

LIBRO ROJO

DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES
DE VENEZUELA



Jon Paul Rodríguez

Franklin Rojas-Suárez

Diego Giraldo Hernández

**LIBRO
ROJO**
DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES
DE VENEZUELA

Cotorra cabeciamarilla (*Amazona barbadensis*). Thea Segall





Rio en cima del Auyantepuy, estado Bolívar. Román Rangel



UNA PRODUCCION CONJUNTA DE:

Provita, Compañías Shell en Venezuela y Lenovo Venezuela,
en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología
e Innovación (LOCTI)

CON LA COLABORACIÓN DE:



RIF: J-00110574-3

Laguna de Canaima, estado Bolívar. Román Rangel



lenovo 联想



Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela
Primera edición
2010

Equipo de trabajo:

Ana Lucía Dávalos
Bibiana Sucre
Carlos Portillo-Quintero
Diego Giraldo Hernández
Fabián Carrasquel
Franklin Rojas-Suárez
Giuseppe Colonnello
Irene Zager
Jon Paul Rodríguez
Kathryn M. Rodríguez-Clark
María A. Oliveira-Miranda
María Idalí Tachack-García
Mariana Hernández-Montilla
Marianne Assmüssen
Otto Huber
Pablo Lacabana
Rosa De Oliveira-Miranda
Sergio Zambrano-Martínez

Fotografías:

Alexis Bermúdez
Ana Lucía Dávalos
Andreas Gröger
Ángela Martino
César Molina
Christian Ceccarelli Navarro
David Southall
Fernando Rojas-Runjaic
Franklin Rojas-Suárez
Gilson Rivas
Giuseppe Colonnello
Gustavo Romero
José Antonio González-Carcacia
Karl Weidmann (†)
Kenyer Domínguez
Laurie Fajardo
Leonardo Ruíz-Díaz

Lucía Pizzani
María Gabriela Montiel-Villalobos
María José Chávez
Mariana Hernández-Montilla
Mario Fariñas
Natalia Ceballos
Oscar Lasso-Alcalá
Otto Huber
Pedro Uviedo
Rebecca Miller
Roderic Mast
Rodrigo Lazo
Román Rangel (†)
Rosa De Oliveira-Miranda
Sergio Zambrano-Martínez
Susanne Renner
Thea Segall (†)

Coordinación:

Jeanette Rojas Suárez (Provita)
Jaime Mazzei (Shell Venezuela, S.A.)

Diseño Gráfico:

Chávez & López Diseño Gráfico, C.A.
chavezlopez@gmail.com

Corrección:

Cristina Raffalli
Jeanette Rojas Suárez

Elaboración de figuras:

Sergio Zambrano-Martínez
María A. Oliveira-Miranda

Portada:

Parque Nacional Mochima y Parque Nacional
Canaïma. Román Rangel (†)

Contraportada:

Morichal Ilanero. Rebecca Miller
Bucare, Parque Nacional El Ávila. David Southall

Impresión:

La Galaxia (Venezuela)
Tiraje: 1.200 ejemplares

Derechos Reservados

De la edición:

© PROVITA Caracas (Venezuela)

De las figuras:

© Los autores

De las fotografías:

© Los autores

Hecho el depósito de ley:

Depósito Legal:
If25220105743632 (impreso)
ISBN:
978-980-6774-05-6 (impreso)

PROVITA

RIF: J-00247777-6
Shell Venezuela, S.A.
RIF: J-00092492-9
LENOVO
RIF: J-31324999-8

Cita recomendada:

Para la obra completa:

Rodríguez, J.P., F. Rojas-Suárez & D. Giraldo Hernández (eds.) (2010). Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela. 324 pp.

Para una sección:

Huber, O. & M.A. Oliveira-Miranda (2010). Ambientes terrestres. Pp: 29-89. En: J.P. Rodríguez, F. Rojas-Suárez & D. Giraldo Hernández (eds.). Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.

Para una ficha en particular:

Oliveira-Miranda, M.A., O. Huber, J.P. Rodríguez, F. Rojas-Suárez, R. De Oliveira-Miranda & S. Zambrano-Martínez (2010). Bosques siempreverdes *per se*. Pp: 124-129. En: J.P. Rodríguez, F. Rojas-Suárez & D. Giraldo Hernández (eds.). Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.

LIBRO
ROJO
DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES
DE VENEZUELA

Jon Paul Rodríguez
Franklin Rojas-Suárez
Diego Giraldo Hernández
Editores



Provita

Franklin Rojas-Suárez
Presidente

Marcelo Arancibia
Vicepresidente

Armando Hernández
César Molina
Cristina Raffalli
Isaac Goldstein
Jon Paul Rodríguez
Directivos de Junta

Jeanette Rojas Suárez
Directora Ejecutiva

Diego Giraldo Hernández
Director Técnico

Martha Castañeda
Directora Administración

Lucía Pizzani
Directora Internacional

Bibiana Sucre
Carmen Elisa Valbuena
Diana Esclasans
Janiel Navas
José Manuel Briceño
Rosa De Oliveira
Coordinadores

Durante el Congreso Mundial de Conservación del año 2000 celebrado en Jordania, el siempre amigo y Directivo de Provita, Armando Hernández, nos preguntaba a Jon Paul y a mí, porqué no desarrollábamos un libro rojo de los ambientes venezolanos, como una consecuencia natural de los libros rojos de fauna y flora. A medida que las ideas fueron emergiendo, la propuesta se hizo cada vez más concreta y su pertinencia más evidente.

Si bien reconocíamos la importancia de cuantificar el riesgo de extinción de especies individuales, siempre estuvo presente la certeza de que ésta es apenas *una* de las formas en que se expresa el estatus de la biodiversidad. La rapidez que caracteriza a la destrucción de la cual son objeto las especies, había de impulsarnos hacia la búsqueda de alternativas en un nivel de organización superior: el ecosistema.

Los avances tecnológicos asociados a sistemas de información geográfica y sensores remotos, nos brindaban además una valiosa oportunidad, ya que mediante estos recursos sería posible el acceso a información imprescindible para emprender una tarea de esta magnitud.

Provita asumió el reto. Contábamos, para ello, con una vasta experiencia en elaboración de listas rojas de especies, la cual, sumada a iniciativas previas de clasificación de ecosistemas amenazados, nos permitió generar una propuesta inicial. Se trataba, en primer lugar, de crear un sistema de categorías y criterios para las listas rojas de ecosistemas, y en segundo lugar, de aplicar dicho régimen al caso venezolano. Claro está que en el camino aparecieron varios escollos: la existencia o no de una escala ideal de aplicación de las categorías, la correcta elección de los términos “ambiente” y “ecosistema”, si las formaciones vegetales ofrecían una alternativa viable y si era posible comparar análisis realizados en diferentes momentos y localidades, entre muchas otras discusiones.

Definitivamente no se trataba de un reto sencillo, pero a medida que el proyecto evolucionaba, se reafirmaba la certeza de que era una acción necesaria y prioritaria. Así, al impulso inicial de Provita se sumaron la Fundación Empresas Polar y el Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación, del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias. Con el pasar de los años, se incorporaron también la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus comisiones de Manejo Ecosistémico y de Sobrevivencia de Especies, el Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Lenovo (Venezuela) y las Compañías Shell en Venezuela.

Han sido 10 años de apasionantes discusiones e investigaciones. Gracias a la tenacidad de los investigadores y a la confianza de las instituciones aliadas, hoy tenemos en las manos el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*.

Al igual que la fauna y la flora amenazadas, los ecosistemas también tienen un rostro. Me refiero, por ejemplo, a la devastación de los bosques del lago de Maracaibo, hábitat de chicaguire y manatíes. Al grave deterioro de los ecosistemas del cerro Turimiquire, donde sobreviven con dificultad algunas de las más fascinantes especies endémicas de Venezuela. A las zonas áridas de la costa venezolana, frecuentemente ignoradas, y a las islas donde especies adaptadas a condiciones ambientales extremas, aguardan por las medidas de conservación que necesitan para sobrevivir.

Es preciso señalar que el término “extinción”, que se confiere a especies de flora y fauna, no califica a los ecosistemas, ya que aun cuando estos hayan sido severamente modificados, se observa en ellos la persistencia de vestigios biológicos de su pasado. Se habla, sí, de “eliminación”, en referencia a un ecosistema que ha perdido sus especies animales y vegetales, y otros atributos ecológicos. La extinción de especies y la eliminación de ecosistemas tienen consecuencias directas sobre el bienestar humano. Es en la naturaleza, en sus comunidades vegetales y animales, donde se guarda la cura para muchas de las enfermedades aún no superadas por la humanidad. Es en el planeta donde yacen materias aún no identificadas y otras vastamente conocidas, que utilizadas por la industria se convierten en tecnología para el desarrollo y en calidad de vida para la gente. El aire que respiramos, los alimentos que nutren a nuestras familias, los paisajes que nos rodean, es sólo un préstamo que hemos tomado y es nuestra responsabilidad. Si dejáramos que se perdiera, estaríamos despojando de su principal patrimonio a las generaciones que nos siguen.

Esperamos que este nuevo Libro Rojo logre movilizar a los tomadores de decisiones, hacia la necesidad urgente de implementar medidas efectivas de conservación. Deseamos que sirva de inspiración para impulsar a la empresa privada a asumir su responsabilidad con el ambiente de donde obtienen sus recursos. Que estimule a los investigadores a continuar generando los datos necesarios para garantizar que las acciones estén basadas en ciencia. Y muy especialmente, que contribuya a despertar la conciencia de cada uno de los venezolanos, para que hagan de la conservación de la naturaleza una actividad habitual y espontánea.

Franklin Rojas-Suárez
Presidente de Provita



Compañías Shell en Venezuela

Luis Prado
Presidente

Jesús Leal Lobo
Vicepresidente de Asuntos Corporativos

Francisco Blanco
Vicepresidente de Productos del Petróleo

Francisco Blanco
Vicepresidente de Productos del Petróleo

Alexander Salazar
Vicepresidente de Recursos Humanos

Richard Keech
Vicepresidente de Exploración y Producción

Juan Carlos Andrade
Vicepresidente de Legal

Héctor Borges
Vicepresidente de Seguridad

Vivian Galán
Coordinadora de Comunicaciones

Patricia Soto
Jefe de Información y Tecnología

Jaime Mazzei
Coordinador de Asuntos Clave y Crisis

La presentación del *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* constituye un motivo de orgullo para las Compañías Shell en Venezuela, que desde hace más de cinco años apoyan los esfuerzos de conservación para favorecer la sobrevivencia de especies y ecosistemas terrestres en peligro, a través de la Iniciativa Especies Amenazadas (IEA).

Con esta obra, la primera en su tipo a escala mundial, una vez más las Compañías Shell en Venezuela en alianza con Provita y Lenovo Venezuela, en el marco de la legislación en Ciencia, Tecnología e Innovación, componente estratégico del desarrollo a largo plazo del país, queremos difundir a través de descripciones científicas sencillas, acompañadas por magníficas fotografías, mapas y diseños armoniosos, los estudios realizados por investigadores de los ecosistemas terrestres de nuestro país. El mejor momento para hacerlo es precisamente 2010, Año Mundial de la Biodiversidad.

Nuestro propósito fundamental es divulgar información científica y estratégica acerca del estado de los ecosistemas terrestres de la nación, como los Andes, los Llanos, la Guayana, la cordillera de la Costa, entre otras biorregiones, y brindar recomendaciones para evitar que se siga deteriorando y afectando el entorno natural que nos rodea, sugiriendo medidas para su conservación y defensa, en medio de la preocupación que nos causan los efectos del cambio climático en el planeta.

Esperamos que disfruten la lectura de esta obra y que sus acciones individuales y de equipo, contribuyan a frenar la amenaza de extinción que se cierne sobre los ecosistemas y especies venezolanas; y algo imprescindible, que se constituya en un aporte efectivo para mejorar la calidad de vida de quienes somos habitantes de Venezuela, uno de los países con la mayor biodiversidad del mundo.

Como en anteriores oportunidades cuando editamos en conjunto el *Libro Rojo de la Fauna Venezolana* y la obra *Una Mano a la Naturaleza*, agradecemos a los equipos de Provita, de Lenovo Venezuela, de Chávez y López Diseño Gráfico y de las Compañías Shell en Venezuela, por hacer realidad este proyecto, producto de la dedicación, el profesionalismo y el inquebrantable compromiso con la sociedad y el ambiente.

Luis Prado

Presidente de las Compañías Shell en Venezuela



Lenovo Venezuela

Alberto Paiva
Presidente & Director Ejecutivo

Anabel Fernández Ínsua
Directora

Ricardo Gil Meriñán
Director

Lorenzo Rubin
Director

Rita Di Ilio
Directora

Valentina Contreras
Directora

Carlos Brown
Gerente de Operaciones

María de los Ángeles Ortiz
Coordinadora de Mercadeo
y Comunicaciones

Lenovo afirma su compromiso con la conservación del planeta a través de prácticas innovadoras que, en la optimización de nuestros procesos de producción, conllevan al desarrollo de una cantidad cada vez mayor de componentes reciclables, a la implementación de políticas internas de ahorro de energía y al aprovechamiento racional de los recursos naturales. La filosofía empresarial de Lenovo es el marco que hoy acoge nuestra participación en la publicación de una obra única en su clase: el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*, desarrollado por Provita con la cooperación de las Compañías Shell en Venezuela y nuestro apoyo entusiasta.

En el profundo análisis que entrega esta obra se expresa el impacto de nuestras acciones como habitantes del planeta, y con ello los riesgos que enfrentamos a futuro. Las hermosas imágenes, los mapas inéditos y las infografías que lo ilustran nos invitan a cuidar la biodiversidad de la cual depende nuestra subsistencia y la de las generaciones por venir.

Es necesario promover el conocimiento para tomar conciencia de nuestra realidad. Pero limitarse a difundir información sobre los riesgos que supone mantener una conducta de negocios irrespetuosa con la salud del planeta no es suficiente. Hay que transformar en hechos esa conciencia, llevándola a la práctica en todos los niveles, individual, corporativo, social, para así ocupar todos los espacios de participación que la transformación exige.

Cada esfuerzo suma por la salud del planeta. En Lenovo nos sentimos orgullosos de poder compartir con Provita y las Compañías Shell en Venezuela esta iniciativa que hoy ponemos en sus manos.

Alberto Paiva

Presidente de Lenovo Venezuela

Danta (*Tapirus terrestris*). Karl Weidmann



AGRADECIMIENTOS

En memoria de Karl Weidmann, Román Rangel y Thea Segall, tres grandes amigos de Provita, gigantes artistas y excepcionales seres humanos, que con gran pasión dedicaron su vida a obtener las más hermosas y sublimes imágenes de los paisajes y ambientes venezolanos. Con la esperanza, aún pendiente, de que tanta belleza y tanto bosque germine en nuestra alma y despierte la necesidad de salvar al mayor patrimonio que tenemos los venezolanos.

Innegablemente, el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* es el mayor reto que Provita ha enfrentado en su búsqueda de herramientas innovadoras para la conservación de la naturaleza. Si bien es casi un lugar común iniciar los agradecimientos mencionando que “esta publicación no habría sido posible sin la participación de muchos talentos”, en este caso es una verdad absoluta e incuestionable. Un proyecto de estas dimensiones y ambiciones, fue posible porque muchos creyeron en él, y porque muchos más aportaron sus talentos y esfuerzos para que se convirtiera en una realidad.

Nuestro primer agradecimiento es para los investigadores que a lo largo de la última década participaron directamente en los proyectos que sirven de base a la presente publicación. De igual manera agradecemos a los autores que se unieron al trabajo con entusiasmo y aplicaron las categorías y criterios a sus áreas de estudio. Su participación complementa en forma especial al Libro Rojo, al cual han legado su aplicación a diferentes escalas y el uso efectivo de diversas metodologías. En especial reconocemos como un honor y un privilegio el haber contado con la participación del Dr. Otto Huber, uno de los científicos que más conoce este país y sus ambientes. También imprescindible fue la colaboración, apoyo y asesoría de Hugh Eva del Joint Research Centre de la Comisión Europea; de Rodrigo Lazo, asesor de Sistemas de Información Geográfica, y del Centro de Procesamiento y Digitalización de Imágenes de la Fundación del Instituto de Ingeniería, quienes donaron las imágenes del satélite SPOT.

El talento y las ideas de los investigadores se hacen realidad gracias al generoso aporte y la colaboración de empresas e instituciones comprometidas con las generaciones venideras, ante la responsabilidad de legarles un mejor país, libre de deudas con su patrimonio ambiental y social. El financiamiento y apoyo de las investigaciones bases fue generosamente provisto por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), Fundación Empresas Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobias Lasser, Conservación Internacional, Centro Internacional de Ecología Tropical (CIET-UNESCO), Joint Research Centre, The Nature Conservancy y Wildlife Trust. Por su parte, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y sus comisiones de Supervivencia de Especies y Manejo Ecosistémico, ofrecieron su plataforma técnica y científica para la discusión y análisis de un sistema de categorías y criterios para la lista roja de ecosistemas a escala global, con la participación activa de los especialistas más destacados del mundo.

Las Compañías Shell en Venezuela y Lenovo (Venezuela) aportaron los fondos para la investigación final y la publicación del libro, en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI). La colaboración de Jesús Leal-Lobo y Jaime Mazzei, fue esencial en todo momento. El apoyo y entusiasmo de Luis Prado, Presidente de las Compañías Shell en Venezuela, fue un estímulo adicional para concretar esta iniciativa.

En cuanto al diseño gráfico, hemos tenido la suerte de contar nuevamente con el talento del equipo de Chávez & López Diseño Gráfico, quienes en esta oportunidad tuvieron que realizar un esfuerzo mayor en virtud de la complejidad de la información y de la obra. Los amigos de La Galera de Artes Gráficas demostraron el entusiasmo y la comprensión imprescindibles para lograr una impresión impecable y de gran belleza. Las fotografías fueron gentilmente cedidas por los autores de los capítulos y otras colaboraciones.

De la coordinación editorial, en representación de las Compañías Shell en Venezuela, asumió la responsabilidad Jaime Mazzei. Por Lenovo (Venezuela) María de los Ángeles Ortiz, y en representación de Provita, Jeanette Rojas Suárez, quien trabajó en la corrección de textos y estilo junto a Cristina Raffalli.

Por último, un especial agradecimiento a la Directiva y al equipo que hace vivir a Provita, siempre presente en las carreras y sobresaltos que hoy hacen posible que el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* sea una realidad.

A todos, nuestra eterna gratitud.

CONTENIDO

A modo de introducción

I

Ambientes terrestres de Venezuela

Otto Huber, María A. Oliveira-Miranda

- 29** Revisión y análisis histórico de la cartografía sistemática de la vegetación en Venezuela
- 38** Representación de las formaciones vegetales de Venezuela 2010
- 54** Actualización de los paisajes vegetales de Venezuela y sus subdivisiones fitoecológicas
- 86** Bibliografía

II

Categorías y criterios de las listas rojas de ecosistemas

Jon Paul Rodríguez, Kathryn M. Rodríguez-Clark, Marianne Assmüssen

- 93** Los libros rojos y su uso en la conservación de especies y ambientes amenazados
- 97** Clasificación del riesgo de eliminación de ecosistemas terrestres
- 104** Bibliografía.

III

Riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela

María A. Oliveira-Miranda, Otto Huber, Jon Paul Rodríguez, Franklin Rojas-Suárez, Rosa De Oliveira-Miranda, Mariana Hernández-Montilla, Sergio Zambrano-Martínez

- 109** Método para la evaluación del riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela
- 124** Bosques siempreverdes
 - 124** Bosques siempreverdes *per se*
 - 130** Bosques nublados
 - 136** Bosques de palmas y bosques de pantano
 - 143** Bosques de manglares
- 150** Bosques semidecíduos
- 156** Bosques deciduos
- 164** Bosques ribereños
- 171** Arbustales siempreverdes *per se*
- 176** Arbustales espinosos
- 184** Arbustales ribereños
- 188** Arbustales y herbazales parameros
- 193** Arbustales y herbazales tepuyanos
- 200** Herbazales
 - 200** Sabanas abiertas
 - 206** Sabanas arbustivas y/o arboladas
 - 211** Herbazales de pantano
 - 216** Herbazales arbustivos sobre arena blanca
 - 220** Herbazales litorales
- 225** Vegetación saxícola
- 231** Bibliografía

IV

Casos de estudio. Aplicación de las categorías y criterios de las listas rojas de ecosistemas a diferentes escalas geográficas

- 239** Conversión de los bosques en la cordillera de la Costa Central de Venezuela.
Carlos Portillo-Quintero, Pablo Lacabana, Fabián Carrasquel
- 244** Estado de amenaza de los ecosistemas terrestres de la isla de Margarita, estado Nueva Esparta.
Irene Zager, Fabián Carrasquel
- 250** Estado de amenaza de los ecosistemas al norte y sur del lago de Maracaibo, estado Zulia.
María Idalí Tachack-García, Fabián Carrasquel, Sergio Zambrano-Martínez
- 257** Conversión de los bosques del norte de la sierra de Perijá, estado Zulia.
Mariana C. Hernández- Montilla, Carlos Portillo-Quintero
- 263** Estado de conservación de los ecosistemas del ramal oriental de la cordillera de los Andes venezolanos.
María Idalí Tachack-García, Fabián Carrasquel
- 269** Conversión de los bosques deciduos en los llanos centrales de Venezuela.
Sergio Zambrano-Martínez, Jon Paul Rodríguez
- 275** Conversión de bosques en la Reserva Forestal Sipapo, estado Amazonas.
Irene Zager, Fabián Carrasquel
- 281** Conversión de los bosques y zonas áridas del centro-norte del estado Falcón.
Irene Zager, Fabian Carrasquel
- 287** Transformación de los ecosistemas terrestres anegables del tramo central del bajo Orinoco.
Giuseppe Colonnello, María Idalí Tachack-García, Fabián Carrasquel
- 293** Cambios en la cobertura de manglares en tres sitios de la costa Caribe de Venezuela.
Ana Lucía Dávalos

V

Estableciendo prioridades para la conservación de los ecosistemas terrestres de Venezuela

María Idalí Tachack-García, Jon Paul Rodríguez

305

VI

Anexos

315

A MODO DE INTRODUCCION

La crisis global de pérdida de biodiversidad exige el desarrollo de técnicas, tanto de investigación como de planificación, que permitan la identificación de especies y ambientes prioritarios para la conservación (Dinerstein *et al.* 1995, Miller & Lanou 1995, Myers *et al.* 2000, Boyla & Estrada 2005, Wilson *et al.* 2009, Funk & Fa 2010). El *Convenio sobre la Diversidad Biológica*, ratificado por el gobierno venezolano en 1994, establece que cada nación “procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad (...) prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación” (CDB 1992).

Entre las herramientas más efectivas para determinar la situación de conservación de la biodiversidad están los llamados “Libros y Listas Rojas”, una serie de catálogos de especies amenazadas del mundo, donde se resume la situación actual de cada una y se le asigna una categoría que refleja su riesgo de extinción. Las categorías de los libros rojos fueron usadas por primera vez a mediados de los años sesenta y desde entonces se han aplicado a las especies amenazadas no sólo en un ámbito global, sino también en numerosos países y regiones (Scott *et al.* 1987, Collar 1996, Smith & Darwall 2006, Rodríguez & Rojas-Suárez 2008, Zamin *et al.* 2010).

Los Libros y Listas Rojas son una iniciativa que hace más de 40 años se originó en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La asignación de categorías de riesgo de extinción está fundamentada en un conjunto de criterios cuantitativos, mediante los cuales un evaluador puede clasificar cualquier especie o población de plantas o animales de manera objetiva, repetible y transparente (UICN 2001, Mace *et al.* 2008).

Sin embargo, el enfoque en el nivel de especies presenta varias limitaciones. Primero, brinda una visión restringida sobre el estatus de la biodiversidad, ya que las especies individuales pueden estar más o menos amenazadas que los hábitats que utilizan (Bodmer & Robinson 2004, Brashares *et al.* 2004, Blom *et al.* 2005, Nijman 2005). Segundo, dada la elevada tasa de pérdida de biodiversidad actual, es posible que las evaluaciones de especies individuales no se realicen a la misma velocidad con que suceden los cambios globales (May *et al.* 1995, Baillie *et al.* 2004, Vié *et al.* 2009). Tercero, los análisis individuales frecuentemente requieren información detallada de distribución y abundancia que no está disponible para la gran mayoría de las especies (Stuart *et al.* 2010). Finalmente, el enfoque en el nivel de especies no se traduce necesariamente en estrategias de conservación en el nivel de paisaje, que podrían resultar más eficientes y efectivas, en especial en las regiones del mundo para las cuales los datos son escasos (Noss 1996, Ward *et al.* 1999, Ferrier 2002, Cowling *et al.* 2004).

Para superar estas limitaciones, una alternativa es establecer criterios de conservación en un nivel biológico superior, como el de los ecosistemas, que podría complementar las evaluaciones de riesgo de especies, o proveer una alternativa útil cuando sólo se dispone de datos en el nivel de paisaje. Así mismo, las evaluaciones en el nivel de ecosistema, en principio, requerirían menor tiempo de análisis, permitiendo la implementación de estrategias de conservación preventivas en lugar de medidas correctivas (como la restauración), las cuales suelen ser mucho más costosas (Orians 1993, Scott *et al.* 1993, Noss 1996).

Durante las últimas décadas, alrededor del mundo se han realizado diferentes propuestas para la clasificación del riesgo de eliminación de ecosistemas (Nicholson *et al.* 2009). Destacan las “ecorregiones prioritarias” del Fondo Mundial para la Naturaleza, los “puntos calientes” y “áreas silvestres” promovidas por Conservación Internacional, el enfoque en “áreas de conservación funcionales” y en los “rangos de estatus de conservación” de NatureServe y The Nature Conservancy, el esfuerzo conjunto de TNC-WWF para cuantificar el “nivel de amenaza a los biomas del mundo”, la propuesta de Blab y otros autores para un “libro rojo nacional de biotopos” en Alemania, y más recientemente, el trabajo en menor escala pero muy detallado, realizado por Benson y sus colaboradores en New South Wales, Australia (Dinerstein *et al.* 1995, Blab *et al.* 1995, Mittermeier *et al.* 1998, TNC 2001, Olson & Dinerstein 2002, Hoekstra *et al.* 2005, Benson 2006, Benson *et al.* 2006, Master *et al.* 2009).

Si bien estos esfuerzos representan avances importantes, todos comparten una limitación similar (que originalmente también presentarían las categorías de UICN hace dos décadas) y esta limitación es que entre los criterios se incluyen factores que a pesar de ser importantes para establecer prioridades, no son directamente relevantes para la cuantificación del riesgo, como por ejemplo, el grado de protección legal o la importancia biológica (Mace & Lande 1991, Dinerstein *et al.* 1995, Mittermeier *et al.* 1998).

En respuesta a esta situación, el equipo de PROVITA, que había trabajado en los libros rojos de Venezuela desde la década de los noventa, se propuso como meta diseñar un sistema de criterios y categorías para ecosistemas que se enfocara sólo en el riesgo de eliminación (Rodríguez & Rojas-Suárez 1995, Rodríguez & Rojas-Suárez 1999, Llamozas *et al.* 2003, Rodríguez & Rojas-Suárez 2008). Este sistema, expresado en función de los cambios observados o proyectados en una extensión geográfica, permitiría una interpretación más clara de la probabilidad de que un ensamblaje biológico particular pudiera desaparecer. Luego de haber determinado este riesgo en un contexto científico, correspondería tomar la decisión de invertir o no los limitados recursos de conservación en algún ecosistema amenazado en particular, lo cual se decidiría con la participación amplia de la sociedad, considerando factores biológicos, sociales, económicos, legales, logísticos o culturales (UICN 2001, Miller *et al.* 2006, Miller *et al.* 2007, Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

Esta propuesta tuvo inmediato respaldo por parte del Programa de Apoyo a la Investigación Científica, Tecnológica y de Innovación (Agenda Biodiversidad II) promovido por FONACIT (actual Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación, adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias) y Fundación Polar (actual Fundación Empresas Polar).

El proyecto "Diseño y aplicación de métodos cuantitativos para estimar el riesgo de amenaza de los hábitats terrestres de la zona centro-norte de Venezuela", tuvo como objetivo sistematizar y actualizar el conocimiento sobre el estado de conservación de los ecosistemas naturales terrestres al norte de Venezuela, con el propósito de identificar los ambientes que enfrentaban amenazas y así desarrollar las bases técnicas necesarias para la toma de decisiones en materia de conservación de ecosistemas y biodiversidad en esta región. Sus objetivos específicos fueron: 1) crear un sistema para la asignación de categorías de riesgo de eliminación de un ecosistema, 2) sistematizar y actualizar el conocimiento sobre la degradación de los ecosistemas terrestres de la zona centro-norte de Venezuela, y 3) divulgar el conocimiento sobre el estado actual de los ecosistemas amenazados, entre las autoridades políticas, la comunidad científica y el público en general.

Este proyecto se desarrolló entre 2002 y 2007, y fue seguido por una iniciativa similar en 2008, esta vez dirigida a evaluar y aplicar las categorías en el estado Zulia, con el apoyo de las Compañías Shell en Venezuela, en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI). El alcance del proyecto se continuó expandiendo con la publicación de las categorías y criterios para ecosistemas amenazados (Rodríguez *et al.* 2007). Esta propuesta sería reconocida en 2007 con el Premio Nacional al Mejor Trabajo Científico, Tecnológico y de Innovación, mención Ciencias Naturales, otorgado por el Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias de la República Bolivariana de Venezuela. La consolidación del sistema promueve un nuevo escenario con la aplicación de sus métodos en varias tesis de grado realizadas en el Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (Portillo 2004, Rodríguez *et al.* 2007, De Oliveira-Miranda 2008, Dávalos 2010, Hernández-Montilla 2010).

A nivel internacional, se conformó un grupo de trabajo *ad hoc* para el desarrollo de categorías y criterios de las listas rojas de ecosistemas. Reunidos por primera vez en Londres, en marzo de 2008, el grupo elaboró una resolución a ser considerada por el IV Congreso Mundial para la Naturaleza de UICN, realizado en Barcelona, España, en octubre de ese mismo año. Al ser adoptada la resolución se inició "un proceso de consultas para el desarrollo, implementación y monitoreo de un estándar mundial para la evaluación del estado de los ecosistemas, aplicable a nivel local, regional y mundial, con la perspectiva de que sea presentado en una futura sesión del Congreso Mundial de la Naturaleza para su aprobación" (IV Congreso Mundial de la Naturaleza 2008).

Bajo el auspicio de la Comisión de Manejo Ecosistémico de UICN (CEM/IUCN) y con la participación activa de la Comisión para la Supervivencia de Especies de UICN (SSC/IUCN), se conformó un grupo de trabajo más amplio, que identificó los principales retos científicos que habría que resolver, a la vez que presentó una propuesta actualizada de categorías de UICN para ecosistemas amenazados, actualmente bajo consideración de la comunidad científica internacional a través de un artículo publicado en la revista *Conservation Biology* (Rodríguez *et al.* 2011). Paralelamente, con la conceptualización de las categorías y criterios de UICN para ecosistemas, se dio inicio a un proceso de aplicación de la metodología en Venezuela a varias escalas, desde local hasta nacional.



Uno de los principales retos a resolver, para la aplicación efectiva de las categorías propuestas, era la definición de la unidad básica de análisis. Las definiciones clásicas de “ecosistema” proponen que se trata de “un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional” (CDB 1992). Desde el punto de vista de la conservación de la diversidad biológica, la atención de los gestores tiende a centrarse principalmente en sus componentes bióticos. Por lo tanto, y por razones prácticas, en este libro se utiliza “ecosistema” como un término equivalente a comunidad o formación vegetal, o incluso a tipo de cobertura terrestre. Esto es una simplificación extrema, pero permite un enfoque específico en los cambios de las coberturas vegetales originales, en la misma medida en que éstas son reemplazadas por los diferentes usos de la tierra dados por los humanos. Así mismo, este tipo de enfoque también permite aprovechar la abundante información disponible en series temporales de imágenes de satélite.

A nivel de todo el país, la escala del análisis requiere el uso de mapas relativamente generales, que expresen los cambios de cobertura de las principales formaciones vegetales. Sin embargo, para hacer comparaciones, es necesario que las leyendas de los mapas sean las mismas o al menos exista una equivalencia entre ellas. Al no disponer de mapas (dos o más) de períodos diferentes que emplearan la misma leyenda, el análisis a nivel nacional se basó en una nueva representación actualizada de las formaciones vegetales de Venezuela durante la última década. Este invaluable aporte, desarrollado por Huber y Oliveira-Miranda (vid. infra, cap. I), está basado parcialmente en los mapas disponibles para Venezuela, en especial los elaborados por el MARNR (1982), y Huber y Alarcón (1988), así como en la experiencia de campo e investigaciones específicas realizadas por los autores. Éste es el producto de un esfuerzo de varios años patrocinado por The Nature Conservancy y Conservation International, con apoyo reciente de PROVITA y las Compañías Shell en Venezuela, bajo la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI). Este trabajo es de especial interés y de gran relevancia para el conocimiento y la conservación de la biodiversidad venezolana, y es publicado por primera vez aquí, en el *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*.



Para realizar análisis comparativos se generó una representación de la vegetación “original”, elaborada a partir de la integración de varios productos cartográficos disponibles y de fuentes documentales históricas, cuya leyenda fue homologada con la del mapa “actual”, aunque con las coberturas simplificadas debido a lo general de la información existente. Luego de un importante esfuerzo, esta representación logra ofrecer un panorama de las grandes formaciones vegetales de Venezuela antes de la expansión industrial asociada a la explotación petrolera. Ciertamente, la transformación del paisaje por actividades humanas ya era detectable en algunas regiones del país, pero su extensión e intensidad eran relativamente moderadas. El plan de obra de la presente publicación recoge e integra las investigaciones mencionadas en los párrafos anteriores.

La primera parte es desarrollada por Otto Huber y María Oliveira-Miranda, quienes sintetizan siglos de investigaciones botánicas del país. Partiendo de una extensa revisión y análisis histórico de la cartografía sistemática de la vegetación venezolana, logran una nueva representación de las formaciones vegetales, así como la actualización de los paisajes vegetales de Venezuela y sus subdivisiones fitoecológicas.

La segunda parte del libro resume la historia y alcances de los libros rojos, a la vez que presenta las motivaciones y estructura de las categorías y criterios empleados para evaluar el riesgo de eliminación de ecosistemas. Se expone cómo los conceptos de las listas rojas de especies sirvieron para sustentar la propuesta ecosistémica, destacando además los retos particulares que representa la evaluación de pérdida de funcionalidad ecológica. Las categorías y criterios esbozados en la segunda parte corresponden a la propuesta más reciente, actualmente en consideración de la comunidad científica internacional para su eventual aprobación por parte de UICN (Rodríguez *et al.* 2011).

Ya establecidas las formaciones vegetales a evaluar, así como el sistema de categorías y criterios a ser empleado, la tercera parte del libro examina en detalle el estado de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Siguiendo una metodología objetiva, transparente y replicable, se clasifica el riesgo de amenaza de las principales formaciones vegetales venezolanas. Esta sección equivale a las fichas del *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*.



La tercera parte del libro tiende a simplificar los detalles de los cambios de estructura del paisaje que ocurren a la escala de las actividades humanas. Es allí donde la metodología desarrollada ofrece su mayor potencial: ser aplicable a escalas regionales, estatales, municipales, de áreas protegidas, cuencas y microcuencas, o prácticamente a cualquier escala que se desee explorar. La cuarta parte del libro refuerza el conocimiento más preciso sobre la situación de riesgo de los ecosistemas en Venezuela, y valida la aplicación del método a múltiples escalas. Los casos de estudio incluyen desde el análisis a escala nacional de la conversión de bosques, hasta la evaluación de la situación de los ecosistemas terrestres de la isla de Margarita. Diversos autores, con algunas variaciones metodológicas, brindan información especialmente valiosa que permite ampliar la visión sobre la situación ambiental nacional. Estos casos de estudio primordialmente hacen uso de secuencias temporales de imágenes de satélite, por lo que ofrecen un acercamiento metodológico relativamente sencillo y accesible a cualquiera con un entrenamiento básico en el uso de sistemas de información geográfica e información percibida remotamente.

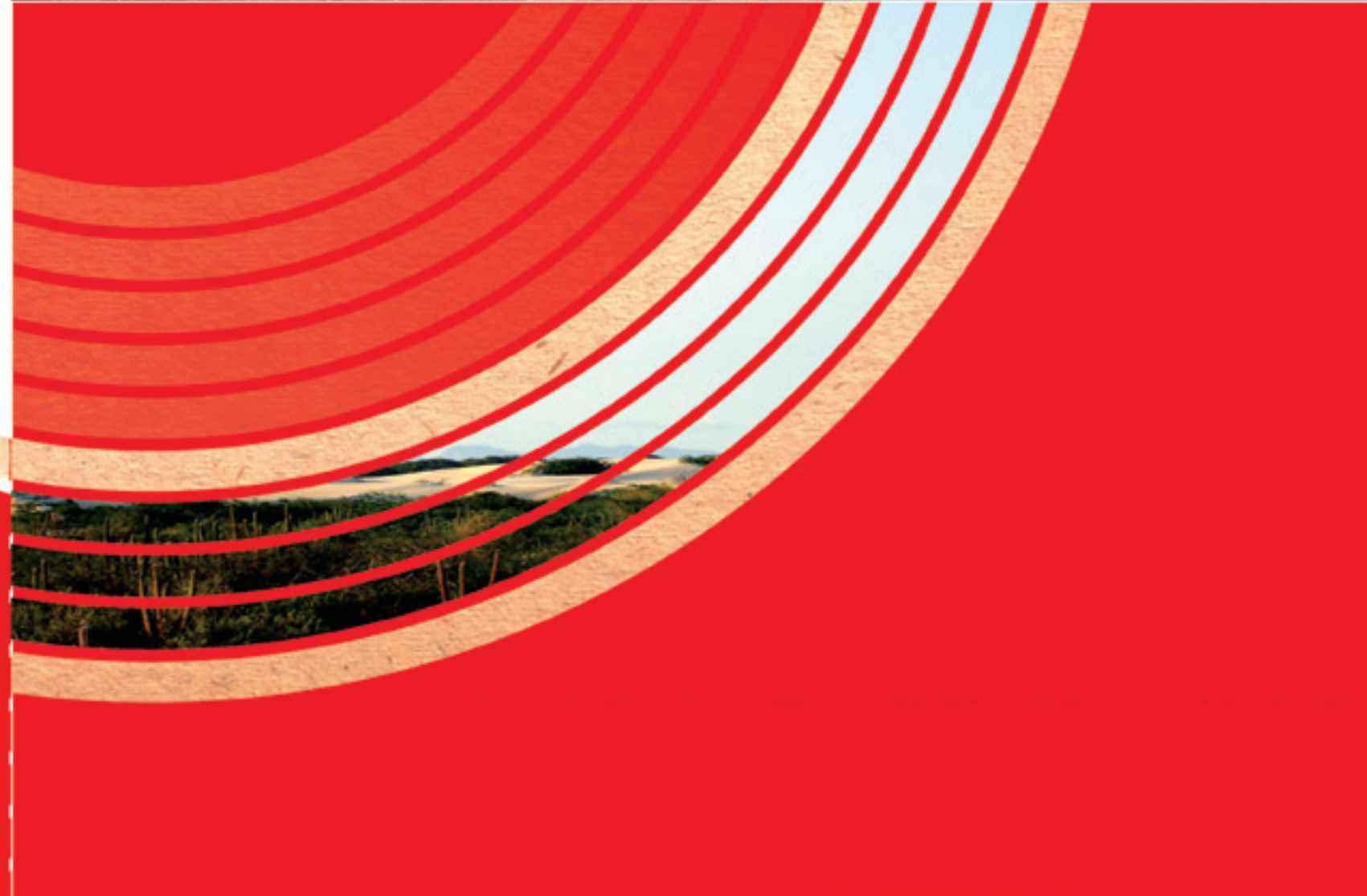
Por último, en la quinta parte de la publicación, se enfatiza que la evaluación de riesgo de amenaza es sólo uno de los componentes de la determinación de prioridades de conservación. Mediante una propuesta ilustrativa que integra cuatro variables, se ofrece un marco conceptual flexible y aplicable a la sistematización de la definición de prioridades de conservación de ecosistemas.

La implementación ideal del sistema de categorías aquí propuesto sería de manera constante e iterativa, llevándose a cabo antes, durante o después de una intervención en una región geográfica determinada, o a intervalos de tiempo regulares (e.g. cada 10 años). A medida que las condiciones cambien, el riesgo y las prioridades lo harán también, especialmente en un país como Venezuela, que además de destacarse por sus altos valores de biodiversidad se caracteriza por una economía petrolera dinámica, con una gran capacidad de transformación del ambiente. Al ser potencialmente aplicable en cualquier región del mundo, el sistema representa un aporte original para la conservación de la biodiversidad de la Tierra.

Bibliografía

- Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart (2004). 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xxiv + 191 pp.
- Benson, J.S. (2006). New South Wales Vegetation Classification and Assessment: Introduction - the classification, database, assessment of protected areas and threat status of plant communities. *Cunninghamia* 9(3): 331-382.
- Benson, J.S., C. Allen, C. Togher & J. Lemmon (2006). New South Wales Vegetation Classification and Assessment: Part 1 Plant communities of the NSW Western Plains. *Cunninghamia* 9(3): 383-451.
- Blab, J., U. Riecken & A. Ssymank (1995). Proposal on a criteria system for a National Red Data Book of Biotopes. *Landscape Ecology* 10(1): 41-50.
- Blom, A., R. van Zalinge, I.M.A. Heitkonig & H.H.T. Prins (2005). Factors influencing the distribution of large mammals within a protected central African forest. *Oryx* 39(4): 381-388.
- Bodmer, R.E. & J.G. Robinson (2004). Evaluating the sustainability of hunting in the Neotropics. Pp. 299-323. En: K.M. Silvius, R.E. Bodmer & J.M.V. Fragoso (eds.). *People in nature. Wildlife Conservation in South and Central America*. Columbia University Press: New York.
- Boyla K. & A. Estrada (eds.) (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Serie de Conservación de BirdLife N° 14. BirdLife International, Conservation International: Quito, Ecuador. 769 pp.
- Brashares, J.S., P. Arcese, M.K. Sam, P.B. Coppolillo, A.R.E. Sinclair & A. Balmford (2004). Bushmeat hunting, wildlife declines, and fish supply in west Africa. *Science* 306(5699): 1180-1183.
- CDB (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Río de Janeiro, Brasil.
- Collar, N.J. (1996). The reasons for Red Data Books. *Oryx* 30(2): 121-130.
- Cowling, R.M., A.T. Knight, D.P. Faith, S. Ferrier, A.T. Lombard, A. Driver, M. Rouget, K. Maze & P.G. Desmet (2004). Nature conservation requires more than a passion for species. *Conservation Biology* 18(6): 1674-1676.
- Dávalos, A.L. (2010). Distribución Geográfica Contemporánea de Los Manglares en la Costa Caribe de Venezuela. Trabajo de Grado, Maestría en Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas: Caracas, Venezuela. 142 pp.
- De Oliveira-Miranda, R.M. (2008). Los Parques Nacionales como Instrumento de Conservación. Caso de Estudio: Parque Nacional Macarao. Tesis de Licenciatura, Universidad Simón Bolívar (USB): Caracas, Venezuela.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder & G. Ledec (1995). Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecoregiones Terrestres de América Latina y el Caribe. The World Bank, The World Wildlife Fund: Washington, D.C. 135 pp.
- Ferrier, S. (2002). Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: Where to from here? *Systematic Biology* 51(2): 331-363.
- Funk, S.M. & J.E. Fa (2010). Ecoregion prioritization suggests an armoury not a silver bullet for conservation planning. *PLoS ONE* 5(1): e8923.
- Hernández-Montilla, M.C. (2010). Estimación del Riesgo de Extinción de los Hábitats Terrestres de la Cuenca de los Ríos Lajas y Palmar del Estado Zulia. Tesis de Licenciatura, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias: Maracaibo. 79 pp.
- Hoekstra, J.M., T.M. Boucher, T.H. Ricketts & C. Roberts (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8(1): 23-29.
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, The Nature Conservancy, Fundación Bioma: Caracas.
- IV Congreso Mundial de la Naturaleza (2008). Resolución 4.020: Umbrales cuantitativos para las categorías y los criterios de ecosistemas amenazados [en línea]. Disponible en <www.iucn.org/es/congreso_esp/asamblea_miembros/mociones/>
- Llamoza, S., R. Duno de Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz (2003). Libro Rojo de la Flora Venezolana. PROVITA, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser: Caracas, Venezuela. 555 pp.
- Mace, G.M., N.J. Collar, K.J. Gaston, C. Hilton-Taylor, H.R. Akcakaya, N. Leader-Williams, E.J. Milner-Gulland & S.N. Stuart (2008). Quantification of Extinction Risk: IUCN's System for Classifying Threatened Species. *Conservation Biology* 22(6): 1424-1442.
- Mace, G.M. & R. Lande (1991). Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology* 5(2): 148-157.
- MARNR (1982). Mapa de la vegetación actual de Venezuela. 75 hojas 1:250.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables: Caracas.
- Master, L., D. Faber-Langendoen, R. Bittman, G.A. Hammerson, B. Heide, J. Nichols, L. Ramsay & A. Tomaino (2009). NatureServe Conservation Status Assessments: Factors for Assessing Extinction Risk. NatureServe: Arlington, Virginia, USA. 57 pp.
- May, R.M., J.H. Lawton & N.E. Stork (1995). Assessing extinction rates. Pp. 1-24. En: J.H. Lawton & R.M. May (eds.). *Extinction Rates*. Oxford University Press.
- Miller, K.R. & S.M. Lanou (1995). National Biodiversity Planning: Guidelines Based on Early Experiences Around the World. World Resources Institute, United Nations Environment Program and The World Conservation Union, Washington, D.C.: Nairobi; Gland, Switzerland. 160 pp.
- Miller, R.M., J.P. Rodríguez, T. Aniskowicz-Fowler, C. Bambaradeniya, R. Boles, M.A. Eaton, U. Gärdenfors, V. Keller, S. Molur, S. Walker & C. Pollock (2006). Extinction risk and conservation priorities. *Science* 313(5786): 441-441.
- Miller, R.M., J.P. Rodríguez, T. Aniskowicz-Fowler, C. Bambaradeniya, R. Boles, M.A. Eaton, U. Gärdenfors, V. Keller, S. Molur, S. Walker & C. Pollock (2007). National threatened species listing based on IUCN Criteria and Regional Guidelines: current status and future perspectives. *FALTA*

- Mittermeier, R.A., N. Myers, J.B. Thomsen, G.A.B. da Fonseca & S. Olivieri (1998). Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: Approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12(3): 516-520.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nicholson, E., D.A. Keith & D.S. Wilcove (2009). Assessing the threat status of ecological communities. *Conservation Biology* 23(2): 259-274.
- Nijman, V. (2005). Decline of the endemic Hose's langur *Presbytis hosei* in Kayan Mentarang National Park, east Borneo. *Oryx* 39(2): 223-226.
- Noss, R.F. (1996) Ecosystems as conservation targets. *Trends in Ecology and Evolution* 11(8): 351.
- Olson, D.M. & E. Dinerstein (2002). The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89(2): 199-224.
- Orians, G.H. (1993). Endangered at what level? *Ecological Applications* 3(2): 206-208.
- Portillo, C.A. (2004). Cuantificación del Riesgo de Extinción de los Hábitats terrestres de la Zona Protectora de la Cuenca Baja de los Ríos Socuy, Guasare y Cachirí. Trabajo Especial de Grado. La Universidad del Zulia: Maracaibo. 88+xi pp.
- Rodríguez, J.P., J.K. Balch & K.M. Rodríguez-Clark (2007). Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 16(1): 183-209.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (1995). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. PROVITA, Fundación Polar: Caracas. 444 pp.
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (1999). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 2a. ed. PROVITA, Fundación Polar: Caracas. 444 pp.
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 3a. ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T.C. Edwards, Jr, J. Ulliman & R.G. Wright (1993). Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Scott, P., J.A. Burton & R. Fitter (1987). Red Data Books: the historical background. Pp. 1-6. En: R. Fitter & M. Fitter (eds.). *The Road to Extinction*. IUCN/UNEP.
- Smith, K.G. & W.R.T. Darwall (2006). The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin. 1, IUCN-SSC: Gland, Switzerland. 34 pp.
- Stuart, S.N., E.O. Wilson, J.A. McNeely, R.A. Mittermeier & J.P. Rodríguez (2010). The Barometer of Life. *Science* 328: 177-177.
- TNC (2001). Conservation by design: A framework for mission success. The Nature Conservancy (TNC): Arlington, Virginia.
- IUCN (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN): Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 pp.
- Vié, J.C., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart (eds.) (2009). *Wildlife in a Changing World: An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN: Gland, Switzerland. 180 pp.
- Ward, T.J., M.A. Vanderklift, A.O. Nicholls & R.A. Kenchington (1999). Selecting marine reserves using habitats and species assemblages as surrogates for biological diversity. *Ecological Applications* 9(2): 691-698.
- Wilson, K.A., J. Carwardine & H.P. Possingham (2009) Setting Conservation Priorities. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162: 237-264.
- Zamin, T.J., J.E.M. Baillie, R.M. Miller, J.P. Rodríguez, A. Ardid & B. Collen (2010). National red listing beyond the 2010 target. *Conservation Biology* 24(4): 1012-1020.



Ambientes terrestres

I

de Venezuela



Otto Huber
María A. Oliveira-Miranda

REVISIÓN Y ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA CARTOGRAFÍA SISTEMÁTICA DE LA VEGETACIÓN EN VENEZUELA

La caracterización y representación gráfica de los paisajes de una determinada región puede llevarse a cabo mediante el uso de diversos criterios temáticos. Según el criterio que se elija, se obtendrá un mapa geológico, un mapa fisiográfico, un mapa de suelos (edafológico) o un mapa climático. Sin embargo, cada uno de estos enfoques ofrece una visión parcial del paisaje y esta visión lo hace, casi siempre, difícil de diferenciar, bien porque parte del paisaje es cubierto por la vegetación o bien porque se reflejan características abstractas, como es el caso de un mapa climático. Por esta razón, los mapas de vegetación (mapas de cobertura de la tierra o *land cover map*) son los más adecuados para ofrecer una visión de conjunto de la diversidad de elementos visibles en el paisaje y de su distribución espacial en un determinado momento.

Mientras que la pintura cumple con la finalidad de representar un paisaje o cierta visión personal del mismo, un mapa pretende dar una idea precisa y objetiva de la distribución espacial de los diferentes tipos de paisajes vegetales reconocidos por un observador botánico. Por esta razón, los mapas se encuentran referidos a una extensión de terreno determinada y es importante emplear una misma escala horizontal que permita la comparación entre las diferentes unidades allí presentes.

La ciencia de la cartografía vegetal es relativamente reciente. Los primeros mapas de vegetación a escala global, científicamente elaborados, fueron publicados por Schouw (1823), Grisebach (1872) y Drude (1887), con base en los criterios fitogeográficos y ecológicos presentados por Alexander von Humboldt en 1807 y 1815. A partir de entonces, prácticamente toda la cobertura vegetal del mundo ha sido cartografiada, y desde el inicio de la era de los sensores remotos, a principios de los años setenta, los métodos, criterios y leyendas desarrollados han sido cada vez más sofisticados y detallados, y aplicables a todas las escalas geográficas.

La cobertura vegetal o vegetación de una región determinada está constituida, a manera de mosaico, por las comunidades de plantas instaladas en cada uno de los ecosistemas presentes. Mientras el producto de un botánico sistemático consiste en una lista detallada de cada especie de planta que crece en el área de referencia (lista florística, flora), el fitogeógrafo o ecólogo vegetal debe analizar la distribución geográfica de las comunidades de plantas (fitocenosis), y plasmar esa distribución sobre un mapa donde el primer nivel de información consiste en la fisionomía de la comunidad (bosque, sabana, páramo, etc.), y en cuyo segundo nivel se expresa la composición florística.

La fisionomía de una comunidad vegetal se reconoce por el tipo de plantas predominantes que crecen en un lugar, de tal forma que un conjunto de árboles conforman un bosque, un conjunto de gramíneas constituyen una sabana, etc. El resultado al aplicar este enfoque es un mapa temático de vegetación, en el cual se representan las diferentes categorías ordenadas mediante un sistema de clasificación que se expresa en la leyenda correspondiente.

Generalmente se admite que la historia de la exploración botánica científica en Venezuela comenzó en 1754, con la llegada de Pehr Löfving como miembro de la *Expedición de Límites de la Corona Española*. Löfving, discípulo de Carl von Linné, realizó las primeras colecciones botánicas en Venezuela en los alrededores de Cumaná y luego en la región del bajo río Caroní, donde sucumbió a las fiebres maláricas con apenas 27 años de edad.

A lo largo de todo el siglo XIX en Venezuela no se produjeron mapas de vegetación científicos. Sin embargo, en el Atlas publicado por Humboldt entre 1814 y 1838, se encuentran numerosos mapas geográficos de áreas exploradas por este gran investigador y Aimé Bonpland, los cuales incluyen indicaciones generales sobre la vegetación observada en ese largo itinerario. También cabe mencionar la existencia de un pequeño mapa de vegetación muy general, que fue incluido en la famosa obra de geografía de Venezuela de Agustín Codazzi, publicada entre 1840 y 1841.

La cartografía vegetal con carácter científico se inicia mucho más tarde, en 1920, con la publicación del *Mapa ecológico de Venezuela* por parte del botánico suizo Henri Pittier, residenciado en Venezuela desde

1918. En esta labor cartográfica, a escala 1:2.000.000, Pittier revela por primera vez las principales formaciones vegetales conocidas hasta esa fecha para todo el territorio nacional. Lo complementaba un folleto titulado *Esbozo de las formaciones vegetales de Venezuela con una breve reseña de los productos naturales y agrícolas*. En el mapa se representan seis (6) unidades de formaciones vegetales naturales, referidas a cuatro (4) tipos de selvas (xerófilas, veraneras, pluviales y templadas), a las sabanas y a los páramos, además de dos unidades adicionales correspondientes a cultivos, periódicos y permanentes (**Figura 1**).

En esa época los conocimientos sobre la vegetación de Venezuela eran muy escasos, por esta razón la representación cartográfica de las diferentes unidades fue totalmente esquemática, es decir, que no reflejaba la extensión real del tipo de vegetación en el terreno. Sin embargo, el mapa indica con sorprendente detalle la distribución de los grandes tipos de vegetación al norte del país. Hay que considerar que para el momento de la publicación de esta obra, Pittier tenía apenas unos pocos años trabajando en Venezuela y sus viajes de campo mayormente estaban restringidos a las inmediaciones de Caracas hasta Maracay (estado Aragua) y al límite norte de los llanos. Por lo tanto, este mapa se basa esencialmente en un acucioso estudio de la literatura botánica disponible sobre Venezuela y sus países vecinos en aquellos años.

Pasarían más de treinta años, desde la publicación del mapa de vegetación de Pittier, para que comenzara un período intenso de investigación de la naturaleza en Venezuela. Esto se debió, por una parte, al vigoroso surgimiento de las universidades, a la progresiva inserción de investigadores en el mundo científico y académico del país, y a la creación de organizaciones gubernamentales dotadas de personal y medios calificados para adelantar un proceso intenso y dinámico de inventarios de los recursos naturales. Destacan los procesos de

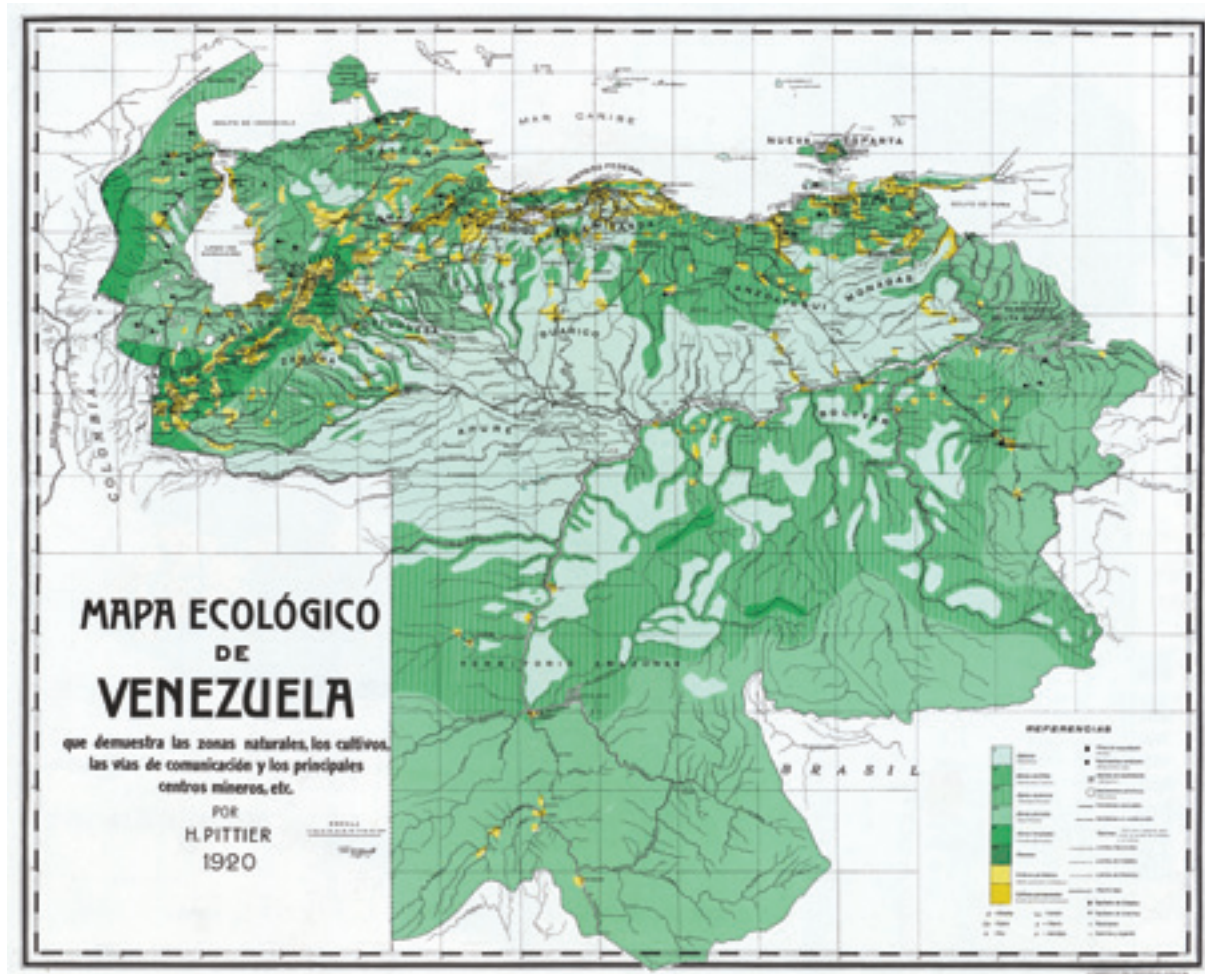


Figura 1. Representación del Mapa Ecológico de Venezuela. Fuente: Pittier (1920a)

modernización que se adelantaron en el Ministerio de Obras Públicas (MOP), en la Comisión de Planificación Nacional de los Recursos Hídricos (COPLANARH) del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), y en el Consejo de Bienestar Rural (CBR), los cuales contribuyeron a crear nuevas bases de conocimiento sobre vastas regiones del país, algunas apenas conocidas por sus nombres. Resalta la labor desempeñada por la nueva dependencia del MOP, el departamento de Cartografía Nacional, y su amplio programa de aerofotogrametría llevado a cabo desde finales de los años 40 hasta 1970 en casi todos los sectores del país ubicados al norte del Orinoco.

En 1955, Francisco Tamayo, destacado discípulo de Pittier, presenta el *Mapa fitogeográfico preliminar de la República de Venezuela* (Figura 2), con características muy distintas al predecesor. Este trabajo cartográfico traza los nuevos conocimientos sobre la cordillera de la Costa, los llanos centrales del Guárico y la región de Santa Elena de Uairén, la cual hasta ese entonces era un remoto y casi desconocido rincón en el sureste de la Gran Sabana del estado Bolívar. Este mapa representa un gran avance con respecto al publicado por Pittier, y en él se reconocen veintiocho (28) unidades, desglosadas de la siguiente manera: doce (12) tipos diferentes de bosques y selvas, cuatro (4) tipos de matorrales, un (1) tipo de páramo y, nada menos que, once (11) tipos de sabanas. El interés de Tamayo por las sabanas, bioma ampliamente distribuido en Venezuela, lo convirtió en el primer botánico y ecólogo experto de este ecosistema. Adicionalmente, en 1958, en el primer número de la *Revista Forestal Venezolana*, Tamayo publica un texto intitulado *Notas explicativas del ensayo del mapa fitogeográfico de Venezuela (1955)*, en el que define con mayor detalle las características del mapa.

En el *Atlas Oficial de Venezuela* publicado en 1969, aparece otra versión del mapa fitogeográfico reelaborado por Tamayo en 1975. A diferencia del mapa original, esta versión contiene una leyenda simplificada de 24 unidades y no incluye cultivos. En ambos mapas las unidades de vegetación se representan de una manera gráfica esquemática.

El año 1960 marca una fecha importante para la historia de la cartografía vegetal en Venezuela, cuando el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) presenta al público el primer *Atlas agrícola de Venezuela*,



Figura 2. Representación del Mapa fitogeográfico preliminar de la República de Venezuela. Fuente: Tamayo (1955)

al cual le sigue en 1961 el primer *Atlas forestal de Venezuela*. Ambas publicaciones contienen una serie de mapas a escala 1:4.000.000, además de numerosos mapas temáticos con menor nivel de detalle (escala 1:8.000.000), acompañados por tablas y gráficos interpretativos, y en ambos casos se hace uso sistemático de la aerofotogrametría, sistema ya consolidado en Venezuela en las dos décadas anteriores. La información fotográfica obtenida durante los vuelos de reconocimiento sobre amplias regiones del país y su posterior análisis e interpretación estereoscópica hizo posible, por primera vez, una visión precisa de la extensión de los grandes tipos de vegetación gracias a lo cual se logró una representación cartográfica mucho más real y detallada.

En 1960 también aparece impreso el tercer mapa de vegetación a escala de 1:2.000.000, titulado *Mapa de la vegetación de la República de Venezuela*, cuyo autor es Kurt Hueck, Ingeniero Forestal del Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA) de Mérida. Esta publicación también presentó una versión a escala reducida de 1:4.000.000, contenida en el *Atlas agrícola de Venezuela* del mismo año (1960). El mapa de Hueck viene a ser el primer trabajo de vegetación semiesquemático de Venezuela, y contiene un total de veinticuatro (24) unidades de vegetación, que comprenden selvas y bosques, chaparrales, estepas y praderas, manglares, páramos y otras unidades de vegetación especial (**Figura 3**).

El mapa de Hueck indica, con notable precisión, la extensión de las unidades de vegetación ubicadas al norte del río Orinoco. Sin embargo, en la mitad sur del país (estados Bolívar y Amazonas) prevalece, para entonces, la representación esquemática debido a la falta de información aerofotográfica para estas regiones.

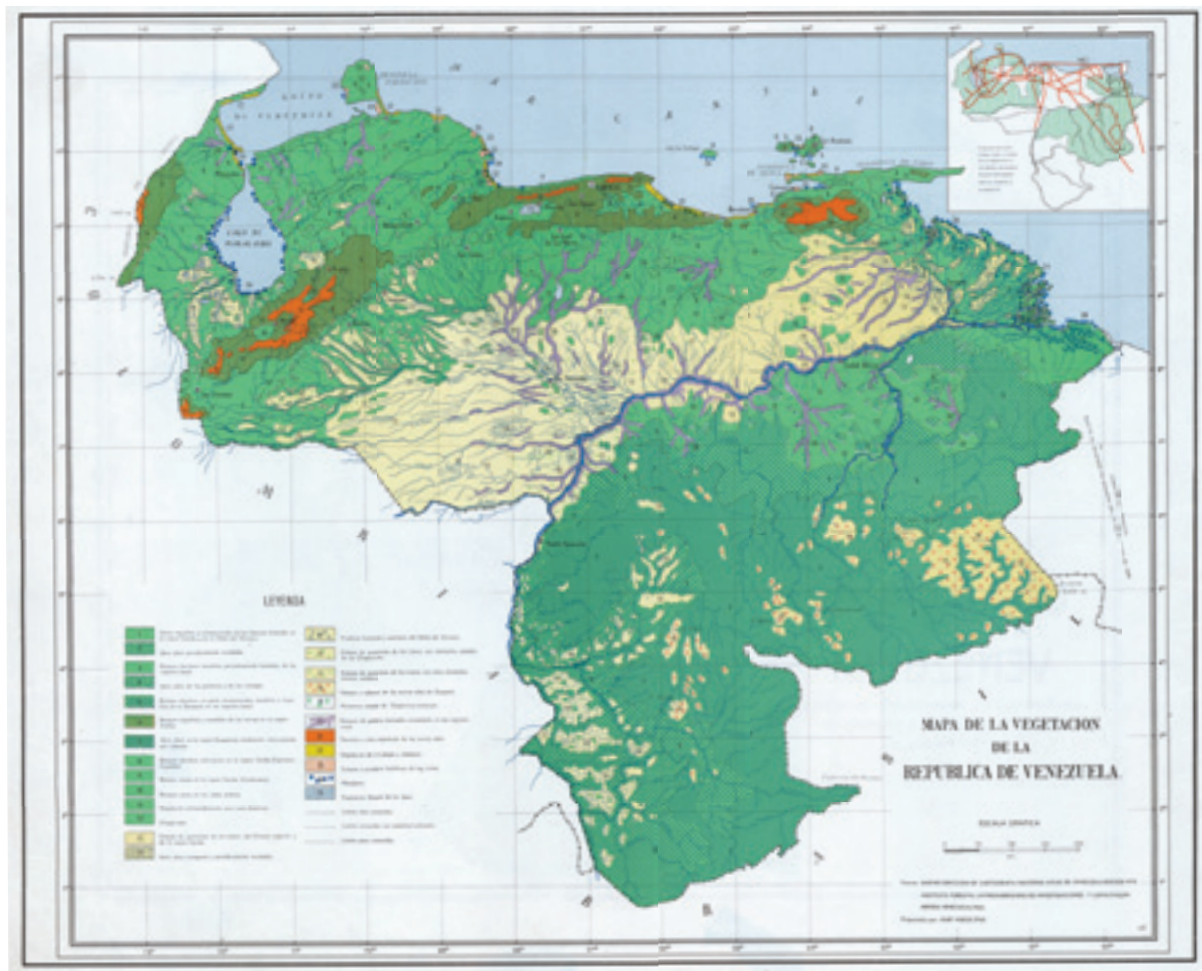


Figura 3. Representación del Mapa de la vegetación de la República de Venezuela. Fuente: Hueck (1960)

Esta situación es resuelta en 1971, cuando se dispone de los levantamientos de radar efectuados para estos estados entre los años 1960 y 1970, por la empresa Aeroservice en el marco del Programa *Conquista del Sur* (CODESUR), promovido por el MOP.

En 1968, el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), a través del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), publica un novedoso mapa titulado *Mapa ecológico según la clasificación de zonas de vida del mundo* de L.R. Holdridge. Este mapa indica, a la misma escala 1:2.000.000, las zonas de vida del país, elaboradas mediante una fórmula bioclimática, basada en la relación entre los parámetros temperatura y precipitación media anuales con la evapotranspiración potencial (Ewel & Madriz 1968).

El "Mapa ecológico según Holdridge", como se le conoce usualmente, tuvo una amplia difusión en Venezuela y en la mayoría de los países latinoamericanos donde este sistema fue adoptado para la representación de la cobertura vegetal. A pesar de estar basado en una fórmula bioclimática, según la interpretación de los autores, la leyenda emplea exclusivamente nombres de categorías de vegetación que corresponden a cada intervalo calculado con la fórmula bioclimática. En 1976 se publicó una nueva edición del mapa y del texto explicativo titulado *Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico*. Como es de suponer, tratándose de un mapa basado en criterios bioclimáticos, las unidades están representadas en forma esquemática para todo el país, apoyándose en los niveles altitudinales del relieve (Ewel, Madriz & Tosi 1976) (**Figura 4**).



Figura 4. Representación del Mapa ecológico según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge.

Fuente: Ewel *et al.* (1976)

Con la llegada de las primeras imágenes de sensores remotos generadas desde satélites artificiales, la cartografía vegetal experimenta cambios sustanciales. Las imágenes en blanco y negro de los primeros satélites LANDSAT (1976-1978) por primera vez permitieron contar con una visión de conjunto de toda la cobertura de la Tierra. En Venezuela se implementaron rápidamente estas herramientas para producir nuevas generaciones de mapas temáticos. En 1977, con el recién creado Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), comenzó la elaboración de un detallado inventario de los recursos naturales de todo el país, similar al *Projeto RADAM* de Brasil iniciado en la misma década. El proyecto nacional, apoyado por agencias internacionales como la FAO de las Naciones Unidas, recibió el nombre de *Sistemas Ambientales Venezolanos -Proyecto VEN/79/001*, y fue ejecutado en cuatro años por un equipo de profesionales altamente calificados, bajo la coordinación de Deud Dumith.

En el marco de este proyecto se produjo el *Mapa de la vegetación actual de Venezuela*, publicado en 1982, que consistió en un informe técnico acompañado por un atlas, con setenta y cinco (75) cartas en blanco y negro, a escala 1:250.000 (MARNR 1982). Luego, en 1983, a través del Programa Agroforestal el MARNR publicó una síntesis con un atlas de las 75 cartas reducidas a la escala de 1:500.000. En estos mapas se utilizó una leyenda totalmente novedosa, que incorpora tanto los criterios estrictamente vegetales, como otros relacionados: geomorfología, clima, piso altitudinal, grado de inundación, etc. De esta forma, la leyenda permite conocer con mayor propiedad y detalle el tipo de vegetación y las variables ambientales asociadas para cada región del país. Por mucho tiempo este grupo de cartas constituyó la información cartográfica vegetal más detallada disponible. En la **figura 5** se presenta a manera referencial los resultados del reprocesamiento de esta información, en formato digital, realizado por Madi y colaboradores (2008), como parte de un proyecto del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MinAmb).



Figura 5. Representación del Mapa de la vegetación actual de Venezuela (1979-1982). Fuente: Madi *et al.* (2008)

En el proyecto *Sistemas Ambientales Venezolanos*, se utilizó tanto la información proveniente de sensores remotos como la tradicional aerofotográfica, con un buen control de campo especialmente en la mitad norte del país. Por esta razón se puede afirmar que las unidades de vegetación cartografiadas (polígonos) corresponden generalmente a extensiones territoriales efectivamente observadas en la naturaleza en esta “ventana temporal” entre 1972 y 1979. Esto configura el primer mapa de vegetación no esquemático producido en Venezuela, aunque es necesario destacar que no todos los polígonos pudieron identificarse o clasificarse unívocamente en su contenido vegetal a través de las imágenes, en especial en las regiones menos accesibles y más desconocidas al sur del país.

En 1985, la Dirección de Vegetación del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) publicó un voluminoso *Atlas de la vegetación de Venezuela*. Este documento, coordinado por Edward Ara, reúne numerosos mapas, diagramas y tablas sobre diferentes aspectos de la vegetación venezolana, así como textos ilustrados explicativos sobre los principales paisajes vegetales del país preparados por varios científicos de la época, incluyendo a J.A. Steyermark, V. Vareschi y J.P. Veillón. En el anexo de ese atlas se inserta una lista detallada de especies arbóreas encontradas hasta la fecha en el territorio nacional, así como una exhaustiva bibliografía temática.

En 1998, Otto Huber y Clara Alarcón publican el *Mapa de vegetación de Venezuela*, a escala 1:2.000.000 (**Figura 6**). Consta de dos caras, la principal con la figura del mapa y sus leyendas, y la cara posterior dividida en tres columnas: la sección central con una explicación sobre la estructura, alcance y definiciones del mapa, y las dos secciones laterales con caracterizaciones breves de cada una de las ciento cincuenta (150) unidades de vegetación. La base de información proviene del *Mapa de la vegetación actual de Venezuela* publicado por



Figura 6. Representación del Mapa de Vegetación de Venezuela. Fuente: Huber y Alarcón (1988)

el proyecto *Sistemas Ambientales Venezolanos* (MARNR 1982), de nuevas imágenes satelitales obtenidas hasta 1985, y de la experiencia de campo acumulada por los autores.

La representación de la vegetación se estructuró en cuatro niveles jerárquicos: regiones, subregiones, sectores y unidades, de menor a mayor detalle. La leyenda, por su parte, se elaboró siguiendo un esquema simplificado de parámetros ambientales y de vegetación. Igualmente, incluye una leyenda por grandes biomas vegetales, mediante una escala de colores.

A partir del año 1993, la Dirección de Vegetación del MARNR emprendió la elaboración de un nuevo mapa de vegetación del norte de Venezuela a escala 1:250.000, utilizando como base la información de imágenes LANDSAT TM y empleando una leyenda compatible con la del mapa de Huber y Alarcón (1988). Este proyecto, coordinado por Delfina Rodríguez (MARNR 1993-1996), generó inicialmente ocho mapas impresos que cubren mayormente la región de los Llanos suroccidentales y parte de los Andes surorientales. El resto de los mapas fueron elaborados en formato electrónico, pero la distribución pública de este material es limitada.

En el año 2003, el MARN publica un *Mapa de vegetación de Venezuela*, a escala 1:2.000.000, el cual cubre la Zona en Reclamación o Guayana Esequiba (**Figura 7**). Este mapa, elaborado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) y distribuido en forma impresa y electrónica, se basa esencialmente en la información contenida en el mapa de vegetación de Huber y Alarcón (1988), con modificaciones menores en las zonas limítrofes a la línea de demarcación entre Venezuela y Guyana.

Una de las iniciativas más recientes a escala nacional en la cartografía vegetal es el Proyecto MARNOT (Manejo de Recursos Naturales y Ordenamiento de Tierras) del MARN. Este proyecto, concluido en 2007, tuvo como objetivo la actualización de los datos contenidos en los *Sistemas Ambientales Venezolanos*, a partir de la interpretación de imágenes de satélite recientes. La información resultante fue incluida en bases de datos geográficas, disponible en forma electrónica y distribuida a través del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), adscrito actualmente al MinAmb.

En el futuro será posible la producción de una nueva generación perfeccionada de mapas de vegetación para Venezuela, gracias a la disponibilidad de imágenes satelitales cada vez con mayor resolución espacial, así como de datos de relieve obtenidos en forma sistemática y precisa para todo el país a partir de sensores remotos y otras herramientas geoespaciales, junto con el uso de los Sistemas de Información Geográfica. El uso de estas herramientas de la geomática permite incorporar tanto parámetros ambientales como aspectos sociales complementarios, todos susceptibles de actualizarse en intervalos cortos de tiempo, incorporándose la condición dinámica de los datos, lo que facilita el proceso de planificación y de ordenamiento territorial. Adicionalmente, al formar parte de una base de datos, cada variable puede ser actualizada independientemente sin afectar la funcionalidad de las restantes; y la escala de representación puede variar, quedando limitada sólo por la escala del levantamiento y la calidad de la información.

En este sentido, para garantizar la generación de información confiable y de alto nivel, es imprescindible que los datos empleados para la elaboración de estos futuros mapas sean de una calidad igualmente elevada y confiable. Cada comunidad vegetal y cada tipo de vegetación presente en un lugar son el producto de numerosos procesos de adaptación y de evolución histórica que deben ser reconocidos, clasificados e interpretados mediante estudios de índole florística, ecológica y geográfica. En muchas regiones del trópico americano estos estudios todavía no se han realizado en forma sistemática ni con el mismo nivel de detalle, lo cual implica que aún existen importantes extensiones de territorio que carecen de información fiable.

En cuanto a la velocidad de producción de estos nuevos inventarios florísticos y estudios fitoecológicos de campo, lamentablemente es probable que no se cuente con el tiempo necesario para su desarrollo, considerando el acelerado y cada vez más intenso proceso de sustitución de la vegetación natural con altos niveles de biodiversidad, por vegetación secundaria, florística y ecológicamente empobrecida. Es necesario enfatizar que, una vez destruida la vegetación natural, es muy difícil y hasta imposible su restablecimiento en términos de dimensiones temporales humanas, ya sea en lustros (50 años) o en siglos (100 años).

REPRESENTACIÓN DE LAS FORMACIONES VEGETALES DE VENEZUELA 2010

Con base en los nuevos avances tecnológicos, como lo son las imágenes satelitales de excelente resolución espacial, los datos de relieve sistemáticos obtenidos por sensores remotos, o los Sistemas de Información Geográfica, entre otros, se consideró que era el momento oportuno para el desarrollo de un nuevo mapa de vegetación para Venezuela.

En este sentido, a partir del año 2008 se inició un nuevo esfuerzo sistemático con el objetivo de precisar la distribución actual y el grado de integridad de las formaciones vegetales de Venezuela, ajustando imprecisiones de los productos previos y aprovechando las nuevas tecnologías, para determinar con exactitud los límites e identificación de dichas formaciones vegetales.

El primer paso, desarrollado al inicio de este capítulo, fue la revisión exhaustiva de toda la cartografía vegetal desarrollada en el país, unido a un proceso de levantamiento de la información publicada, en especial los trabajos generados durante los últimos 30 años.

El empleo de herramientas de sistemas de información geográfica contribuyó en la creación de bases de datos georreferenciadas, que permitieron integrar los mapas de vegetación existentes con un modelo digital de elevación del terreno e imágenes de satélite (radar y multiespectral).

La disponibilidad de datos sobre relieve con mayor precisión a nivel nacional, permitió ajustar la extensión de las unidades de vegetación reseñadas en la cartografía previa. Esto facilitó realizar estimaciones más precisas y exactas en cuanto a la cobertura de esas unidades. Por otro lado, al disponer de imágenes de satélite, tanto de radar como de sensores ópticos multiespectrales, es posible evaluar las condiciones del terreno sin el efecto de las nubes, al mismo tiempo que se cuenta con una alta resolución espacial y espectral.

Para la identificación de cada tipo de unidad se emplearon imágenes de satélite de diferentes fechas y fuentes, a los fines de considerar algunos fenológicos y ecológicos de los distintos tipos de vegetación, como la caducifolia o la condición de inundación del terreno, ya que las variaciones en estos generan respuestas muy diferentes en las imágenes de satélite. En el caso específico de los satélites ópticos se utilizaron combinaciones de bandas para una diferenciación más precisa entre las unidades de vegetación y coberturas (IGAC 2005).

Para la interpretación de imágenes satelitales y sensores multiespectrales, como Landsat (TM y ETM), Aster y SPOT, se utilizó la ventana correspondiente al período 2000-2009. Las imágenes Landsat TM y ETM fueron obtenidas en forma gratuita de sitios especializados en Internet y del Joint Research Center de la Unión Europea. La información proveniente del satélite SPOT fue facilitada por el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes de la Fundación Instituto de Ingeniería, ubicado en Caracas. Las imágenes Aster provinieron del banco de datos de los proyectos del Laboratorio de Biología de Poblaciones, del Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Como información de apoyo se usaron imágenes de otros sensores disponibles en Google-Earth, en su versión 5.2.1.1588.

En el caso de radar, se utilizaron imágenes del satélite ALOS PALSAR, sensor ScanSAR, bajo el modo de polarización HH, y que fueron proporcionadas al Joint Research Centre por JAXA, a través del proyecto Kyoto y Carbono. Con las imágenes correspondientes al período desde el 27 de abril hasta el 17 de mayo de 2007, Gianfranco De Grandi y Hugh Eva (Environmental Centre, Joint Research Centre, Unión Europea), generaron una composición para toda Venezuela.

Las unidades vegetales identificadas a partir de la interpretación visual de las imágenes mencionadas, fueron cotejadas con la literatura especializada y con la información cartográfica previa (Maguire 1955, MARNR 1982, Matteucci 1987, Huber & Alarcón 1988, Canales & Dorta 1991, Colonnello 1995, Huber 1995a, Huber 1995b, Cumana 1999, Chuvieco *et al.* 2002, Camaripano-Venero & Castillo 2003, Fudena 2003, Colonnello 2004, Gonzalez 2004, González *et al.* 2004, Medina & Barboza 2006, Aymard & González 2007, Fernández *et al.* 2007, Huber 2007a, Schargel 2007, Colonnello *et al.* 2009, Lazo 2009, Leopardi *et al.* 2009, Colonnello 2010, González 2010, Hernández-Montilla 2010).

Para establecer con exactitud las formaciones y paisajes vegetales, fue preciso realizar una correlación entre los dos gradientes dinámicos principales (térmico e hídrico), y su influencia sobre la cobertura vegetal natural de Venezuela.

Por su ubicación en la región tropical, todo el territorio venezolano recibe una elevada cantidad diaria de radiación solar, con pocas variaciones a lo largo del año. De esta manera se obtiene un balance térmico altamente positivo que favorece el crecimiento sostenido de una gran masa vegetal. Por otra parte, a esta constancia térmica latitudinal se contrapone un gradiente térmico altitudinal, generado por la presencia de un terreno fisiográfico muy variado que va desde 0 a 5.000 metros de elevación.

En Venezuela la temperatura disminuye aproximadamente a 0,67°C por cada 100 metros de elevación sobre el nivel del mar (Jahn 1934, Röhl 1951). En términos geobotánicos, Pittier (1935) distingue en Venezuela los pisos altitudinales "tierra caliente", "tierra templada", "tierra fría" y "tierra gélida". Cada uno de ellos está caracterizado por un intervalo térmico altitudinal propio llamado *macrotérmico* (o *megatérmico*), *mesotérmico* o *microtérmico*, en sentido decreciente. A lo largo de este gradiente térmico altitudinal se desarrollaron pisos con vegetación específica.

A diferencia del régimen térmico de la Tierra (causado y condicionado por la radiación solar que es un fenómeno cósmico), el régimen hídrico es el resultado de fenómenos telúricos, es decir, procesos generados directamente en la superficie terrestre y que son el producto de la interacción de mares y continentes con los vientos. En el caso de Venezuela, el balance hídrico atmosférico es controlado principalmente por el régimen de los vientos alisios que soplan de dirección noreste a suroeste, desplazando masas de aire húmedo desde el océano Atlántico hacia el continente y sobre todo el país. Durante el período de abril a noviembre de cada año, los vientos alisios se ven reforzados o hasta reemplazados por fenómenos climáticos regionales del trópico americano, llamados Zona de Convergencia InterTropical (ZCIT, o ITCZ por sus iniciales en inglés). Por esta razón en Venezuela existe un régimen pluviométrico marcadamente biestacional, caracterizado por una alternancia de un período de menor pluviosidad ("verano" o estación de sequía, usualmente entre noviembre y abril) con otro de mayor pluviosidad ("invierno" o estación de lluvias, usualmente entre mayo y noviembre).

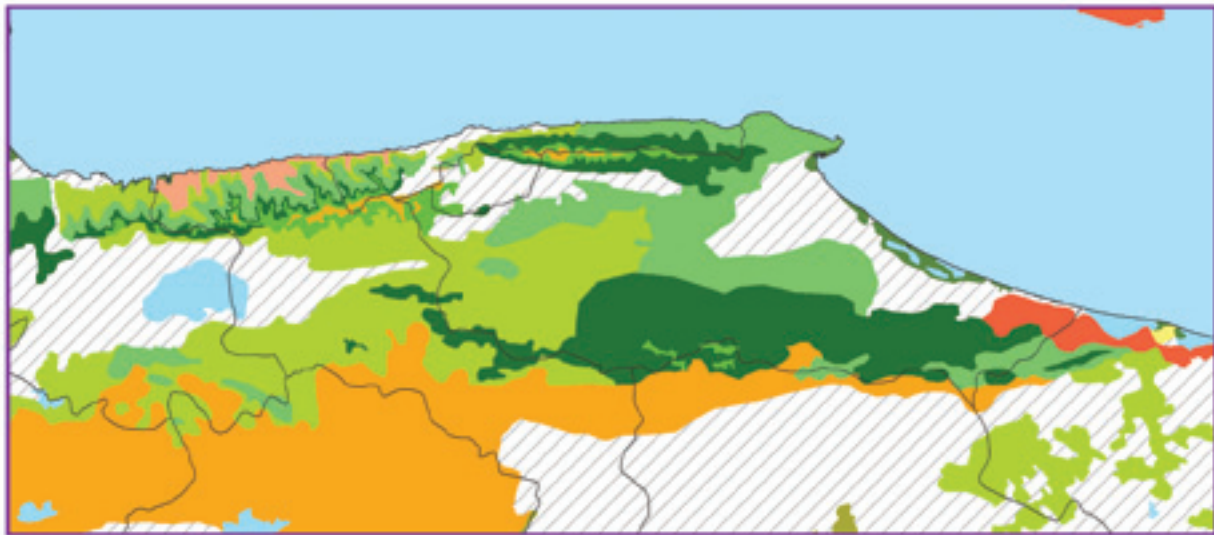
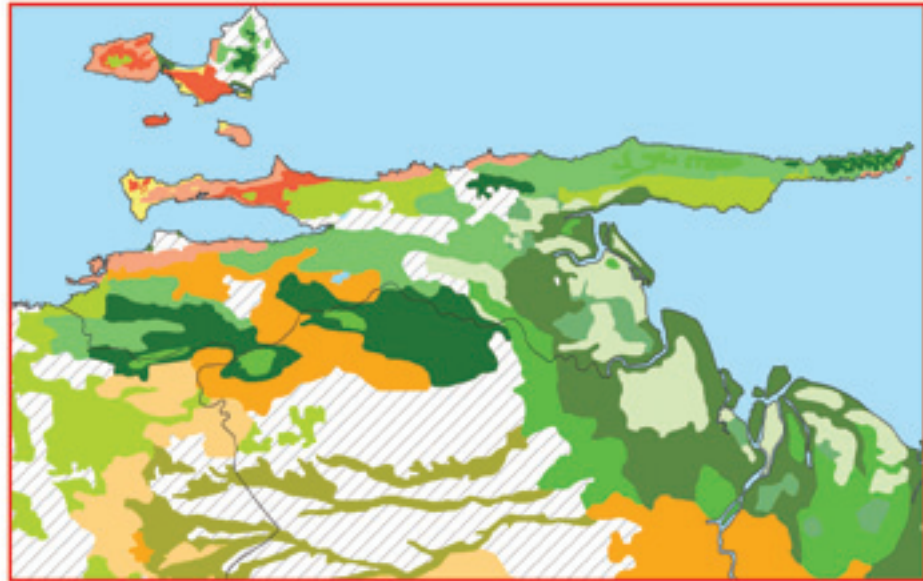
Las características fisiográficas del país, con tres grandes sistemas de montañas y amplias llanuras, producen efectos importantes sobre la distribución no sólo estacional, sino también geográfica (regional y local) de las lluvias en todo el territorio. En líneas muy generales se observan, también en este caso, por lo menos dos gradientes pluviométricos, uno desde el noreste atlántico hasta la cordillera de los Andes y otro desde la costa del Caribe hasta la planicie amazónica, en el extremo sur del país. En la Venezuela continental, la cantidad de lluvia que cae en un promedio anual oscila entre 360 y 4.300 mm, abarcando desde un régimen semidesértico hasta el perhúmedo (Andressen 2007). No obstante, la cantidad absoluta de agua que cae en un determinado lugar es de importancia relativa para la cobertura vegetal, siendo más importante la distribución de la cantidad de lluvia durante los diferentes meses del año. De esta forma, se distingue entre meses secos (usualmente con < 50 mm lluvia promedio), meses húmedos (entre 50 y 100 mm) y meses perhúmedos (con > 100 mm). A su vez el régimen pluvial anual se expresa en tres niveles climáticos:

- a) Seco, con 6 o más meses secos. A este nivel también se le denomina *xerófilo* o *árido*, y corresponde con el *clima desértico* y *semidesértico* según Köppen (1948),
- b) Estacional, con 2-6 meses secos. Denominado *tropófilo* o *alisio*, o *clima de sabana* según Köppen (1936),
- c) Húmedo, con < 2 meses secos al año. Denominado *pluvial* u *ombrófilo* o *clima del bosque lluvioso* según Köppen (1936).

























En atención a todas estas consideraciones, así como a la interpretación visual y al análisis de las imágenes mencionadas, y a la comparación con la cartográfica y literatura especializada, se logró reconocer para Venezuela nueve grandes tipos de formaciones vegetales naturales (algunas de las cuales cuentan con subtipos), una cobertura de áreas eminentemente intervenidas, además de los cuerpos de agua (**Figura 8**).

FORMACIONES

VEGETALES DE VENEZUELA 2010



LEYENDA

	Bosques siempreverdes <i>per se</i>		Arbustales siempreverdes <i>per se</i>		Herbazales de pantano
	Bosques nublados		Arbustales tepuyanos		Herbazales arbustivos sobre arena
	Bosques de palmas		Arbustales espinosos		Herbazales tepuyanos
	Bosques de pantano		Arbustales litorales		Herbazales litorales
	Bosques de manglares		Arbustales ribereños		Vegetación saxícola
	Bosques semidecíduos		Arbustales y herbazales parameros		Áreas intervenidas
	Bosques deciduos		Sabanas abiertas		Cuerpos de agua
	Bosques ribereños		Sabanas arbustivas y/o arboladas		Límite internacional

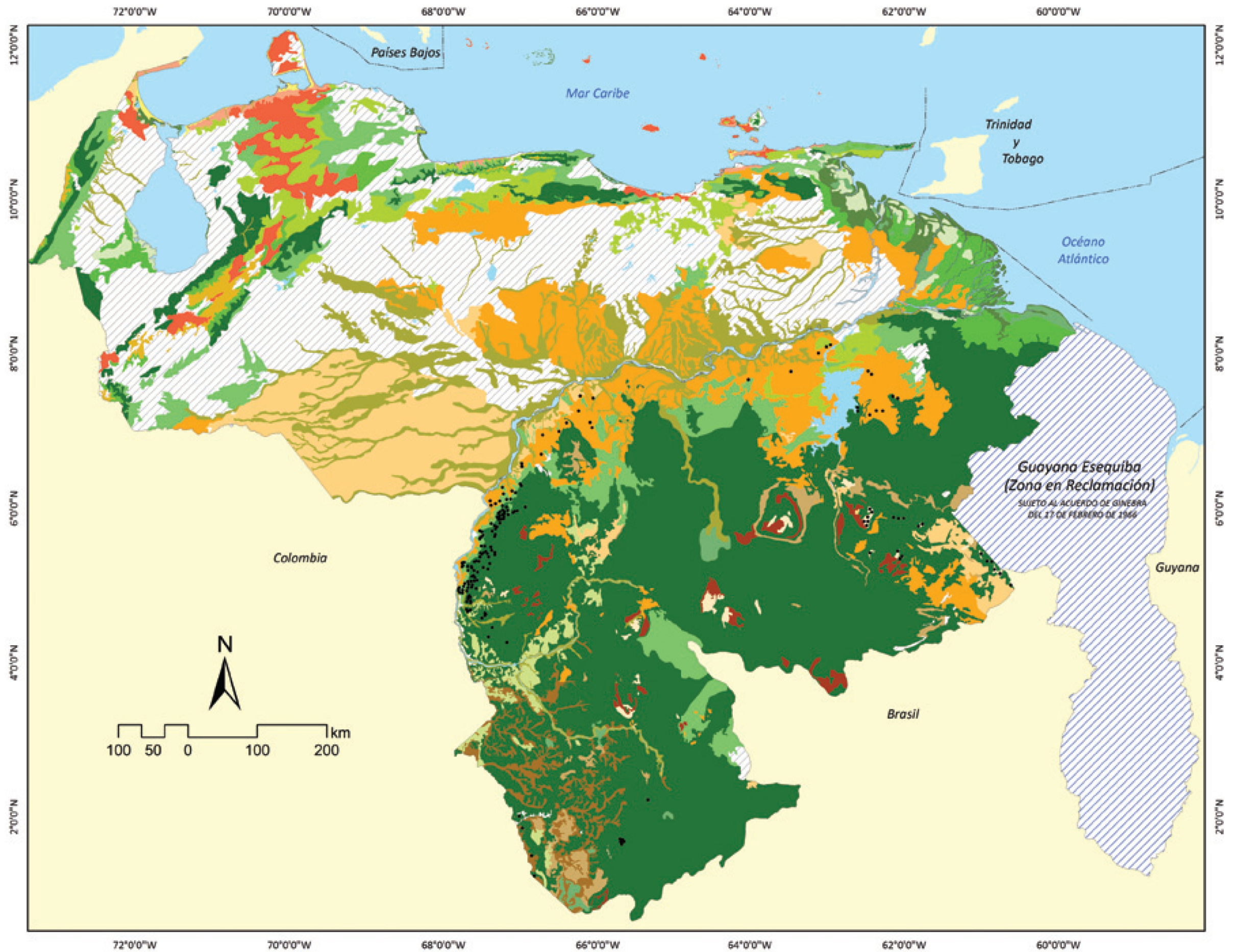


Figura 8. Representación de las formaciones vegetales de Venezuela, elaborado por Huber y Oliveira-Miranda (2010).



Rebecca Miller

REPRESENTACION DE LAS FORMACIONES VEGETALES DE VENEZUELA 2010

Otto Huber & María A. Oliveira-Miranda
Caracas – Venezuela, 2010

Con la colaboración de:

Hugh Eva, Giuseppe Colonnello,
Mariana Hernández-Montilla, Rosa De Oliveira-Miranda,
Sergio Zambrano-Martínez.

Patrocinado por:

The Nature Conservancy, Conservation International (Venezuela), Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Joint Research Centre (European Commission), Stichting Hugo de Vries-fonds (Holanda), Lenovo Venezuela, Compañías Shell en Venezuela y Provita.

Base cartográfica

- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2005), Mapa Político de la República Bolivariana de Venezuela.
- MARNR (1982), Mapa de la Vegetación actual de Venezuela. MARNR, Caracas.
- Huber & Alarcón (1988), Mapa de la Vegetación actual de Venezuela. TNC-MARNR, Caracas.
- USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 1 Arc Second scene SRTM_u03_n008e004, Unfilled Unfinished 2.0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.

Cada formación de vegetación está conformada por unidades de vegetación o fitocenosis, cuya composición florística difiere a lo largo y ancho de la extensión de la formación vegetal a la que pertenece, lo cual le proporciona características únicas. Tales distinciones corresponden a las diferencias en la historia fitogeográfica (ecológica y evolutiva) de cada fitocenosis:

1. Bosques siempreverdes

Son aquellos en los cuales la sustitución de la masa foliar se realiza paulatinamente a lo largo del año. Los árboles dominantes nunca se presentan desprovistos de hojas y, menos de 25% de los individuos pierde su follaje durante la estación de sequía (**Foto 1**) [Huber & Alarcón 1988]. En Venezuela están asociados a ambientes desde macrotérmico a mesotérmicos, con temperaturas medias anuales que van de más de 24°C hasta 12°C, abarcando diferentes pisos altitudinales. Es la formación boscosa de mayor superficie en el país y, en especial, en la Guayana venezolana. Desde el punto de vista climático, los bosques siempreverdes son húmedos u ombrófilos, ya que durante la mayor parte del año tienen exceso de agua, proveniente de lluvia o por saturación del suelo, con una precipitación media anual superior a 1.400 mm y con 1 a 2 meses ecológicamente secos. Bajo esta categoría se incluye los bosques sub-siempreverdes o semi-siempreverdes. Dentro de los bosques siempreverdes pueden distinguirse subtipos específicos, en función de características distintivas, tales como su ubicación en determinados pisos altitudinales, la condición de anegación del terreno, la predominancia de una determinada especie, entre otros. De este modo, además de los llamados en general bosques siempreverdes, están cinco subtipos:



Foto 1. **Bosque siempreverde *per se*, Guayaraca, Canaima, estado Bolívar.** Giuseppe Colonnello



Foto 2. **Bosque nublado, Parque Nacional Henri Pittier, estado Aragua.** César Molina



Foto 3. **Bosque de palmas (maporal), Tocuyo, estado Yaracuy.** Giuseppe Colonnello

a) Bosques siempreverdes *per se*: se caracterizan porque los árboles dominantes pierden su follaje gradualmente, pero mantienen siempre un gran porcentaje, incluso durante los meses más secos. Son bosques de tierras bajas que se desarrollan entre 0 y 400 msnm, aunque pueden llegar a ser basimontanos y submontanos. La temperatura media anual oscila entre 26°C y 28°C (macrotérmicos), y reciben una precipitación anual entre 1.700 y 3.800 mm. También se les denomina bosques húmedos, higrófilos, pluviales, basimontanos, submontanos, esclerófilos, macrotérmicos, entre otras. En algunos casos incluyen los llamados bosques sub-siempreverdes o semi-siempreverdes. Se diferencian de los bosques nublados por su ubicación altitudinal y por fuertes variaciones en su constitución florística, mientras que se separa de otros bosques siempreverdes de zonas bajas (manglares, de palmas y bosques de pantano) por su mayor diversidad florística, entre otras características (**Foto 1**).

b) Bosques nublados: es una comunidad con vegetación arbórea que forma por lo menos un estrato de copas (dosel) más o menos continua, generalmente de más de 5 metros de altura, de vertientes montañosas envueltas en nieblas o nubes durante la mayor parte del año, y con alta presencia de epífitas. Se desarrolla por encima de 800 m de altitud y en algunas clasificaciones equivale a bosques montanos. No obstante, no existe una cota o elevación que determine su aparición, por el contrario, varía entre las formaciones montañosas, dependiendo de la altitud y extensión de éstas (efecto de masa), de su ubicación geográfica relativa y su exposición a los vientos. De este modo surgen bosques nublados andinos y bosques nublados de la cordillera de la Costa. Adicionalmente, aparecen formaciones con características de bosques nublados en el cerro Santa Ana, en el estado Falcón, y en el cerro Copey, en la isla Margarita, a elevaciones más bajas que en otros macizos montañosos de mayor extensión. Una característica visual que resalta es la presencia de nubes durante más de la mitad del año (**Foto 2**).

c) Bosques de palmas: se refiere a una agregación natural y vistosa de palmas cuya forma de vida se considera arbórea (porte alto), y que se encuentra asociada a ambientes macrotérmicos cuyo régimen climático se considera húmedo (ombrófilo). Su desarrollo se produce sobre terrenos temporal o permanentemente inundados. Cuando la palma predominante es el moriche (*Mauritia flexuosa*) se les denomina "morichal", mientras que cuando domina la palma mapora o chaguaramo (*Roystonea oleracea*) se le conoce como "maporal" o "chaguaramal". Puede estar acompañado de otras especies arbóreas, pero hay predominio evidente de palmas. Esta formación es diferente de las sabanas con palmas, típica de los llanos y presente en la Gran Sabana. En Venezuela, los bosques de palmas se encuentran como remanentes en los estados Falcón, Yaracuy y Miranda, y como extensiones más importantes en los estados Delta Amacuro, Amazonas y Bolívar (**Foto 3**).

d) Bosques de pantano: se caracterizan por presentar suelos con una lámina de agua o bajo condiciones permanentes de saturación, aún al final de la época de sequía. Tienen un estrato arbóreo superior constituido por individuos de gran porte que alcanza hasta 25 metros. Entre las especies arbóreas dominantes



Foto 4. **Bosque de pantano, Turuépano, estado Sucre.**
Giuseppe Colonnello

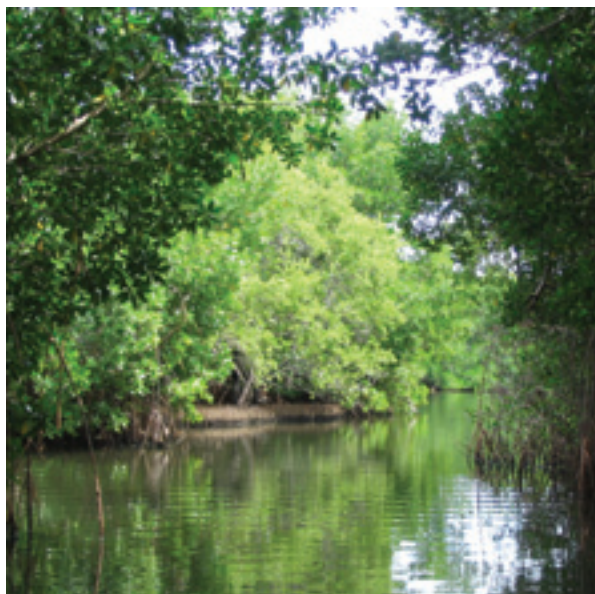


Foto 5. **Bosque de manglar, La Restinga, estado Nueva Esparta.** Pedro Uviedo

se encuentran sangre de drago (*Pterocarpus officinalis*), varillo (*Symphonia globulifera*) y varias palmas. Pueden ser de dos tipos, los asociados a suelos minerales, con inundación temporal, también conocidos como bosques de ciénagas, y aquellos sobre suelos orgánicos o turbas, permanentemente inundados o anegados. En Venezuela los bosques de pantano se encuentran principalmente en los estados Sucre y Delta Amacuro (**Foto 4**).

e) Bosques de manglares: son comunidades arbóreas que van de 3 a 30 metros de alto, restringidas principalmente a zonas costeras y estuarios, y a áreas bajo efecto de las mareas cuando están presentes en ríos (**Foto 5**). Por su asociación a suelos planos y fangosos influenciados por las mareas, soportan condiciones relativas de alta salinidad o salobres. Los manglares de mayor porte son los ubicados al oriente de Venezuela, desde el sur del estado Sucre hasta el delta del Orinoco, en el estado Delta Amacuro (MARNR 1986). Pueden ser monoespecíficos, o presentarse en combinaciones de dos o tres especies de los géneros *Rhizophora*, *Avicennia* y *Laguncularia*. Las siete especies de manglar reportadas para Venezuela no se presentan simultáneamente en la misma área. Es posible encontrar otras especies tolerantes a cierto grado de salinidad como *Pterocarpus officinalis*, *Montrichardia arborescens*, *Acrostichium aureum* y *Crinum* spp. (Colonnello et al. 2009).

2. Bosques semidecuiduos

Se caracterizan porque entre 25% y 75% de los individuos pertenecientes a las especies arbóreas dominantes pierde el follaje durante la época de sequía (Huber & Alarcón 1988). Están restringidos a las regiones macrotérmicas y submesotérmicas del país. De acuerdo con la disponibilidad de agua pueden ser tropófilos (estacionales) u ombrófilos (húmedos). Desde el punto de vista altitudinal, pueden ir desde tierras bajas en la Depresión del lago de Maracaibo y en los Llanos occidentales, hasta 1.200 metros de elevación en las cordilleras de los Andes y de la Costa, por lo que pueden considerarse basimontanos y montanos (**Foto 6**).

3. Bosques deciduos

Se caracterizan porque al menos 75% de los individuos arbóreos pierden su follaje durante la época de sequía. Están restringidos a zonas macrotérmicas y climáticamente son tropófilos. Se ubican principalmente en tierras bajas, al norte de Venezuela, sin embargo, en algunas zonas colinosas alcanzan de 500 a 600 metros de elevación. Probablemente, junto con los bosques semidecuiduos, se trata de la formación boscosa menos representada en Venezuela (**Foto 7**).



Foto 6. **Bosque semidecidual, estado Zulia.** Giuseppe Colonnello



Foto 7. **Bosque decidual, estado Cojedes.** César Molina



Foto 8. **Bosque ribereño, afluente del río Capanaparo, estado Apure.** Giuseppe Colonnello

4. Bosques ribereños

Se extienden a lo largo de las orillas de los ríos, normalmente sobre bancos y albardones fluviales (**Foto 8**). De tipo macrotérmico, el régimen de precipitación puede ser húmedo (ombrófilos), estacional (tropófilos) e incluso seco (xerófilo).



Foto 9. **Arbustal paramero, estado Mérida.** David Southall



Foto 10. **Arbustal tepuyano, serranía de Maigualida, estado Bolívar.** Otto Huber

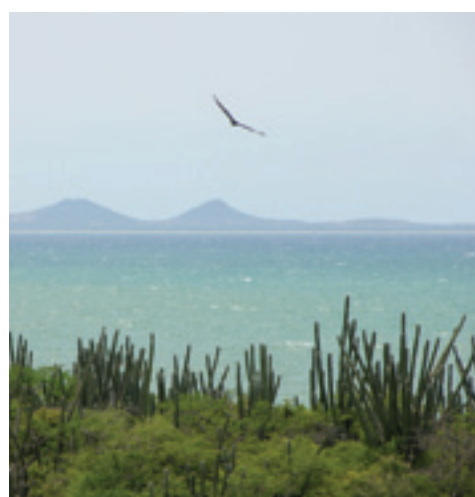


Foto 11. **Arbustal espinoso, península de Macanao, estado Nueva Esparta.** David Southall

5. Arbustales siempreverdes

Son comunidades vegetales arbustivas (usualmente plantas leñosas de menos de 5 metros de altura), asociadas a ambientes húmedos (ombrófilos). Están presentes en áreas que van desde lo macrotérmico, en todo el país, hasta lo microtérmico, en los Andes y en la Guayana. En las tierras bajas y medias de la Guayana son comunidades conformadas por especies con hojas mayormente de consistencia coriácea, que suelen crecer en las orillas de ríos de aguas negras. Entre los arbustales siempreverdes destacan tres subtipos bien diferenciados por sus especies constitutivas y su ubicación geográfica.

a) Arbustales siempreverdes *per se*: comunidad vegetal con predominio de plantas arbustivas que no exceden los 5 metros de altura, asociadas a ambientes húmedos y frecuentemente macrotérmicos. Sus elementos arbustivos se caracterizan porque la sustitución de la masa foliar se realiza paulatinamente a lo largo del año, de manera que los arbustos nunca se presentan desprovistos de follaje, y sólo una fracción lo pierde durante los meses más secos. Se encuentran principalmente en los estados Bolívar y Amazonas. En las tierras bajas y medias de Guayana son comunidades conformadas por especies con hojas mayormente de consistencia coriácea, que suelen crecer en las orillas de ríos de aguas negras.

b) Arbustales parameros: son comunidades que van desde rosetales puros a arbustales puros, dependiendo de la altitud, el drenaje y otros factores, siendo el rosetal-arbustal la formación más típica (**Foto 9**). Consta de varios estratos, alcanzando más de 1,5 m de alto. Entre otros géneros característicos, resalta *Espeletia* spp. conocido como frailejón (Ataroff & Sarmiento 2004). Pese a que es una formación característica de la cordillera andina, ubicada por encima de 2.500 msnm, existen algunos parches en las zonas más altas de la cordillera de la Costa que son reconocidos como arbustales paramoides (Huber & Alarcón 1988).

c) **Arbustales tepuyanos**: son comunidades formadas por arbustos de 0,5 a 2 metros de alto, con ramificaciones en la base y hojas coriáceas mayormente aglomeradas al final de las ramas. La mayoría de los arbustos tepuyanos tiene flores o inflorescencias vistosas (**Foto 10**). Se desarrollan en la cima de los tepuyes y tienen un alto nivel de endemismo (Huber 1995b).

6. Arbustales espinosos

Son comunidades vegetales cuya composición florística está conformada por arbustos y arbolitos bajos (usualmente <5 m de alto), la mayoría provistos con espinas, y cactáceas (**Foto 11**). Cuando predominan los arbustos espinosos se le denomina espinar, mientras que si la dominancia es de las cactáceas se le llama cardonal. La condición más frecuente de estas comunidades vegetales es encontrar una mezcla entre espinares y cardonales. La composición de especies de cada unidad está influenciada por la disponibilidad de agua, tipos de suelo, salinidad, entre otros aspectos ambientales. Un subtipo de arbustales espinosos, de porte más bajo, son los arbustales espinosos litorales, donde las especies tienden a ser las mismas, pero hay un predominio de aquellas con mayor resistencia a la salinidad. Los arbustales espinosos se distribuyen en las zonas secas del norte de Venezuela y, en el caso de los litorales, siguiendo la franja costera continental e insular.

7. Arbustales ribereños

Se trata de comunidades vegetales integradas por arbustos altos. Se encuentran restringidos a las tierras bajas del estado Amazonas, específicamente por debajo de 400 m de elevación, y asociados a cursos de aguas negras naturales (**Foto 12**). En la penillanura del Casiquiare, en zonas totalmente planas, con períodos de inundación de más de seis meses por año, se encuentra un tipo particular de estos arbustales, dominado por agrupaciones de palo de boya (*Malouetia* spp.), comúnmente llamadas "boyales" (Huber 1995a, 1995b).



Foto 12. **Arbustal ribereño (boyal) formado por *Malouetia glandulifera* (palo de boya), cuenca del Casiquiare, estado Amazonas.**
Gustavo Romero



Foto 13. **Sabana abierta, estado Apure.** César Molina

8. Herbazales

Son comunidades conformadas por una capa de especies no leñosas relativamente continuas, que puede contener elementos leñosos (arbustos o árboles) en forma aislada o en grupos, formando pequeñas islas de bosques. Las especies predominantes comúnmente son hierbas (graminosas o no), pero en el Escudo Guayanés puede tratarse de especies con una apariencia fisionómica completamente diferente a las hierbas (Huber 1995a). Atendiendo a su composición florística, sus restricciones ecológicas y ubicación geográfica, en Venezuela pueden diferenciarse siete tipos de herbazales:

a) Sabanas abiertas: comunidad herbácea con predominio de gramíneas, esencialmente sin elementos leñosos. Pueden ser inundables, y con escasa presencia de bosques de galería y morichales (MARNR 1982, Huber & Alarcón 1988, Huber & Riina 1997). Su distribución incluye los Llanos y algunos sectores de la Guayana (**Foto 13**).

b) Sabanas arbustivas y/o arboladas: comunidad herbácea donde abundan las gramíneas, con individuos arbustivos o arbóreos frecuentes y dispersos sobre pequeños montículos, regularmente sobre suelos minerales. Su distribución incluye los Llanos y algunos sectores de la Guayana (**Foto 14**).

c) Herbazales parameros: son comunidades herbáceas sobre los 3.000 msnm, presentes en áreas muy húmedas, permanente o estacionalmente anegadas. En ellos predominan las gramíneas de los géneros *Agrostis*, *Bromus*, *Calamagrostis* y *Poa*, la ciperácea *Carex amicta*, las iridáceas *Sysyrinchium* y *Luzula*, y la asterácea *Espeletia schultzii* (Azócar 1981, Azócar & Fariñas 2003). Esta formación tiene diferencias con los arbustales parameros, pero dado los complejos mosaicos que conforman (**Foto 15**), es casi imposible diferenciarlos en las imágenes de satélite. Por ello, en la **figura 8** se les agrupa como una sola unidad.

d) Herbazales de pantano: son comunidades vegetales herbáceas, principalmente no graminosas, asociadas a ambientes con inundación temporal o permanente. Su mayor extensión se encuentra hacia el delta del Orinoco (**Foto 16**).

e) Herbazales arbustivos sobre arena: son comunidades vegetales herbáceas peculiares del estado Amazonas, que crecen sobre arenas cuarzosas blancas, dominadas por hierbas de hoja ancha. Se trata de ecosistemas muy ricos en endemismos vegetales.



Foto 14. **Sabana arbolada, estado Anzoátegui.** César Molina

f) Herbazales tepuyanos: son comunidades vegetales herbáceas peculiares de las cumbres tepuyanas y de la Gran Sabana, que crecen preferiblemente sobre suelos orgánicos profundos (turbas). Estos ecosistemas son muy ricos en endemismos (**Foto 17**).

g) Herbazales litorales: son comunidades herbáceas bajas cuya cobertura varía desde abierta hasta densa. En algunos casos están presentes en depresiones salinas de la costa (herbazal litoral halófito), y en otros cubren dunas arenosas de las playas, normalmente no inundadas por el agua marina (herbazal litoral psamófilo). Estas dos comunidades son pobres en especies (Huber & Alarcón 1988, Huber & Riina 1997) [**Foto 18**].



Foto 15. **Herbazal paramero, Guaramacal, estado Trujillo.** Giuseppe Colonnello



Foto 16. **Herbazal de pantano, ciénagas de Juan Manuel, estado Zulia.** Giuseppe Colonnello



Foto 17. **Herbazal tepuyano, Kukenán, estado Bolívar.**
Roderic Mast



Foto 18. **Herbazal litoral, Chacopata, estado Sucre.**
Giuseppe Colonnello

9. Vegetación saxícola (litófito)

Son pequeñas comunidades vegetales que crecen sobre los numerosos afloramientos rocosos de tierras bajas y sobre las cimas de los tepuyes. Una de sus características resaltantes es su alta riqueza en endemismos (**Foto 19**).

10. Matorrales

Se ha referido como vegetación arbustiva o arbórea baja (entre 3 y 8 m de alto), con dosel irregular, producto de la degradación de bosques naturales por actividad humana, (Huber & Alarcón 1988, MARNR 1993). En la figura 8 se ha prescindido de este tipo de formación y se ha identificado la original, indicando su grado de intervención. En aquellos casos donde esto no fue posible se designó como área intervenida.

11. Áreas intervenidas

Incluye todas las áreas donde la matriz vegetal original no es reconocible. Están asociadas a actividades humanas como la agricultura, la cría de ganado (agropecuaria), las plantaciones forestales, las zonas de minería, las zonas industriales y las zonas urbanas.

12. Cuerpos de agua

Incluye lagos y embalses con diferentes fines de aprovechamiento, así como algunos de los principales cursos de agua del país.



Foto 19. **Vegetación saxícola, Roraima, estado Bolívar.** Kenyer Domínguez

ACTUALIZACIÓN DE LOS PAISAJES VEGETALES DE VENEZUELA Y SUS SUBDIVISIONES FITOECOLÓGICAS

Los paisajes vegetales, observados a una determinada escala, son el resultado de una confluencia de parámetros abióticos y bióticos, que interactúan a lo largo de épocas geológicas recientes y subrecientes. Entre los parámetros abióticos, los aspectos climáticos, fisiográficos, geológicos, hidrológicos y edáficos son claves (Huber 2007b). Por su parte, entre los bióticos desempeñan una función decisiva los aspectos florísticos y vegetales, así como su historia evolutiva.

En la clasificación de los paisajes vegetales de Venezuela, para definir la secuencia altitudinal se aplicaron los siguientes criterios macroclimáticos:

a) Tierras bajas, macrotérmicas (tierra caliente), en las cuales predomina el paisaje fisiográfico de llanura y de peniplanicie.

b) Tierras medias, colinares a submontanas, macrotérmicas a submesotérmicas (tierra templada inferior), en las cuales predominan paisajes fisiográficos de colinas, lomeríos y montañas o mesetas bajas.

c) Tierras altas, montanas y montano-altas, mesotérmicas a microtérmicas (tierra templada y tierra fría), en las cuales predominan los paisajes de montaña media a alta (cordillerana) y de meseta alta (tepuyana).

Por razones geográficas, en Venezuela esta secuencia es precedida por el paisaje fisiográfico de costas e islas, las cuales caen enteramente en el piso macrotérmico (tierra caliente). Los diferentes paisajes identificados son presentados en la **figura 9**, y detallados a continuación:

Región A. Costas e islas

Los paisajes asociados a la región están conformados en su mayoría por ambientes salinos, expuestos a la acción de las mareas y con inestabilidad de substrato. Se distinguen dos subregiones, una correspondiente a la franja costera continental (**Foto 20**), desde Castilletes en el estado Zulia hasta el río Amacuro en el delta del Orinoco, denominada subregión Continental Costera (A.2). Este paisaje es contiguo a los ambientes considerados como terrestres. La otra subregión, la Insular Costera (A.1), como su nombre lo indica, se refiere a paisajes costeros de las islas venezolanas (**Foto 21**), donde no existe un desarrollo de área lo suficientemente grande como para considerar la influencia de ecosistemas terrestres. La excepción a esta condición es la isla de Margarita, la cual por su superficie presenta los dos tipos de subregiones.

Por lo tanto, los ecosistemas litorales de las subregiones A.1 y A.2 se diferencian principalmente por el intercambio ecológico activo entre las comunidades costeras propiamente dichas y las comunidades adyacentes, y, porque ese intercambio es clave para la estabilidad de las dos fitocenosis contiguas.

Desde el punto de vista de la vegetación natural, en general, las costas de Venezuela y de sus islas son poco diversificadas. En los sitios más húmedos, como en las costas atlánticas de los estados Delta Amacuro, Monagas y Sucre prevalecen enormes extensiones de bosques de mangle (manglares) que son bosques siempreverdes, adaptados a las condiciones de salinidad de las aguas y a los efectos mecánicos del oleaje. Las especies dominantes en estos manglares son, entre los árboles, el mangle colorado (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), el sietecuero (*A. schaueriana*), el mangle amarillo (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Estas especies pueden alcanzar más de 20 metros de altura. Entre las especies herbáceas predomina el helecho *Acrostichum aureum*.

También se encuentran áreas de manglares en diversos puntos de la costa Caribe, como en la laguna de Tacarigua en la Costa Central, en el Parque Nacional Morrocoy del estado Falcón, o en la región de Sinamaica al norte de Maracaibo. Estos manglares caribeños varían considerablemente en su aspecto, bien sea por su altura o densidad. Sin embargo, a excepción de *Avicennia schaueriana*, las especies principales son invariablemente las mismas en todos los manglares de Venezuela.



Foto 20. Paisaje vegetal de la costa, litoral central, estado Vargas. Giuseppe Colonnello.



Foto 21. Paisaje vegetal de isla, Archipiélago Los Roques, Dependencias Federales. Rodrigo Lazo

Otro tipo de vegetación característico de la mayoría de las costas arenosas son los herbazales de playa, formados por plantas herbáceas bajas y casi siempre con hojas y tallos carnosos, entre ellas las especies *Batis maritima*, *Atriplex pentandra* y *Sesuvium portulacastrum* (conocido por el nombre común de vidrio), así como las alfombras de *Ipomoea pes-caprae* cuyos tallos avanzan directamente sobre la arena. Un tipo de herbazal llamativo del ambiente costero venezolano son las praderas litorales formadas por especies de la gramínea *Sporobolus* spp.

La mayoría de las costas venezolanas están sujetas a un clima árido, en el cual se desarrollan unas comunidades arbustivas bajas muy características, presentes en Falcón o a lo largo de las costas rocosas



de Aragua, formadas por arbustos espinosos de las familias de las leguminosas, junto con algunas cactáceas bajas arborecentes (*Stenocereus* spp., *Cereus* spp.), arbustivas (*Subpilocereus* spp., *Opuntia* spp.) o trepadoras (*Acanthocereus* spp., *Hylocereus* spp.). Estos arbustales litorales (espinares) presentan una notable diversidad fisionómica que puede variar desde pequeñas colonias localizadas detrás de las playas, hasta extensas e impenetrables comunidades sobre las empinadas costas rocosas. En estas últimas llama la atención las grandes flores blancas del arbusto *Plumeria pudica*, así como el sotobosque formado a veces por colonias casi puras de una bromelia terrestre rojiza, *Bromelia pinguin*. De igual forma, los palmares introducidos de cocoteros (*Cocos nucifera*), forman parte indisoluble del paisaje vegetal costero de Venezuela.

UNIDADES












DE PAISAJE DE VENEZUELA 2010

LEYENDA





Región A. Costas e islas. Paisajes vegetales de las costas e islas

-  Subregión A.1 Insular costera
-  Subregión A.2 Continental costera












Región B. Llanuras bajas. Paisajes vegetales de las llanuras bajas

-  Subregión B.1. Depresión de Maracaibo
- Subregión B.2. Llanos
 -  Sector B.2.1. Llanos occidentales
 -  Sector B.2.2. Llanos centrales altos
 -  Sector B.2.3. Llanos centrales bajos
 -  Sector B.2.4. Llanos suroccidentales o Llanos de Apure
 -  Sector B.2.5. Depresión de Unare
 -  Sector B.2.6. Mesas orientales
 -  Sector B.2.7. Llanos orientales
-  Subregión B.3. Planicie deltaica del río Orinoco y cenagosa costera del río San Juan
-  Subregión B.4. Penillanura de los ríos Caura y Paragua
-  Subregión B.5. Penillanura del río Casiquiare, Alto Orinoco

Región C. Colinas. Paisajes vegetales de las colinas

-  Subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón
- Subregión C.2. Sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés
 -  Sector C.2.1. Zona noroccidental
 -  Sector C.2.2. Zona centro-norte
-  Subregión C.3. Sistema de sierras bajas y colinas Imataca-Cuyuní del Escudo Guayanés nororiental

Región D. Montañas. Paisajes vegetales de las montañas

-  Subregión D.1. Serranía de Perijá
-  Subregión D.2. Cordillera de los Andes
-  Subregión D.3. Sierra de San Luis y Cerro Santa Ana
- Subregión D.4. Cordillera de la Costa Central
 -  Sector D.4.1. Sierra de Aroa
 -  Sector D.4.2. Serranía del Litoral
 -  Sector D.4.3. Serranía del Interior
- Subregión D.5. Cordillera de la Costa Oriental
 -  Sector D.5.1. Macizo del Turimiquire
 -  Sector D.5.2. Serranía de Paria
- Subregión D.6. Cerro Copey, Isla de Margarita
- Subregión D.7. Macizo Guayanés
 -  Sector D.7.1. Zona suroriental
 -  Sector D.7.2. La Gran Sabana
 -  Sector D.7.3. Zona Caroní medio
 -  Sector D.7.4. Guaiquinima
 -  Sector D.7.5. Jaua-Maigualida
 -  Sector D.7.6. Zona noroccidental
 -  Sector D.7.7. Zona centro-sur
 -  Sector D.7.8. Sierra Parima
 -  Sector D.7.9. Zona sur

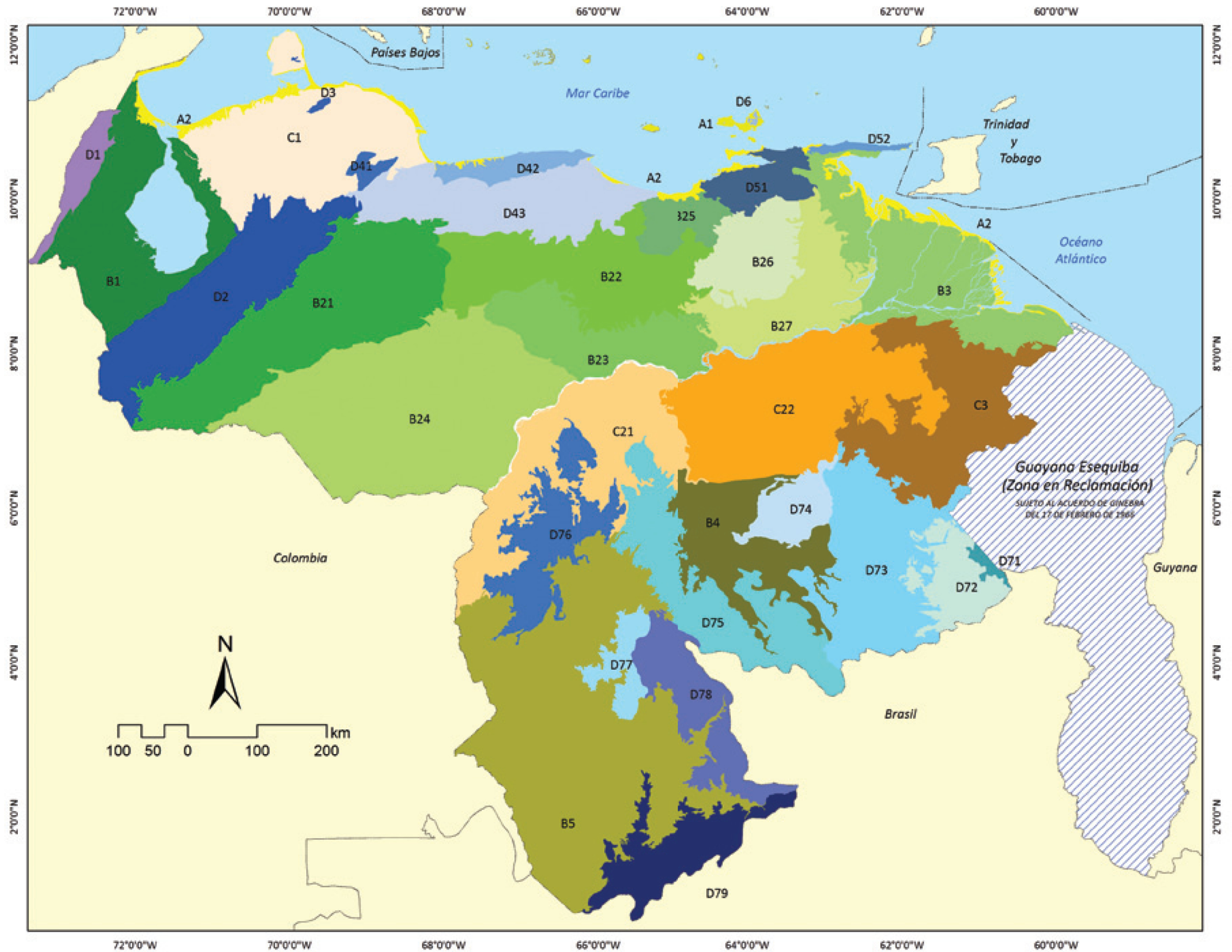


Figura 9. Representación de las unidades de paisaje de Venezuela, elaborado por Huber y Oliveira-Miranda (2010).



Rebecca Miller

REPRESENTACION DE LAS UNIDADES DE PAISAJE DE VENEZUELA 2010

Otto Huber & María A. Oliveira-Miranda
Caracas – Venezuela, 2010

Patrocinado por:

The Nature Conservancy, Conservation International (Venezuela), Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Joint Research Centre (European Commission), Stichting Hugo de Vries-fonds (Holanda), Lenovo Venezuela, Compañías Shell en Venezuela y Provita.

Base cartográfica

- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2005), Mapa Político de la República Bolivariana de Venezuela.
- MARNR (1982), Mapa de la Vegetación actual de Venezuela. MARNR, Caracas.
- Huber & Alarcón (1988), Mapa de la Vegetación actual de Venezuela. TNC-MARNR, Caracas.
- USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 1 Arc Second scene SRTM_u03_n008e004, Unfilled Unfinished 2.0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.

Región B. Llanuras bajas

Esta región se encuentra caracterizada por un relieve plano o casi plano, una isoterminia climática, un único piso climático y presenta, además, una extensión considerable de terrenos inundables. En su conjunto, las llanuras bajas cubren casi la mitad del territorio nacional tanto al norte como al sur del país. La casi absoluta homogeneidad térmica anual, que apenas oscila alrededor de 25°C y 27°C, contrasta marcadamente con la serie de gradientes pluviométricos locales, los cuales van desde 500 hasta 4.000 mm/año. Las condiciones edáficas de una región tan grande, como es usual, varían marcadamente no sólo en los tipos de suelo, sino también en los regímenes hídricos del sustrato. En consecuencia, la cobertura vegetal refleja en igual grado una enorme diversidad florística y fisionómica a lo largo y ancho de estas planicies, que erróneamente todavía son consideradas como ambientes monótonos y poco atractivos debido al aspecto uniforme del paisaje sabanero comparado con el de las montañas o el de los bosques pluviales.

Dentro de la región de las llanuras bajas pueden distinguirse cinco grandes subregiones, tres ubicadas al norte y dos al sur del río Orinoco:

Subregión B.1 Depresión de Maracaibo

Subregión B.2 Llanos

Subregión B.3 Delta del Orinoco

Subregión B.4 Penillanura del río Caura

Subregión B.5 Penillanura del Ventuari y Casiquiare

Subregión B.1. Depresión de Maracaibo

Flanqueada por la sierra de Perijá al oeste y por los Andes al este y al sur, esta gran depresión se encuentra formada esencialmente por llanuras coluvio-aluviales recientes que forman una especie de anillo marginal alrededor del lago de Maracaibo. También pertenece a esta subregión una parte de la península de la Goajira, cuya configuración fisiográfica es colinosa baja.

Especialmente en su sector occidental, la subregión presenta un marcado gradiente norte-sur en su régimen pluviométrico, siendo árido en el norte, semiárido a subhúmedo en el centro y superhúmedo en el sur y el suroeste. En años recientes este gradiente era acompañado de una interesante secuencia de tipos de vegetación que se iniciaba con unos bosques impresionantes de manglares ribereños en el norte, a los cuales hacia el sur sucedía primero una faja de un bosque xerófilo bajo (12–15 m), caducifolio, pero bastante rico en especies, dominado por *Bulnesia arborea*, *Bourreria cumanensis*, *Myrospermum frutescens*, *Gyrocarpus americanus* y el cardón *Stenocereus griseus*. En la actualidad esta faja fue sustituida por espinares y cardonales invasores.

Hasta mediados del siglo pasado, en el centro de la cuenca occidental se encontraban bosques tropófilos semicaducifolios que llegaban hasta el piedemonte de la sierra de Perijá. De igual manera, en toda la sección suroeste y sur del Lago, se extendían enormes ciénagas y bosques altos (30-40 m), muy húmedos, con algunas especies endémicas, razón por la cual se propuso considerarlo como un refugio vegetal que en su momento fue denominado "Catatumbo" (Steyermark 1979).

Otra característica interesante desde el punto de vista fitogeográfico es la presencia de unas pequeñas áreas de sabana intercaladas en ambas riberas del Lago, tanto en los alrededores de Mendoza, como cerca de La Villa de Rosario. Se trata de sabanas arbustivas con *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* y *Copernicia tectorum*, esta última conocida como "palma llanera". Probablemente éstas sean unas áreas sabaneras relictuales pleistocénicas que han logrado mantenerse sobre terrenos ondulados con afloramientos de plintita.

Debido a la fuerte intervención humana sufrida en toda la zona durante los 70 años siguientes a la construcción de la carretera Panamericana, hoy en día quedan remanentes muy reducidos de esa rica flora forestal zuliana, y el gradiente vegetacional ha sido mayormente sustituido por grandes extensiones de tierras agropecuarias. La gran presión demográfica, especialmente en el norte de la cuenca, aumentada constantemente por un siglo de intensas explotaciones petrolíferas, ha ocasionado que las tierras bajas de la cuenca del lago de Maracaibo sean, hoy por hoy, uno de los ambientes naturales más degradados del país.

Exceptuando algunas zonas inundables, como las ciénagas de Juan Manuel de Aguas Claras y de Aguas Negras, actualmente protegidas por un parque nacional y una reserva de fauna silvestre, el estado Zulia no cuenta con un área de protección en la antigua área silvestre, de manera que la pérdida de estos ecosistemas debe considerarse absoluta e irreversible.

Subregión B.2. Llanos



Foto 22. Llanos, estado Apure. Román Rangel

Las grandes llanuras sedimentarias y aluviales que atraviesan todo el centro del país, desde el pie de la cordillera andina en el suroeste, hasta el delta del Orinoco al este, constituyen una enorme subregión: los Llanos, caracterizada por una aparente homogeneidad fisiográfica y vegetal (**Foto 22**). Allí se ha desarrollado un mosaico complejo de unidades fisiográficas y de vegetación que todavía no ha sido inventariado en su totalidad. Su límite meridional está constituido por el valle del río Orinoco, hacia el suroeste continúa en los Llanos orientales de Colombia, y en el este colinda con la planicie cenagosa costera del río San Juan y el delta del río Orinoco.

En los Llanos el régimen térmico es macro-térmico en toda su extensión (Temperatura Media Anual o TMA siempre mayor a 24°C). Por el contrario, el régimen pluviométrico muestra un gradiente en progresivo aumento desde el noreste (Precipitación Media Anual o PMA aproximado de 1.000 mm en el sur de Monagas) hacia el suroeste (PMA alrededor de 2.000 mm en el río Meta, Apure meridional). El régimen climático es típicamente biestacional con fuerte alternancia entre el período seco y el período lluvioso.

El tipo de vegetación predominante de los Llanos es la sabana, que ocupa más de la mitad de la superficie. No obstante, también forman parte del

típico paisaje vegetal llanero los densos bosques ribereños que acompañan casi todos los cursos de agua, así como los extensos palmares y los diferentes tipos de bosques semicaducifolios. Aparte de las diferencias edáficas intrínsecas, el régimen hídrico del suelo ejerce una gran influencia sobre los tipos de vegetación natural que se evidencian en la amplia gama de ecosistemas de sabana, diferenciados entre ellos no sólo desde el punto de vista fisionómico (sabana arbolada, sabana arbustiva, sabana abierta, sabana con palma), sino especialmente por su composición florística.

En todas las zonas llaneras no inundadas predomina la sabana de *Trachypogon* spp. (paja saeta), con o sin elementos leñosos adjuntos. En contraposición, en áreas con 6 ó 7 meses de inundación al año, como en el estado Apure, predominan gramíneas distintas pertenecientes a los géneros *Leersia*, *Hymenachne*, *Panicum* y *Mesosetum*, y en estos casos se trata siempre de sabanas abiertas, es decir, sin elementos leñosos presentes. Las tres especies de arbustos más notables, no sólo de las sabanas llaneras, sino de toda América del Sur, son el chaparro (*Curatella americana*), el manteco (*Byrsonima crassifolia*) y el alcornoque (*Bowdichia virgilioides*). Entre las palmas, otro elemento sobresaliente de la vegetación del Llano, en primer lugar se encuentra la palma llanera *Copernicia tectorum*, ya encontrada en la Depresión de Maracaibo, el corozo (*Acrocomia aculeata*) y el moriche (*Mauritia flexuosa*). Una exhaustiva revisión bibliográfica sobre toda la ecorregión de los Llanos venezolanos puede ser consultada en Duno de Stefano y colaboradores (2007).

Sector B.2.1. Llanos occidentales

Se extienden a todo lo largo del piedemonte oriental de la cordillera andina, por las llanuras coluvio-aluviales de los estados Táchira, Apure, Barinas, Portuguesa y Cojedes. En la subunidad están presentes extensos bosques ribereños (bosques de galería), sabanas arbustivas de cerro con *Curatella americana* (chaparro) y *Trachypogon spicatus* (paja saeta), sobre el piedemonte andino, así como sabanas periódicamente inundables en las planicies de inundación interfluviales premontanas. Uno de los tipos de vegetación más típicos de este sector, por las especies que le componen, son los bosques semidecíduos, también llamados bosques premontanos de los Llanos forestales. Desarrollados sobre los suelos fértiles y parcialmente inundables, cuentan con grandes árboles de mijao (*Anacardium excelsum*), caoba (*Swietenia macrophylla*), saqui saqui (*Bombacopsis quinata*), coco de mono (*Couroupita guianensis*) y palma de agua (*Attalea butyracea*). Sin embargo, la representación de este tipo de vegetación en el sector se encuentra bastante reducida en comparación con lo señalado por Veillon (1977) para la zona.

Sector B.2.2. Llanos centrales altos

Se extienden por las llanuras coluvio-aluviales ubicadas al sur de la serranía del interior, en la porción septentrional de los estados Cojedes y Guárico, principalmente por encima de la curva de nivel de 100 msnm (Berroterán 1988). Son terrenos no inundables, cubiertos mayormente por sabanas arbustivas dominadas por *Trachypogon spicatus* en el estrato herbáceo, y *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* (manteco) y *Bowdichia virgilioides* (alcornoque), en el estrato arbustivo. En este sector crece también un tipo peculiar de sabana llanera, llamada "sabana con matas", que corresponde a una sabana arbustiva con presencia de "islas boscosas" denominadas "matas", más o menos extensas, dominadas por árboles característicos de los bosques deciduos llaneros, tales como el drago (*Pterocarpus rohrii*), el aceite (*Copaifera officinalis*) y el cañafístolo (*Cassia moschata*). En el norte de este sector predominaban bosques deciduos que se han degradado hacia matorrales densos dominados por *Bourreria cumanensis* (guatacaro).

Sector B.2.3. Llanos centrales bajos

Este sector ocupa principalmente la porción meridional del estado Guárico y el extremo suroeste de Anzoátegui. Se caracteriza por terrenos inundables, especialmente en posición de vega del río Orinoco, y también médanos. La vegetación predominante está constituida por una gran variedad de tipos de sabana inundable con o sin arbustos esparcidos, así como por bosques ribereños (Berroterán 1985, Susach 1989).

Sector B.2.4. Llanos suroccidentales o Llanos de Apure

Las extensas llanuras aluviales en los estados Apure, Barinas y, marginalmente, en Portuguesa y Cojedes, conforman el importante sector de los Llanos suroccidentales, conocidos como Llanos de Apure. En ellos se halla la mayor parte del paisaje de médanos, tan característicamente desarrollado en la zona de los cursos inferiores de los ríos Apure, Arauca, Capanaparo y Cinaruco, hasta el río Meta. Sobre este paisaje predominan las sabanas ralas, anegadas periódicamente por agua de lluvia, en alternancia con bosquecillos deciduos (MARNR 1982). En la zona noroccidental se encuentran sabanas inundables en la típica secuencia de bancos, bajíos y esteros, interrumpidos por bosques ribereños (Ramia 1967).

Sector B.2.5. Depresión de Unare

La Depresión de Unare, que drena mayormente hacia el mar Caribe y no hacia la cuenca del río Orinoco, forma parte de la gran región llanera, primero por razones fisiográficas y climáticas, y segundo, por incluir ecosistemas transicionales entre los Llanos y aquellos premontanos y basimontanos de las dos secciones de la cordillera de la Costa que la flanquean por ambos lados. En este sector muy caluroso se encuentran mayormente arbustales estacionales y caducifolios, junto con sabanas y tierras agropecuarias. Los arbustales, dominados casi siempre por *Bourreria cumanensis*, son comunidades arbustivas muy densas que pueden adquirir el aspecto de bosques bajos impenetrables y son casi seguramente el producto de un largo proceso de degradación estructural causado por intensa intervención antrópica.

Sector B.2.6. Mesas orientales

En el centro-norte del estado Anzoátegui se ubican las Mesas orientales, de origen sedimentario, cuya cobertura vegetal original se caracteriza por amplias sabanas ralas, sin árboles, sobre las superficies planas. Densos morichales y bosques deciduos crecen a lo largo del piedemonte meridional del macizo del Turimiquire, mientras que grandes y variados bosques ribereños y morichales se esconden en los amplios valles encajonados a lo largo de todos los ríos que drenan hacia el océano Atlántico (ríos Amana, Guanipa y Morichal Largo). Si bien la flora de las sabanas ralas de las mesas es de una pobreza extrema ya notada por Pittier (1947), el conjunto florístico en las depresiones de los valles de la mesa de Guanipa (farallones) cuenta con hallazgos recientes de especies de arbustos (por ejemplo, *Humiria balsamifera*) que anteriormente sólo se conocían como parte de la flora guayanesa, ubicada mucho más al sur.

Sector B.2.7. Llanos orientales

Desciende paulatinamente desde las mesas hacia el océano Atlántico, hasta alcanzar la gran masa forestal del delta del Orinoco. Son llanuras coluvio-aluviales del estado Monagas y de la zona suroriental de Anzoátegui que llegan hasta la ribera norte del río Orinoco. Aunque nuevamente aquí predominan sabanas densas de paja saeta (*Trachypogon spicatus*), en parte son sabanas abiertas y en parte sabanas con arbustos aislados de chaparro (*Curatella americana*) y de merey silvestre (*Anacardium occidentale*), el cual parece originario de esta zona. Los bosques ribereños son relativamente densos y en las cercanías del delta del Orinoco vuelven a aumentar las grandes poblaciones de morichales.

Subregión B.3. Planicie deltaica del río Orinoco y cenagosa costera del río San Juan

La inmensa desembocadura del río Orinoco en el océano Atlántico ha creado, a lo largo de miles de milenios, un amplio abanico de planicies aluviales recientes (e.g. el delta del Orinoco), a las cuales se asocian las desembocaduras menores de los ríos Amacuro, al sur, Guanipa, San Juan, Turuépano y Ajíes hacia el norte, formando una serie de deltas fluviales coalescentes (**Foto 23**). Solamente en la mitad meridional del estado Delta Amacuro, al sur del Río Grande, aflora el basamento continental del Escudo Guayanés con una fisiografía e hidrología no deltaica, pero aún sujeto al clima netamente húmedo de la franja costera atlántica.



Foto 23. Planicie cenagosa costera del río San Juan, caño Guariquén, Turuépano, estado Sucre.
Giuseppe Colonnello

Toda esta subregión se distingue de las otras llanuras bajas macrotérmicas del país por su carácter fluvio-marino, en el cual los procesos de transporte y deposición temporal de sedimentos, acarreados por el Orinoco y los otros ríos de la región, y trasladados hacia el Atlántico, determinan poderosamente el paisaje. Su extensión abarca desde las vertientes basimontanas de la península de Paria y las planicies cenagosas costeras de la isla Turuépano y río San Juan, en el norte, hasta más allá de la ribera derecha de los ríos Río Grande y Amacuro en el sur. Comprende la casi totalidad del estado Delta Amacuro y partes de Monagas y Sucre.

Todos los ecosistemas característicos de este sector están bajo la influencia de aguas saladas en la planicie deltaica, o de aguas más o menos salobres en las planicies cenagosas costeras adyacentes. Según Canales (1985), en el delta del Orinoco se distinguen varios paisajes locales tomando en consideración el grado y tipo de inundación: Delta Superior (periódicamente inundado), Delta Medio (inundación temporal prolongada) y Delta Inferior (inundación permanente). Esta última unidad, caracterizada por manglares extensos, forma parte mayormente de la Región costera A.2. Hacia el norte se continúan las grandes planicies cenagosas y costeras del río San Juan, con régimen de inundación de estacional a permanente, mientras que al sur se extiende la penillanura parcialmente inundable del río Amacuro hasta Sacupana, bordeando una franja poco ancha de la ribera sur del Río Grande. El régimen climático de toda esta subregión es decididamente macrotérmico y húmedo (ombrófilo), pero con un gradiente de pluviosidad decreciente de este a oeste, donde se manifiesta la transición hacia el régimen estacional (tropófilo) típico de los Llanos adyacentes.

Durante las últimas tres décadas la vegetación deltana y sus características ecológicas han sido estudiadas con gran detalle, principalmente debido a la posible presencia de importantes yacimientos petrolíferos en el subsuelo de toda esta región (Canales 1985, Colonnello 1995, Colonnello 2004, González 2004, Colonnello *et al.* 2009, González 2010). En resumen, se puede observar que los principales tipos de vegetación deltanos son los bosques y palmares inundables, llamados también bosques y palmares de pantano (inundación permanente) o de lodazal (inundación temporal). Además, se presentan los herbazales inundables localizados en el centro y norte del delta. Los bosques del delta son generalmente densos y están frecuentemente mezclados con palmas, entre las cuales destacan la manaca (*Euterpe oleracea*), de donde se obtiene el palmito comestible, y el temiche (*Manicaria saccifera*) con sus hojas de hasta 6 ó más metros de largo. El moriche (*Mauritia flexuosa*) se encuentra tanto en los bosques pantanosos, como en las sabanas húmedas, donde forma grandes rodales propios llamados morichales o bosque de palmar.

Un árbol muy característico de los bosques inundables, debido a sus vistosos contrafuertes bandeados y ondulados que sobresalen de las aguas del pantano, es el sangrito o sangre de Drago, que corresponde a varias especies de la leguminosa *Pterocarpus* spp. (principalmente *P. officinalis*). Entre los tipos de vegetación herbácea se distinguen las sabanas estacionalmente inundables y de sustratos minerales, dominadas por gramíneas, como la paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) y la lambedora (*Leersia hexandra*), unos herbazales latifoliados casi permanentemente inundados, como los tifales, dominados por la tifa (*Typha dominguensis*) y varias especies de carrizo (*Cyperus* spp.), o los rabanales, que son comunidades muy densas formadas por la arácea erecta *Montrichardia arborescens* o rábano. Por último, los herbazales sobre suelos orgánicos o turbas dominados por ciperáceas (*Lagenocarpus guianensis*) y helechos (*Blechnum serrulatum*).

Subregión B.4. Penillanura de los ríos Caura y Paragua

Ocupa las cuencas medias de los ríos Paragua y Caura, en el centro del estado Bolívar (**Foto 24**). Esta llanura ondulada y salpicada por pequeños cerros está limitada en el norte por los murallones de los cerros Guaiquinima y Camarón (Sector D.7.4), en el este por el valle del río Caroní y la serranía Chaco-tepui (Sector D.7.3), en el sur por la serie de macizos tepuyanos Ichún, Guanacoco, Sarisariñama y Jaua (Sector D.7.5), y por el oeste por las altas serranías graníticas de Uasadi, Maigualida y Nichare (Sector D.7.6). Toda esta subregión se extiende entre 200 y 400 msnm, en zona macrotérmica (TMA mayor de 24°C) y tiene una precipitación media anual muy alta, entre 2.500 mm en el noreste y más de 4.000 mm en el suroeste, con pocas fluctuaciones estacionales.



Foto 24. **Penillanura del río Caura, estado Bolívar.** Rebecca Miller

En forma casi absoluta, la vegetación predominante en esta gran penillanura es el bosque siempreverde sobre tierra firme. Adicionalmente, en el Caura medio existen áreas inundables con predominancia de la palma seje (*Oenocarpus bacaba*), así como bosques ribereños inundables y no inundables a lo largo de los principales ríos. Todos estos bosques presentan una gran diversidad de especies arbóreas, arbustivas y epífitas que todavía no ha sido explorada en detalle. Se ha encontrado que una gran parte de los árboles altos pertenece a las familias Lecythidaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae, Annonaceae, Burseraceae y otras. En el sotobosque abundan helechos, y especies de las familias Marantaceae, Rubiaceae, Piperaceae, entre otras (Rosales & Huber 1996, Huber & Rosales 1997, Bevilacqua 2002, Vispo & Knab-Vispo 2003).

Subregión B.5. Penillanura del río Casiquiare, alto Orinoco

Esta subregión, la más meridional de Venezuela, comprende las tierras bajas de la cuenca del río Ventuari, así como las penillanuras del alto Orinoco, Casiquiare y Río Negro, ambas mayormente cubiertas por densos bosques pluviales (Aymard & Schargel 2009). Según los estudios realizados por el MARNR y ORSTOM (1987) se distinguen dos tipos principales de planicies: una llanura de alteración suavemente ondulada y una llanura de erosión y acumulación. En la primera las condiciones de drenaje son generalmente buenas, en contraposición con lo que sucede en la segunda. Esta situación lleva a diferencias en la cobertura vegetal (**Foto 25**).

La subregión, enteramente comprendida en el piso macrotérmico, presenta dos gradientes pluviométricos: uno norte-sur, donde la precipitación media anual aumenta desde 2.000 hasta 4.000 mm, y otro este-oeste, en la mitad meridional del área, con la precipitación media anual que comienza en 1.800 hasta 4.000 mm.



Foto 25. **Penillanura del Casiquiare, estado Amazonas.** Rebecca Miller

Una característica sobresaliente de esta subregión son sus grandes áreas con arenas cuarzosas blancas, especialmente en el bajo Ventuari y hacia la cuenca del río Atabapo. Sobre estos suelos, extremadamente pobres en nutrientes (oligotróficos) y con un régimen hídrico marcadamente variable, crece una amplia gama de herbazales y arbustales enanos con numerosas especies de plantas endémicas adaptadas a estas condiciones peculiares.

Por otra parte, sobre suelos con un contenido de arcilla apreciable se identifica una gran variedad de diferentes tipos de bosques siempreverdes, altos y con un dosel usualmente muy cerrado. También existen formaciones arbóreas sobre suelos oligotróficos de arena blanca, especialmente en la mitad suroccidental de la subregión, que reciben el nombre de “caatinga amazónica”. En estos bosques abiertos, cuyos árboles presentan típicamente copas pequeñas y con hojitas igualmente menudas y muy coriáceas, predominan las familias Euphorbiaceae, Fabaceae, Combretaceae, Asteraceae y Clusiaceae.

El sotobosque es de densidad variable, dominado por arbustos de Rubiaceae, Bombacaceae y Sapotaceae. A lo largo de los ríos con aguas negras naturales, como en la cuenca superior del río Atabapo o en la del bajo Casiquiare, se encuentra otro tipo muy extraño de vegetación ribereña, pero altamente endémico: los boyales, que son comunidades arbustivas densas, con tallos más bien delgados, pertenecientes a la familia Apocynaceae. Su madera es tan extremadamente liviana que la población local indígena la usa como madera flotante en sus faenas de pesca, denominándole “palo de boya”.

Región C. Colinas

Esta región ocupa una posición de transición entre los ecosistemas de tierra baja y los montanos. Cuenta con un relieve suave con menos de 1.000 m de elevación, y cumbres usualmente convexas y laderas poco inclinadas. En ella predomina el piso basal con clima cálido, sin embargo, cuando alcanza elevaciones mayores de 500-600 msnm hay una transición climática débil hacia el piso subtemplado.

En Venezuela el paisaje fisiográfico colinar no es muy extendido. Este término incluye zonas con topografía ondulada más fuerte que en la penillanura, es decir, una topografía colinar o de lomerío, la cual va desde 200 hasta 800-1.000 m de altitud aproximadamente. Se encuentra principalmente en la zona macrotérmica, con una temperatura media anual mayor de 24°C, pero alcanza marginalmente la zona submesotérmica con una temperatura media anual entre 20°C y 24°C. La ausencia de una clara existencia de pisos altitudinales constituye uno de los criterios principales para separar el paisaje colinar del paisaje montano. La pluviosidad es generalmente baja en las colinas del noroeste del país (aproximadamente 500-1.000 mm/año) y de media a alta en las colinas al sur del Orinoco, con una precipitación media anual entre 1.000 y 3.000 mm.

En esta región se distinguen tres subregiones, de las cuales una se ubica al norte y las otras dos al sur del río Orinoco:

Subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón

Subregión C.2. Sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés

Subregión C.3. Sistema de sierras bajas y colinas Imataca-Cuyuní del Escudo Guayanés nororiental

Subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón

Esta subregión se extiende desde los límites norte de los Andes y noroeste de la cordillera de la Costa hasta las costas del mar Caribe en el norte y este (**Foto 26**). En el oeste la separa la sierra Jirajara o Ziruma (Baragua) de las llanuras nororientales de la Depresión de Maracaibo. La altitud de estos paisajes de lomas y colinas redondeadas o cónicas, que alterna con grandes valles transversales, varía entre 10 y 700-1.000 m aproximadamente. Quedan excluidas las partes altas de las sierras Baragua, San Luis y cerro Santa Ana en la



Foto 26. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón, estado Lara. Giuseppe Colonnello

península de Paraguaná, cuya vegetación pertenece más a la región de montañas (D). Toda la subregión está sujeta a un régimen principalmente macrotérmico, con transiciones hacia el submesotérmico en las zonas más elevadas. El régimen pluviométrico es de tipo árido a semiárido (PMA entre 300 y 1.000 mm), con una excepción hacia el este (en la zona de los “valles marítimos”) y el oeste de la subregión, donde se registra una precipitación media anual mayor, entre 1.200 y 1.800 mm, distribuida entre 8 meses del año.

La vegetación predominante está constituida por bosques deciduos y arbustales espinosos, citados en la bibliografía como bosques secos y arbustales xerófilos, parcialmente espinosos (Smith 1972, Matteucci *et al.* 1979). Entre Barquisimeto y Carora se observan extensos cardonales, es decir, arbustales espinosos mezclados con cactáceas columnares arborescentes, como el cardón *Stenocereus griseus*, cactáceas fruticasas, las tunas (*Opuntia* spp.) y los característicos buches (*Melocactus curvispinus*, *Mammillaria* spp.). Entre los elementos arbustivos o arbóreos bajos predominan las leguminosas, con las especies *Prosopis juliflora* (cuji), *Cercidium praecox* (yabo), *Acacia angustissima*, junto con otros elementos leñosos característicos tales como el olivo (*Capparis* spp.) o el trompillo (*Jacquinia frutescens*).

Los bosques alisos semicaducifolios, que caracterizaban el paisaje de los “valles marítimos” ubicados en la mitad oriental de este sector, han sido sustituidos casi totalmente por fincas ganaderas y agrícolas. Originalmente dominaban allí árboles como el puy o araguaney (*Tabebuia billbergii*), la vera (*Bulnesia arborea*) o el membrillo (*Phyllostylon rhamnoides*), junto con un sotobosque bastante variado y denso.

Donde la vegetación natural boscosa haya sido degradada a consecuencia de una fuerte y persistente intervención humana, se forman extensos matorrales, en los cuales se observa un conjunto florístico diferente del existente previamente en el bosque original. En estos casos, la así llamada flora adventicia e invasora ha desplazado a las especies originales hasta constituir nuevas comunidades vegetales, que en este caso reciben el adjetivo de “secundarias”.

Subregión C.2. Sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés

Debido a su considerable extensión, esta subregión es heterogénea en su vegetación y flora (**Foto 27**). Cubre la franja entre el borde noroccidental del Escudo Guayanés y el río Orinoco, desde la desembocadura del río Sipapo en el estado Amazonas hasta la boca del río Caura. Desde allí hacia el este, comprende la parte inferior de las cuencas de los ríos Caura y Paragua, del bajo río Caroní y del río Cuyuní. Además, incluye la sierra de Imataca y la altiplanicie de Nuria en la línea divisoria entre el estado Bolívar y el estado Delta Amacuro. Toda la subregión se desarrolla sobre el basamento ígneo-metamórfico del Escudo Guayanés, cuyos afloramientos graníticos, en forma de lajas (*inselbergs*) o serranías bajas, constituyen uno de los rasgos más significativos no sólo del paisaje sino también de la vegetación.

Las características climáticas de esta área son muy variadas. En líneas generales, el clima de la zona más al norte, que bordea el río Orinoco entre los Castillos de Guayana y Caicara, es biestacional, con una pronunciada alternancia entre la época seca y la época lluviosa, con temperaturas medias anuales mayores a 24°C y precipitaciones medias anuales entre 800 y 1.500 mm. Por su parte, las zonas del Cuyuní-bajo Caroní y Caicara-Boca Sipapo, en el estado Amazonas, tienen un clima más equilibrado, con una pluviosidad media anual que varía entre 1.200 y 2.000 mm. Dentro de la subregión, las únicas áreas que no pertenecen al clima macrotérmico son las cumbres de las colinas que tienen un clima submesotérmico, y que alcanzan entre 800 y 1.000 msnm.

Desde el punto de vista florístico, casi toda la subregión constituye una zona de transición entre la biorregión de los Llanos, hacia el norte, y la biorregión de la Guayana, hacia el sur. Entre Caicara del Orinoco y Puerto Ordaz se extiende un “bolsón”, hacia el sur, de sabanas típicamente llaneras, las cuales casi alcanzan el pie de las montañas del Escudo Guayanés en los alrededores de Tumeremo. Por otra parte, a lo largo de la ribera meridional del río Orinoco, hasta más al sur de Puerto Ayacucho, aparecen manchas más o menos extensas de sabanas, en las cuales domina nítidamente el elemento llanero. Sin embargo, allí ya comienzan a presentarse especies de genuina afinidad florística guayanesa.



Foto 27. Sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés, Canaima, estado Bolívar. Rebecca Miller

Sector C.2.1. Zona noroccidental

Este sector se extiende desde el río Orinoco, al norte y oeste, hasta el piedemonte del macizo Guayanés, al sur y este. Presenta elevaciones promedio de hasta aproximadamente 600-800 msnm. Aquí predominan bosques basimontanos y submontanos, bosques ribereños, sabanas arbustivas y chaparrales. Los bosques han sido poco estudiados hasta la fecha, pero se trata de bosques estacionales medianamente altos y densos, semidecíduos, en los cuales predominan árboles con copas anchas y aplanadas, tales como el yopo (*Anadenanthera peregrina*) o el aceite (*Copaifera pubiflora*). Localmente es frecuente la palma *Attalea maripa* (Boom 1990).

Los chaparrales están muy bien desarrollados en este sector y le otorgan un aspecto característico a buena porción del trayecto a lo largo de la carretera Puerto Ayacucho-Ciudad Bolívar. Estos peculiares arbustales están dominados por comunidades de chaparro (*Curatella americana*), los cuales pueden alcanzar hasta 8 m de alto en esta área, pero manteniendo su forma de crecimiento característica, con el tronco torcido y las grandes hojas rugosas, usadas en el pasado como lija o limpiaollas. Debido al dosel ralo típico de este estrato arbustivo, el suelo de los chaparrales está cubierto por una comunidad densa de gramíneas, normalmente conformada por paja saeta (*Trachypogon spicatus*).

Otro tipo de vegetación sobresaliente de este sector es la vegetación saxícola, es decir, aquella que crece sobre los numerosos afloramientos rocosos graníticos (lajas). Estos domos rocosos, redondeados y de coloración negra debido a las cubiertas de cianobacterias y líquenes adheridas a la superficie, le confieren un carácter inconfundible al paisaje colinar entre Los Pijiguaos y Puerto Ayacucho. Las plantas que han logrado instalarse sobre estas rocas soportan oscilaciones térmicas de más de 40°C durante un día de sol, así como oscilaciones extremas en la disponibilidad hídrica durante los meses de menor pluviosidad. Esta vegetación tiene una gran importancia botánica por su alto nivel de endemismo y sus peculiares adaptaciones ecológicas. Entre la multitud de especies destaca la curiosa hierba *Vellozia tubiflora*, de aspecto primitivo, pero con flores blancas sumamente vistosas. Del mismo modo sobresale *Pseudobombax croizatii*, un arbusto retorcido con corteza verde y flores rosadas delicadas, visitadas por murciélagos nocturnos.

Sector C.2.2. **Zona centro-norte**

Esta zona abarca la porción centro-norte del estado Bolívar y la franja de piedemonte septentrional del macizo Guayanés, desde la boca del río Caura, en el oeste, hasta la boca del río Caroní, en el este. Este sector incluye las cuencas bajas de estos dos ríos y la del río Aro. Es heterogénea, florística y fisionómicamente, de manera que su cobertura vegetal varía desde bosques siempreverdes húmedos (ombrófilos) hasta bosques ribereños deciduos (caducifolios), alternando con sabanas muy ralas y vegetación saxícola sobre afloramientos rocosos. Sin embargo, las especies encontradas en cada uno de estos ecosistemas difieren en grado más o menos notable de ecosistemas similares, ubicados en el sector occidental. Estas diferencias se deben, en primer lugar, al régimen climático generalmente más seco de esta zona y, en segundo lugar, a las diferentes condiciones edáficas, ya que las rocas del grupo Imataca, predominantes en este sector, están entre las más antiguas de todo el Escudo Guayanés.

Subregión C.3. Sistema de sierras bajas y colinas Imataca-Cuyuní del Escudo Guayanés nororiental

Esta subregión pertenece a la provincia fitogeográfica Guayana oriental que se extiende a todo lo largo de las tres Guayanas, es decir, entre el río Amacuro bajo, en Venezuela, y el límite entre la Guayana Francesa y el Estado de Amapá, en el Brasil nororiental (Huber 1994, Berry *et al.* 1995). En Venezuela abarca, en forma de triángulo invertido, toda la mitad sur del estado Amacuro, las sierras Piacoa e Imataca, y la gran zona boscosa



Foto 28. **Sistema de sierras bajas y colinas Imataca-Cuyuní, Imataca, estado Bolívar.** Giuseppe Colonnello

delimitada, en el oeste, por una línea imaginaria entre el poblado de Tumeremo y las cabeceras del río Yuruán. El límite sur podría trazarse siguiendo la cota de 200 msnm a lo largo del piedemonte de la sierra de Lema, en dirección oriental hasta caer en el río Venamo, aproximadamente en su confluencia con el río Cuyuní (**Foto 28**).

Esta subregión ocupa principalmente terrenos de tierra firme no inundables, desde el piedemonte nororiental de la sierra de Imataca, drenados por el río homónimo, hasta el río Cuyubini, más al este. Adicionalmente, incluye las colinas y las sierras bajas de Imataca y de la altiplanicie de Nuria (hasta 450 msnm), así como los bosques de la penillanura que se extiende entre la sierra de Imataca y el piedemonte oriental de la sierra de Lema. Gran parte de este paisaje está dominado por una forma de relieve muy peculiar llamado “de media naranja”, que consiste en una aglomeración densa de colinas semiesféricas, con alturas que oscilan entre 50 y 100-150 m, pero separadas por pequeños valles que drenan sus bases con un patrón de drenaje circular. Este paisaje es el resultado típico de los procesos de meteorización y alteración de rocas ígneas-metamórficas antiguas (el granito de Imataca o el de Supamo, ambos de edad proterozoica) bajo condiciones de clima lluvioso tropical.

Prácticamente toda la subregión está cubierta por diferentes tipos de bosques pluviales muy densos, cuya fisionomía y composición florística difieren notablemente de los bosques inundables del delta, adyacentes por el norte, descritos en el sector B.3, y más aún de los bosques del sector C.2.2, colindantes por el oeste. Esta distinción es producto del régimen climático marcadamente más húmedo. En esta formación de bosques ombrófilos destacan aquellos dominados localmente por especies arbóreas indicadoras, tales como *Erismia uncinatum* (mureillo, en la Altiplanicie de Nuria y en Imataca) y *Mora gonggrijpii* (mora), que forma bosques densos y altos, particularmente en zonas húmedas de interfluvios, desde el río Cuyuní alto, en Venezuela, hasta su confluencia con el río Esequibo, en Guyana.

Región D. Montañas

La región de montañas muestra un relieve generalmente pronunciado, con una alternancia abrupta entre valles y laderas, lo que le imprime las características más conspicuas a esta unidad. Adicionalmente, esta condición genera un patrón ecológico para las formas vegetales debido a su exposición al viento y al sol, así como a la inclinación de las vertientes. En esta unidad hay una clara separación de los pisos climáticos altitudinales, desde el cálido basal hasta el templado y el frío (nival).

Tres grandes sistemas montañosos¹, distintos en su origen y en su configuración orográfica actual, caracterizan el paisaje fisiográfico del territorio venezolano, no sólo por su aspecto fisionómico variado y sus moles a veces verdaderamente impresionantes, sino también por la extraordinaria complejidad y belleza de la cubierta vegetal asociada a cada uno de ellos. Son éstos: a) el macizo Guayanés con sus famosas, imponentes y antiquísimas mesetas rocosas de origen proterozoico y precámbrico, ubicadas en el sur del país, b) la alargada y esbelta cordillera de la Costa, de edades principalmente paleozoicas y mesozoicas, que acompaña casi toda la ribera del mar Caribe en Venezuela, y c) la majestuosa cordillera de los Andes, que pasa a formar parte del paisaje de Venezuela a partir del Terciario, cuando sus dos ramales, es decir, la sierra de Perijá y la cordillera de Mérida, comienzan sus vigorosas fases de plegamiento y de levantamiento, hasta alcanzar las mayores elevaciones actualmente registradas para todo el país.

De este modo, la extensa región llamada aquí simplemente “de montañas”, incluye todas las áreas montañosas del país, entre 100 y 5.000 msnm aproximadamente. En ella están representados los pisos climáticos: a) macrotérmico, con una temperatura media anual superior a 24°C, b) mesotérmicos, con temperaturas entre 24°C y 12°C, y c) microtérmico, donde la temperatura media es inferior a 12°C y llega al límite nival en las cumbres alto-andinas. La pluviosidad es extremadamente variable, por lo que se encuentra desde áreas con apenas 500-700 mm de precipitación media anual hasta otras con más de 4.000 mm de pluviosidad.

¹ Para la caracterización del nivel jerárquico de las diferentes masas montañosas se emplean, en orden creciente de complejidad orográfica, los términos cerro, sierra, serranía, macizo y cordillera.

Debido a la multitud de hábitats y situaciones geográficas particulares, lo que constituye una característica común a prácticamente todos los grandes macizos montañosos de la Tierra, no sorprende que en los ambientes montañosos tropicales venezolanos se encuentren las mayores concentraciones de biodiversidad y de diferenciación ecológica a nivel de las comunidades vegetales. En esta unidad se distinguen siete subregiones montañosas. Las primeras seis se ubican al norte del río Orinoco, mientras que la séptima ocupa la mayor parte de la región guayanesa en el sur del país:

- Subregión D.1. Serranía de Perijá
- Subregión D.2. Cordillera de los Andes
- Subregión D.3. Sierra San Luis y cerro Santa Ana
- Subregión D.4. Cordillera de la Costa Central
- Subregión D.5. Cordillera de la Costa Oriental
- Subregión D.6. Cerro Copey, isla de Margarita
- Subregión D.7. Macizo Guayanés

Subregión D.1. Serranía de Perijá



Foto 29. Serranía de Perijá, estado Zulia. Fernando Rojas-Runjaic

Esta serranía pertenece al ramal más al norte de la cordillera andina (**Foto 29**). Su constitución geológica es principalmente sedimentaria, con inclusiones de calizas y areniscas calcáreas. Alcanza elevaciones de más de 3.600 msnm. Las vertientes orientales (venezolanas) reciben copiosas precipitaciones, especialmente en los pisos superiores, donde se forma también una faja de nieblas orográficas, frecuentes durante la mayor parte del año. Los bosques montañosos y páramos presentan múltiples afinidades con la flora andina de la cordillera oriental, en Colombia, y de la cordillera de Mérida, en Venezuela. No obstante, a partir de los escasos estudios realizados en estas montañas de la sierra de Perijá, poco accesibles, pareciera que la flora de sus

bosques y páramos tiene un nivel de endemismo menor que en las otras cordilleras andinas (Steyermark & Delascio 1985).

La vegetación desarrollada sobre las vertientes orientales de la sierra de Perijá se articula de la siguiente manera: entre 100 y 700 msnm se encuentra un bosque macrotérmico estacional o tropófilo, semideciduo, en el cual crecen árboles grandes como el mijao (*Anacardium excelsum*), el suiipo (*Trichilia pleena*) y el jobo (*Spondias mombin*) [Steyermark & Delascio 1985]. En el piso climático superior, entre 1.100 y 2.500 msnm, el bosque montano es siempreverde, alto y denso, y adquiere muchos rasgos de bosque nublado, con abundantes epífitas de musgos, helechos, bromelias y orquídeas sobre las ramas y helechos arborescentes en el sotobosque. Uno de los árboles notables de este bosque es *Bathysa perijaensis*, de la familia del café y endémico a esta región. Finalmente, por encima de 2.500 msnm se extienden unos páramos hasta los límites superiores de la serranía, entre 3.000 y 3.600 msnm; en estos páramos también dominan los frailejones (incluidas *Espeletia perijaensis* y *E. tillettii*, dos especies endémicas), gramíneas y unos arbustos típicamente altoandinos (*Befaria*, *Hypericum* y *Disterigma*).

Subregión D.2. Cordillera de los Andes

En esta subregión, también llamada cordillera de Mérida, se incluye todo el ramal nororiental de la cordillera andina en Venezuela, desde la frontera con Colombia, en el estado Táchira, hasta la Depresión de

Barquisimeto, en el estado Lara (**Foto 30**). En esta unidad se encuentran las mayores elevaciones fisiográficas de Venezuela, llegando hasta casi 5.000 m de altitud en el pico Bolívar. Igualmente, aquí se registran los puntos más altos en el país con vegetación natural, lo cual ocurre a 4.700 msnm. El régimen climático varía con la altitud y la exposición, pero presenta variaciones locales. Ejemplos de ellas son los ambientes secos o xerófilos en algunos valles intra-andinos, como los valles de los ríos Chama y Motatán, o la zona de Lobatera.

En general la pluviosidad es elevada, especialmente en las vertientes orientales, a baja y media altitud, específicamente en los pisos submontano y montano. En el piso altimontano o altiandino, la disponibilidad hídrica es mucho más limitada. Esto es consecuencia de una precipitación marcadamente menor, así como, por el fenómeno de las heladas nocturnas que en Venezuela se observa únicamente en esta subregión.

La vegetación de la cordillera de Mérida se caracteriza por los numerosos tipos boscosos que ocupan sus laderas orientales (hacia los Llanos) y noroccidentales (hacia el lago de Maracaibo), así como por los páramos alto-andinos que van desde la línea boscosa hacia las cumbres. En ambos casos existe un elevado grado de endemismo florístico. Entre los bosques basimontanos, submontanos y montanos, destaca el bosque nublado andino dentro de los bosques montanos, con el predominio de majestuosos árboles de gimnospermas provenientes de la región austral (Podocarpaceae). En el Bosque Experimental de la ULA, en La Carbonera, a casi 3.000 msnm, puede observarse grandes colonias de pino aparrado (*Podocarpus oleifolius*) y pino laso (*Decussocarpus rospiglosii*), con 40 o más metros de alto. Los otros tipos de bosque que crecen en los pisos altitudinales inferiores también presentan una flora rica y variada, entre la cual destacan las colonias de yagrumos con hojas blancas (*Cecropia telenitida*).

Recientemente se han realizado estudios botánicos y fitosociológicos detallados en los bosques y páramos de las montañas de Guaramacal, a menos de 3.200 msnm, en los estados Portuguesa y Trujillo, y se evidencia diferencias florísticas y ecológicas significativas con relación a los páramos de Mérida (Cuello & Cleef 2009a; 2009b).



Foto 30. Cordillera de los Andes, páramos andinos, estado Mérida. David Southall

Subregión D.3. Sierra de San Luis y cerro Santa Ana



Foto 31. Cerro Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón. José A. González-Carcacia

La sierra de San Luis y el cerro Santa Ana constituyen una unidad de superficie reducida, pero importante desde el punto de vista de su vegetación y flora. Están ubicadas aisladamente en el centro del estado Falcón y en la península de Paraguaná, respectivamente. La primera, con orientación este-oeste, alcanza una altitud aproximada de 1.300 msnm. El cerro Santa Ana, por su parte, apenas alcanza, con una extensión muy reducida, 830 m de altitud (**Foto 31**). Sin embargo, debido a condiciones climáticas locales, las cumbres de ambas montañas están cubiertas por una vegetación y flora típicamente submontana, con un discreto número de endemismos.

De acuerdo con Steyermark (1975), quien realizó las exploraciones botánicas más intensas en

estas dos montañas, a los bosques estacionales (tropófilo) en las vertientes inferiores le siguen, hacia la cumbre, un tipo de bosque nublado peculiar, muy comprimido y reducido en extensión, en vista de la relativamente baja altitud máxima de estas cumbres. En la sierra de San Luis existen varias especies endémicas entre las aráceas, orquídeas y rubiáceas, mientras que sobre la diminuta punta del cerro Santa Ana sobresale una colonia densa de la palmita endémica *Geonoma paraguanensis*.

Subregión D.4. Cordillera de la Costa Central

La cordillera de la Costa Central se desarrolla a lo largo de la franja septentrional del país, entre la Depresión de Barquisimeto en el oeste y la Depresión de Unare en el este, alcanzando su mayor altitud de 2.765 msnm en el pico Naiguatá (**Foto 32**). A pesar de su escasa altura y poca extensión como la cordillera de Mérida, ésta exhibe una sucesión reconocible de pisos altitudinales, desde la línea costera con el mar Caribe hasta sus partes altas. Abarca los pisos basimontano, submontano y montano, así como una angosta faja de subpáramo en sus cimas más elevadas (mayores de 2.200 msnm). Las vertientes que dan hacia el mar Caribe son, generalmente, más húmedas que las meridionales, ya que experimentan el efecto de "sombra de lluvia". En esta cordillera, la frecuente niebla orográfica se forma entre 1.000 y 2.000 m de altitud.

La cordillera de la Costa se levantó a partir del período Paleozoico, razón por la cual es considerada geológica y paleoecológicamente diferente de la cordillera de los Andes. Esta subregión central se compone de tres sectores geográficamente diferentes, separados entre ellos por dos importantes fallas geológicas:

Sector D.4.1. Sierra de Aroa

Se trata de una montaña en el estado Yaracuy, relativamente aislada del resto de la cordillera a consecuencia de la falla de Boconó. Su mayor elevación casi alcanza 1.500 m de altitud. La vegetación está caracterizada por sus bosques nublados con un número significativo de especies endémicas, especialmente en el cerro La Chapa. La vegetación original boscosa de las laderas de esta sierra ha sido sustituida casi enteramente por cultivos agrícolas. En la cumbre bastante extensa todavía se encuentran fragmentos de bosque nublado costero, pero la presión de aprovechamiento de estas zonas para ganadería con pastos artificiales es muy fuerte (W. Meier *com. pers.*).

Sector D.4.2. Serranía del Litoral

La serranía del Litoral es el cuerpo principal y más alto de toda la cordillera de la Costa. Su geología es esencialmente de origen Paleozoico, con importantes inclusiones Mesozoicas en la mitad oriental. Las vertientes septentrionales de estas montañas se elevan abruptamente desde el mar Caribe, mientras que las vertientes

opuestas, dirigidas hacia el sur, presentan una inclinación menos pronunciada hasta desembocar en el largo valle transversal de Aragua. Desde allí, la vertiente sur de esta serranía se encuentra emplazada sobre la gran falla geológica de La Victoria, desarrollándose, inicialmente, a 400 y 450 msnm para luego subir hasta más de 1.000 metros en el valle de Caracas. Las cumbres más altas de la serranía están alineadas en sentido oeste-este y varias de ellas superan la cota de 2.000 msnm.

La vegetación natural predominante es boscosa con un discreto número de endemismos. En Aragua, en el Parque Nacional Henri Pittier, y en el Distrito Capital, en el Parque Nacional Guaraira Repano, se observa una secuencia de pisos altitudinales que en la base parte con bosques estacionales deciduos (tropófilos), seguidos por bosques semideciduos submontanos de transición, llamados bosques alisios por Vareschi (1992) y, finalmente termina en una franja bien desarrollada de bosques húmedos (ombrófilos) submontanos a montanos, conocidos como bosques nublados costeros. La flora y la vegetación de la selva nublada de Rancho Grande, ubicada en el Parque Nacional Henri Pittier, han sido estudiadas con cierto detalle, detectándose varias especies endémicas (Huber 1986, Cardozo 1999). Allí se encuentra también uno de los árboles más vistosos y posiblemente entre los más grandes de toda la flora venezolana, el cucharón (*Gyranthera caribensis*), descubierto y descrito por Pittier en los años veinte del siglo pasado. Este imponente gigante de la selva, que alcanza hasta 60 m de altura, tiende a agruparse en pequeñas poblaciones, y llama la atención por sus muy llamativas raíces fulcrantes o tabulares, las que pueden llegar hasta la altura de 6 m sobre el tronco.

Por su parte, las zonas abiertas que se desarrollan por encima del límite superior de los bosques, en el caso de la cordillera de la Costa comienzan a 2.200 y 2.300 msnm. Se trata de un tipo de subpáramo arbustivo, en el cual crecen algunas especies parameras como el incienso (*Libanothamnus neriifolius*) o la hierba arrossetada (*Acaena cylindristachya*), que demuestran las afinidades fitogeográficas de estos ecosistemas con los páramos andinos.

La cordillera de la Costa Central, con sus valles transversales de Caracas y Aragua, hasta más allá del lago de Valencia, desde hace varios siglos es la región con la mayor concentración de población en Venezuela. Obviamente, la vegetación natural de los valles y de los pisos inferiores y medios de la zona ha sido fuertemente modificada para darle paso a las áreas agropecuarias.



Foto 32. Cordillera de la Costa Central, cerro El Ávila, Distrito Capital. David Southall



Foto 33. **Cordillera de la Costa Oriental, Turimiquire, estado Anzoátegui.** Gilson Rivas

Sector D.4.3. **Serranía del Interior**

La serranía del Interior se extiende al sur y paralelamente a la serranía del Litoral. Comprende la porción meridional de los estados Yaracuy, Carabobo, Aragua y Miranda, así como la franja piemontana en el norte de los estados Cojedes y Guárico. Sus elevaciones oscilan mayormente entre 800 y 1.500 m de altitud, con excepción del cerro Platillón, cerca de San Juan de los Morros, el cual alcanza 1.931 msnm (Zambrano 1970). Por su ubicación con respecto a la cordillera de la Costa, la serranía del Interior experimenta el efecto “sombra de lluvias” y el clima es, por lo tanto, notablemente menos lluvioso. Adicionalmente, en las vertientes ubicadas al sur, orientadas hacia los Llanos, el período de sequía suele ser generalmente más intenso.

Los tipos de vegetación más característicos de esta serranía son los tupidos bosques húmedos (ombrófilos) submontanos y montanos de la selva de Guatopo y de la serranía del Bachiller. En el piso inferior originalmente existían grandes extensiones de bosques semidecíduos (selvas alisias) y bosques bajos deciduos, pero estos han sido degradados en su mayor parte a matorrales densos deciduos.

Debido a su cercanía a las ciudades de Caracas, Maracay y Valencia, la vegetación de todo el sector presenta un grado muy elevado de intervención humana y hoy en día muchas laderas de la serranía del Interior están cubiertas apenas por una sabana secundaria pobre en especies, en la cual localmente pueden presentarse grandes poblaciones de agaves.

Subregión D.5. Cordillera de la Costa Oriental

La sección oriental de la cordillera de la Costa se extiende en dirección oeste-este, desde la Depresión de Unare hasta la punta oriental de la península de Paria. Geológicamente se compone del macizo del Turimiquire, una serranía compacta formada esencialmente por rocas sedimentarias mesozoicas en Anzoátegui, Monagas y Sucre, y de una península alargada en dirección oeste-este conformada por rocas metamórficas mesozoicas más antiguas (**Foto 33**). Contrariamente a lo observado en la subregión anterior, aquí las vertientes más húmedas son las de exposición meridional y oriental.

Sector D.5.1. **Macizo del Turimiquire**

El macizo del Turimiquire se ubica, mayormente, en la porción noroccidental del estado Monagas y en el suroeste del estado Sucre. Sus cumbres alcanzan hasta 2.600 msnm. La vegetación natural más importante está constituida por diferentes tipos de bosque, entre los cuales destacan los bosques siempreverdes montanos

y los bosques nublados por su gran número de especies endémicas (Steyermark 1966). En las cumbres también se han encontrado arbustales abiertos, praderas y pequeñas áreas pantanosas con musgos (*Sphagnum* spp.).

Steyermark (1966), quien exploró el macizo del Turimiquire durante dos meses en 1945, reportó que las laderas inferiores de este complejo montañoso estaban mayormente deforestadas. En 1975 fue declarada la Zona Protectora del Macizo Montañoso del Turimiquire, pero desde entonces se ha construido la gran represa del Turimiquire a media montaña y la figura de protección no ha sido del todo eficiente. Hoy en día probablemente sólo el piso superior montano (> 2.000 msnm), con remanentes de bosques nublados costeros y con arbustales mesotérmicos, representa parte de la vegetación natural original de este imponente sistema montañoso.

Sector D.5.2. **Serranía de Paria**

La vegetación de la serranía de Paria está constituida principalmente por bosques y arbustales espinosos (espinares) o tropófilos, emplazados en el piso colinar y basimontano, dominados principalmente por especies leñosas y espinosas de leguminosas (Silva 1999). No obstante, en las cumbres de los cerros Patao y Humo, ubicados al noreste del estado Sucre, a una altitud de 1.200-1.300 msnm, se encuentran pequeñas manchas de bosque nublado, interesantes desde el punto de vista fitogeográfico y florístico (Steyermark & Agostini 1966).

Una gran parte de la vegetación original de esta subregión en el noreste del país ha sido sometida a una intensa ocupación humana desde hace varios siglos, de manera que su actual cubierta vegetal incluye terrenos deforestados con matorrales o sabanas secundarias, así como bosques basimontanos y submontanos con alto grado de intervención debido a la tala selectiva de las especies maderables (Silva 1999).

Subregión D.6. **Cerro Copey, isla de Margarita**

Esta montaña aislada, de roca metamórfica mesozoica, alcanza una altitud de 910 msnm a pesar de que la precipitación media anual sólo llega a escasos 1.000 mm (Hoyos 1985). En su cumbre se desarrolla un arbustal submontano muy peculiar, dominado por una especie de copey (*Clusia flava*), junto con una bromelia terrestre gigante, *Glomeropitcairnia erectiflora*, que sólo es conocida en tres lugares similares en el Caribe suroriental (Xena de Enrech *et al.* 1999). Por debajo de este arbustal crece un bosque subsiempreverde, entre 500 y 800 msnm, y un bosque bajo semideciduo basimontano, similar al tipo de bosque predominante en la cercana península de Paria (**Foto 34**).



Foto 34. **Cerro El Copey, isla de Margarita, estado Nueva Esparta.** Natalia Ceballos

Subregión D.7. Macizo Guayanés

El macizo Guayanés, ubicado enteramente al sur del Orinoco, es la subregión montañosa de mayor extensión en Venezuela (**Foto 35**). Se emplaza directamente sobre el basamento del Escudo de Guayana y tiene una edad geológica precámbrica estimada en más de 1.000 millones de años. A lo largo de su proceso de formación se han sucedido diferentes fases y eventos orogénicos, plutónicos, volcánicos, sedimentarios e intrusivos. Por esta razón, en el paisaje montano guayanés se encuentran mezclados, a gran escala, numerosas elevaciones sedimentarias con su típica forma de mesa, al lado de extensas cordilleras empinadas de origen magmático y otras de origen volcánico. Sin embargo, las mesetas sedimentarias de areniscas y cuarcitas del grupo Roraima son las que representan más genuinamente el paisaje montano guayanés. El número de estas mesetas es de aproximadamente 50, y su presencia define el aspecto fisiográfico actual de esta subregión.

La mayoría de estas mesetas son llamadas “tepui”² por los Amerindios Pemón de la zona. Se elevan abruptamente desde los bosques o las sabanas de las planicies cálidas y terminan en cumbres aplanadas entre 1.500 y 3.000 msnm, las cuales lucen inaccesibles por estar rodeadas de paredes verticales de hasta 1.000 metros de alto. Por otra parte, también existen montañas graníticas de gran altitud y desarrollo, como la serranía de Maigualida o la serranía Tapirapecó.

Las condiciones climáticas de esta subregión son muy variadas, aun cuando el clima húmedo lluvioso predomina en toda su extensión, con una precipitación media anual mayor a 2.500 mm. En las cumbres tepuyanas más elevadas se han observado cortos períodos de sequía (pocos días a 1-2 semanas, usualmente durante los primeros meses del año), durante los cuales el sustrato turboso, ampliamente distribuido, se puede secar considerablemente.



Foto 35. **Cerro Autana, estado Amazonas.** Rebecca Miller

2 La palabra “tepui” de la lengua indígena pemón se escribe con “i” latina cuando forma parte de un nombre autóctono, mientras que se escribe con “y” (i griega) cuando es utilizada en forma castellanizada (*Notificación de la Academia de Letras de Venezuela de 1984*).

Los pisos altitudinales de las montañas guayanesas comprenden una zona piemontana macrotérmica seguida por una zona submontana con régimen submesotérmico, ambas desarrolladas sobre las laderas inferiores y medias de los tepuyes cubiertos por bosques densos. A continuación aparece una zona montana que generalmente comprende las paredes superiores y las cumbres altotepuyanas con un régimen mesotérmico, a excepción de las mesas con una altura superior a 2.800 m, donde se puede encontrar un régimen submicrotérmico. Desde el punto de vista biogeográfico, todos los ecosistemas altotepuyanos, mayormente localizados por encima de 1.500-1.800 msnm, son incluidos en una provincia vegetal propia llamada Pantepui (Huber 1987, 1994).

Debido al aislamiento geográfico de cada tepuy, en la perspectiva horizontal con respecto a los diferentes sistemas tepuyanos y en la vertical, por la separación entre las tierras bajas basales y las cumbres, al menos 1.500 metros más arriba, el Pantepui es una especie de archipiélago ecológico, con una historia evolutiva en el espacio y en el tiempo muy peculiar y que ha dado origen a una gran variedad de ecosistemas localizados en las diferentes secciones de la región biogeográfica guayanesa (Berry & Riina 2005, Huber 2005).

La vegetación del macizo Guayanés está constituida en primer lugar por los bosques húmedos de ladera en los pisos basimontanos, submontanos y montanos. Estos bosques son muy variados en su composición, tanto desde el punto de vista estructural como florístico. En conjunto, representan más de 80% de la cobertura vegetal de esta provincia biogeográfica llamada Guayana central de la región Guayana (Huber 1994). También pertenecen a esta provincia los densos bosques de las altiplanicies de la sierra Parima y del macizo Cuao-Sipapo, que se desarrollan entre 700 y 1.200 msnm, en los pisos submontano y montano. El restante 20% de esta subregión incluye: a) las sabanas gramíneas submesotérmicas y los morichales de la Gran Sabana, entre 700 y 1.400 msnm, b) los herbazales latifoliados, dominados por *Stegolepis*, que se desarrollan sobre sustratos como turberas, arenas blancas o afloramientos rocosos y c) arbustales de diferente fisionomía y composición florística esparcidos por toda la subregión (Huber 1989).

En cambio, en la provincia Pantepui predominan los ecosistemas no boscosos, encontrándose numerosos tipos de herbazales latifoliados y arbustales tepuyanos que crecen mayormente sobre espesos sustratos de turba o directamente sobre la roca descubierta, esto último menos frecuente. A lo largo de los cursos de agua, en las depresiones y en las grietas, se desarrollan verdaderos bosques tepuyanos. Esta provincia se desarrolla en el piso montano alto, localizado a partir de 1.500-1.800 msnm, el cual incluye las cumbres de los tepuyes de arenisca y las montañas no sedimentarias superiores, tales como la serranía de Maigualida. Un detalle interesante es que sobre las rocas expuestas de estos ambientes crece una vegetación pionera bien desarrollada, la cual está compuesta por cianobacterias, criptógamas y fanerógamas especializadas, constituyendo un verdadero litobioma, un área todavía muy poco estudiada.

La diversidad de comunidades vegetales encontrada en el macizo Guayanés con sus dos provincias, Guayana Central y Pantepui, está basada sobre un patrimonio florístico muy rico y diversificado. Según la recientemente concluida *Flora de la Guayana Venezolana* (Berry *et al.* 1995a, 1995c, 1997, 1998, 1999, 2001, 2003, 2004, 2005), se han registrado 2.322 especies en Pantepui *sensu stricto* (> 1.500 msnm) y de éstas, 766 especies son consideradas endémicas a esta provincia fitogeográfica (Berry *et al.* 1995b).

Los mayores centros de endemismo se encuentran en el cerro de la Neblina y los macizos de Chimantá y Duida-Marahuaca. Todas ellas con altiplanicies por encima de 1.800 m, llegando a 2.800 m en el Marahuaca, y a 3.000 m en el cerro de la Neblina. Aparentemente la altitud no es el principal factor para el desarrollo de endemismos, sino también el grado de aislamiento de cada una de estas montañas. Por esta razón probablemente el cerro de la Neblina es la montaña con la mayor fitodiversidad y el mayor porcentaje de especies endémicas en el trópico americano, ya que es el cerro tepuyano más aislado hacia el sur en todo el área del Escudo Guayanés.

La subregión del macizo Guayanés presenta características prácticamente únicas en el trópico americano:

- a) Es el mayor reservorio de aguas no contaminadas y todavía potables,
- b) Los aprovechamientos hidroeléctricos del bajo Caroní producen recursos energéticos vitales para toda la nación en el presente y, posiblemente, para un futuro a mediano y hasta largo plazo,
- c) Tiene una densidad poblacional muy baja, integrada principalmente por indígenas originarios de la región con derechos históricos inalienables,

d) Casi toda la extensión de la subregión está incluida en un sistema de protección legal reconocido nacional e internacionalmente,

e) Presenta un núcleo de biodiversidad de importancia continental y en condiciones naturales virtualmente intactas,

f) Presenta un conjunto de paisajes y escenarios naturales únicos en el trópico americano.

En consecuencia, es necesario proponer nuevas perspectivas de desarrollo que conlleven oportunidades reales de subsistencia y de trabajo para los habitantes locales de la región. La administración de las áreas protegidas y un ecoturismo balanceado y sustentable podrían constituir una alternativa en esa dirección.

Se distinguen nueve sectores fitoecológicos, que conforman esta compleja y extensa subregión de paisajes vegetales del sur de Venezuela³.

Sector D.7.1. Zona suroriental

En este sector se incluye la cadena de tepuyes orientales de sur al norte: Uei-tepui (cerro del Sol), Roraima, Kukenán (Matauí-tepui), Yuruaní-tepui, Ilú-tepui y Tramen-tepui. Todos ellos de edad precámbrica, pertenecen a las areniscas y cuarcitas del grupo Roraima. El Roraima, con 2.723 msnm, es el tepuy de mayor altitud, mientras que los restantes varían entre 2.400 y 2.650 m. Los tepuyes orientales son los únicos cuya base no se encuentra en la tierra baja, sino en el piso submesotérmico, entre 800 y 1.200 msnm aproximadamente. Las cumbres de estos tepuyes altos están expuestas a fuertes lluvias y vientos durante la mayor parte del año, lo cual impide la formación y acumulación de suelo, excepto en grietas y depresiones mayores. A excepción del flanco oeste del Uei-tepui, y los flancos sur y oeste del Roraima, las laderas de los tepuyes orientales están cubiertas por bosques densos siempreverdes, hasta una altitud de 1.800 y 2.000 msnm (**Foto 36**).

En la franja inferior predominan especies latifoliadas típicas del piso submontano y montano inferior de la región, mientras que en la franja superior, hasta el contacto con las paredes verticales, prevalecen los bosques montanos tepuyanos dominados por *Bonnetia tepuiensis*. Sobre las cimas de estas "islas en el cielo", la vegetación se presenta característicamente en forma dispersa sobre la roca y entre los bloques de arenisca. Se trata, principalmente, de pequeñas islas de hierbas arrosietadas y arbustos bajos. Sólo en las depresiones y grietas más profundas crecen bosquecillos de *Bonnetia roraimae* con *Schefflera* sp. y *Weinmannia guyanensis*. Todas las superficies rocosas abiertas están cubiertas por una delgada capa negruzca constituida por cianobacterias y líquenes epilíticos, que en su conjunto conforman el ecosistema de vegetación pionera altotepuyana.



Foto 36. **Macizo Guayanés, zona suroriental, Kukenán, estado Bolívar.** Roderic Mast



Foto 37. **Macizo Guayanés, Gran Sabana, quebrada de Jaspe, estado Bolívar.** Pedro Uviedo

³ Para mayores detalles se recomienda consultar a Huber (1995b). Adicionalmente, una recopilación bibliográfica exhaustiva sobre la flora y vegetación de los tepuyes guayaneses se encuentra en Berry *et al.* (1995a).



Foto 38. **Macizo Guayanés, zona Caroní medio, Auyán-tepui, estado Bolívar.** Rebecca Miller

Sector D.7.2. **La Gran Sabana**

Este sector ocupa la extensa altiplanicie ubicada entre la sierra de Lema y el cerro Venamo, al norte, hasta la sierra Pakaraima, al sur, entre los poblados de Santa Elena de Uairén e Ikabarú. Al este y sureste está delimitada por la línea de demarcación con Guyana y la frontera con Brasil, mientras que en el oeste limita con el macizo del Chimantá y el valle del río Karuay hasta el Ptari-tepui, al norte de Kavanayén. Su altitud desciende desde 1.400 msnm en el norte hasta aproximadamente 800 msnm en el sur (Huber & Febres 2000). La vegetación está conformada por sabanas abiertas (no arboladas) de *Trachypogon spicatus* y *Axonopus* sp., sabanas inundables con palmas moriche (*Mauritia flexuosa*), herbazales arbustivos de *Stegolepis*, *Abolboda* y *Chalepophyllum guianense* sobre turbas, arbustales densos subtepuyanos y bosques siempreverdes submontanos (**Foto 37**).

Sector D.7.3. **Zona Caroní medio**

El Caroní medio incluye los macizos del Auyán-tepui y del Chimantá, así como los tepuyes aislados Ptari-tepui, Sororopán-tepui, Los Testigos (Agparamán-tepui, Murisipán-tepui, Tereke-yurén-tepui y Kamarkawarai-tepui), Uaipán-tepui, Aprada-tepui, Upuigma-tepui y Angasima-tepui (**Foto 38**). Todas estas mesetas son de edad precámbrica y pertenecen a las areniscas y cuarcitas del grupo Roraima. Su altitud varía entre 1.500 y 2.650 msnm. Los macizos del Chimantá y del Auyán-tepui constituyen uno de los núcleos biológicos más ricos y diversificados en el Pantepui (Huber 1992). En este sector se incluyen también los bosques húmedos submontanos y montanos de las vertientes septentrionales de la sierra de Lema y La Escalera. La vegetación está caracterizada por la presencia de bosques húmedos siempreverdes basimontanos, submontanos y montanos en las laderas, sabanas macrotérmicas y submesotérmicas arbustivas de piedemonte. En el piso tepuyano y altotepuyano predominan los herbazales latifoliados, arrossetados y tubulares sobre turba y sobre roca, los arbustales densos y los arbustales paramoides de *Chimantaea*, así como un litobioma bien desarrollado en todas las superficies rocosas.

Sector D.7.4. Guaiquinima

Esta pequeña unidad comprende al cerro Guaiquinima, que alcanza escasamente 1.700 msnm, en el extremo noreste de la meseta. Su cumbre es mayormente boscosa y presenta áreas reducidas de vegetación típicamente tepuyana con herbazales y arbustales. Este sector incluye la serie de cuevas inclinadas que rodea el Guaiquinima, las cuales, aun siendo de menor altitud (500-1.200 msnm), presentan vegetación característica de este sector, especialmente extensos arbustales sobre afloramientos rocosos. Todo el complejo del Guaiquinima es de edad precámbrica y está constituido por areniscas y cuarcitas del grupo Roraima.

Sector D.7.5. Jaua-Maigualida

Este sector abarca los grandes macizos tepuyanos del Jaua, Sarisariñama y Guanacoco, con más de 2.000 m de altitud (Steyermark & Brewer 1976). En el sureste se hallan las mesetas de Ichúm y de Marutaní (Pia-Soi), que no superan los 1.500 m de altitud y están cubiertas esencialmente por bosques y arbustales (**Foto 39**). Todas estas mesetas son de edad precámbrica y están formadas por areniscas y cuarcitas del grupo Roraima. Hacia el noroeste del sector se desarrolla la larga serranía de Maigualida, con cumbres de 2.400 m de elevación, la cual no es de constitución geológica sedimentaria como todos los tepuyes mencionados, sino de constitución ígnea-metamórfica, es decir, granitos de edad proterozoica.



Foto 39. Salto Eutobarima, río Caroní, estado Bolívar.
Pedro Uviedo

La vegetación típica en las laderas, que van desde la base hasta 2.000 msnm aproximadamente, está conformada por grandes extensiones de bosques muy densos siempreverdes (Zent & Zent 2004). En las cumbres de los tepuyes Jaua y Sarisariñama destacan grandes áreas con herbazales tubiformes, dominados por inmensas colonias de *Brocchinia hechtioides*, además de arbustales y bosquecillos ribereños muy llamativos por su variada flora y aspecto. Las cumbres abiertas de la serranía de Maigualida exhiben un mosaico de comunidades vegetales herbáceas y arbustivas, con manchas de arbustales siempreverdes tepuyanos densos y superficies rocosas abiertas, más o menos extensas. Curiosamente, en la serranía de Maigualida, los dos géneros pantepuyanos por excelencia, la hierba grande *Stegolepis* y el arbusto *Bonnetia*, están virtualmente ausentes.

Sector D.7.6. Zona noroccidental

Este complejo sistema montañoso se ubica entre el sur del municipio Cedeño, en el estado Bolívar, y el norte del estado Amazonas, donde tiene su mayor extensión. Está emplazado principalmente sobre el basamento ígneo-metamórfico del batolito de Parguaza. En su borde occidental se encuentran dos tepuyes de arenisca, el cerro Cuao, de 2.400 msnm, y el cerro Autana, de 1.300 msnm. Desde allí se extiende, hacia el este, la enorme altiplanicie granítica del Sipapo, sobre la cual destacan los cerros Aracapo, Gallinero y Ovana, aún inexplorados. En el norte, sobre la frontera entre los estados Amazonas y Bolívar, se encuentran las grandes mesetas tepuyanas del Guanay, Coro-coro, Yutajé y Yaví, cuya altitud oscila entre 1.600 y 2.400 msnm y que pertenecen también a las areniscas y cuarcitas del Grupo Roraima. La vegetación de este sector está constituida por bosques siempreverdes basimontanos y submontanos que cubren casi en su totalidad las laderas inferiores y toda la altiplanicie del Sipapo. En las cimas, que presentan aspectos geológicos y geomorfológicos sorprendentemente diversos entre sí, predominan densos arbustales, pequeñas manchas de arbustal tepuyano con *Bonnetia* y herbazales de *Stegolepis* sobre afloramientos rocosos (**Foto 40**).



Foto 40. **Macizo Guayanés, zona noroccidental, Autana, estado Amazonas.** Rebecca Miller

Sector D.7.7. Zona Centro-Sur

Este sector incluye los dos grandes macizos tepuyanos: el Parú (Asisa), en las cabeceras del río Ventuari, y el Duida-Marahuaca y Huachamacari, en el alto Orinoco, al norte de La Esmeralda. Ambos macizos son de tipo sedimentario, con areniscas y cuarcitas del grupo Roraima. La impresionante mole del cerro Marahuaca, con sus más de 2.800 m de elevación, es el tepuy más alto de este sector, mientras que el cerro Parú, el cerro Huachamacari y el cerro Duida varían entre 1.600 y 2.400 msnm, con una extensión mucho mayor. A este sector pertenecen también dos montañas aisladas ubicadas más hacia el oeste, que son el cerro Yapacana (1.200 msnm) y la sierra Tigre. En ambos casos la cobertura vegetal es de bosques siempreverdes submontanos. El cerro Yapacana es de areniscas pertenecientes al grupo Roraima y su aspecto es típicamente tepuyano a pesar de su baja altitud, mientras la sierra Tigre es de un origen geológico diferente y no tiene la forma tabular de los tepuyes.

El llamativo macizo tepuyano del Duida fue descrito por Humboldt inicialmente en mayo de 1800, durante su corta estadía en La Esmeralda. Fue sólo después de 128 años cuando el cerro Duida fue explorado hasta su cumbre, durante una gran expedición científica realizada entre 1928-29. La vegetación de los macizos del Parú y del Duida-Marahuaca-Huachamacari es muy variada y con altos niveles de endemismo en cada uno de los tepuyes que le constituyen. Por encima de los densos bosques siempreverdes basimontanos y submontanos que cubren todas las laderas y gran parte de la altiplanicie interna del Duida, en las regiones superiores y en las cimas, se encuentra toda la gama de ecosistemas tepuyanos y altotepuyanos herbáceos, arbustivos y pioneros típicos de Pantepui, con varios géneros endémicos como *Phelpsiella* en el Parú, y *Marahuacaea* y *Amphiphyllum* en el Duida-Marahuaca, entre las herbáceas, y *Duidaea*, *Duidania* y *Tateanthus* entre las arbustivas (**Foto 41**).



Foto 41. Macizo Guayanés, zona Centro Sur, Cerro Duida, estado Amazonas. Leonardo Ruíz-Díaz

Sector D.7.8. Sierra Parima

La sierra Parima se extiende del norte al sureste, a lo largo de toda la frontera oriental del estado Amazonas y en ella se encuentran también las fuentes del río Orinoco. Es una cadena de montañas graníticas proterozoicas de altitud media, cuyas cumbres de 1.000 a 1.500 m de elevación dominan una altiplanicie que se extiende hacia el oeste a una altitud entre 700-1.200 msnm. Casi toda la sierra está cubierta por bosques siempreverdes submontanos, con excepción del borde suroccidental, donde se encuentran unas superficies aisladas bajas de arenisca de tipo tepuyano, con arbustales subtepuyanos. En una sección limitada del piedemonte suroccidental de la sierra Parima y cerca del curso inferior del río Ocamo, se ha observado un tipo de bosque decíduo. En la altiplanicie han sido estudiadas algunas pequeñas sabanas arbustivas naturales (o naturalizadas) con un estrato herbáceo muy diversificado. Por otra parte, actualmente en el sur de la sierra Parima persiste un acelerado proceso de sabanización causado por intervención antrópica (Smole 1976, Huber *et al.* 1984).

Sector D.7.9. Zona Sur

Este gran sector, ubicado en el extremo sur del país, ha sido muy poco explorado. La excepción la constituyen las serranías de la Neblina y Tapirapécó. Emplazado en la cuenca montañosa encerrada por las cabeceras del río Orinoco, en el este, hasta el salto Huá, en el suroeste, bordea toda la frontera sur con Brasil, mientras que hacia el norte limita con la penillanura del Casiquiare y en el oeste con el curso superior de los ríos Pasimoni y Baría. Sobre un basamento proterozoico de rocas plutónicas aparece, más o menos alineada en dirección norte-sur, una serie de cerros bajos y medios hasta sierras muy altas de rocas sedimentarias del grupo Roraima, que culminan en el pico da Neblina (3.014 msnm), la cumbre más alta de la serranía homónima y, al mismo tiempo, de todo el macizo Guayanés. Por estar ubicada a escasos metros de la frontera entre Venezuela y Brasil, también es la cumbre más alta de todo Brasil. Aparte de la serranía de la Neblina, en este sector se encuentran montañas y macizos importantes: cerro Avispa, cerro Aracamuni, sierra Imeri, serranía Unturán, sierra Vinilla, cerro Aratitoyope, sierra Tapirapécó y sierra Curupira, la mayoría aún inexplorados.

El macizo de la Neblina fue descubierto en 1954, y desde entonces ha sido objeto de diversas exploraciones científicas. Está ubicado en el extremo sur de la provincia fitogeográfica Pantepui y se encuentra aislado por 350 km del Duida-Marahuaca, el macizo tepuyano más próximo. Actualmente se le considera como el lugar biológicamente más rico y diversificado de toda la provincia Pantepui, equiparable en rango al reino fitogeográfico neotropical. En su flora local se cuentan más de una docena de géneros endémicos, con numerosas especies restringidas a poco más de 1.000 km². A pesar de que la serranía de la Neblina ha sido visitada por más científicos que cualquier otro macizo tepuyano, no existe información publicada y coherente entre sí sobre su vegetación y mucho menos sobre sus características ambientales como clima, suelos, hidrología, etc. En las imágenes por sensores remotos se puede notar que todas sus bases y laderas están cubiertas por densos y altos bosques siempreverdes hasta el piso mesotérmico. En las altiplanicies de las diferentes mesetas han sido mencionados arbustales de *Bonnetia neblinae*. Así mismo, se observan densas comunidades caulirósulas de *Bonnetia maguireorum*, mientras en los extensos herbazales latifoliados de las cumbres predominan *Stegolepis neblinensis*, *Lindmania maguirei* y *Heliampora tatei* var. *neblinae*.

Para la cumbre del cerro Aracamuni, un tepuy mediano ubicado hacia el norte de la serranía de la Neblina, con 1.500 m de elevación, han sido descritos extensos herbazales tepuyanos, mezclados con arbustos. Cabe mencionar el impresionante pico Tamacuari, de forma piramidal, ubicado en la sierra Tapirapécó, al este de la serranía de la Neblina, el cual alcanza 2.400 msnm, así como la asombrosa "aguja" del cerro Aratitoyope (1.690 msnm). Estas montañas son de constitución granítica y presentan paredes fuertemente inclinadas sobre las cuales crece un litobioma bien desarrollado con algunas especies muy llamativas como *Aratitoyopea lopezii*.

Bibliografía

- Andressen L., R. (2007). Circulación atmosférica y tipos de climas. Pp. 238-328. En: P. Cunill G. (ed.). Medio físico y recursos ambientales. Geo Venezuela 2. Fundación Empresas Polar: Caracas.
- Ataroff, M. & L. Sarmiento (2004). Las unidades ecológicas de los Andes de Venezuela. Pp. 11-26 En: E. La Marca & P. Soriano (eds.). Reptiles de Los Andes de Venezuela. Fundación Polar, Conservación Internacional, CODEPRE-ULA, Fundacite Mérida, BIOGEOS: Mérida, Venezuela.
- Aymard, G.A. & V. González (2007). Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los Llanos de Venezuela. En: R. Duno, G. Aymard & O. Huber. Catálogo anotado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV "Dr. Tobías Lasser": Caracas. 59-72 pp.
- Aymard C., G.A. & R. Schargel (2009). Estudio de los suelos y la vegetación (estructura, composición florística y diversidad) en bosques macrotérmicos no-inundables, Estado Amazonas, Venezuela (Aprox. 01° 30' - 05° 55' N; 66° 00' - 67° 50' O). *BioLlania* 9: 1-293 (Edición especial). Guanare, Venezuela.
- Azócar, A. (1981). La flora de los páramos. Pp. 6-27. En: K. Weidman (ed.). Los páramos venezolanos. Librería Alemana. Caracas. Venezuela.
- Azócar, A. & M. Fariñas (2003). Páramos. Pp. 716-733. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). Biodiversidad de Venezuela. Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología-FONACIT. Editorial ExLibris: Caracas.
- Berroterán, J.L. (1985). Geomorfología de un área de Llanos bajos centrales venezolanos. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 40(143): 31-77. Caracas.
- Berroterán, J.L. (1988). Paisajes ecológicos de sabanas en Llanos Altos Centrales de Venezuela. *Ecotropicos* 1(2): 92-108. Caracas.
- Berroterán, J.L. (ed.) (2004). Reserva forestal Imataca. Ecología y bases técnicas para el ordenamiento territorial. Fundambiente, MARN, UCV: Caracas. 207 pp.
- Berry, P.E. & R. Riina (2005). Insights into the diversity of the Pantepui flora and the biogeographical complexity of the Guayana Shield. Pp. 145-167. En: I. Friis & H. Balslev (eds.). Plant diversity and complexity patterns: Local, regional and global dimensions. *Biol. Skr.* 55. Copenhagen.
- Berry, P.E., B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.) (1995a). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 1: Introduction. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 320 pp.
- Berry, P.E., O. Huber & B.K. Holst (1995b). Floristic analysis and phytogeography. Pp. 161-191. En: P.E. Berry, B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 1: Introduction. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon.
- Berry, P.E., K. Yatskievych & B.K. Holst (eds.) (1995c). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 2: Pteridophytes, Spermatophytes: Acanthaceae-Araceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 706 pp.
- Berry, P.E., B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.) (1997). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 3: Araliaceae-Cactaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 774 pp.
- Berry, P.E., B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.) (1998). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 4: Caesalpiniaceae-Ericaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 799 pp.
- Berry, P.E., K. Yatskievych & B.K. Holst (eds.) (1999). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 5: Eriocaulaceae-Lentibulariaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 833 pp.
- Berry, P.E., K. Yatskievych & B.K. Holst (eds.) (2001). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 6: Liliaceae-Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 803 pp.
- Berry, P.E., K. Yatskievych & B.K. Holst (eds.) (2003). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 7: Myrtaceae-Plumbaginaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 765 pp.
- Berry, P.E., K. Yatskievych & B.K. Holst (eds.) (2004). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 8: Poaceae-Rubiaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 874 pp.
- Berry, P.E., K. Yatskievych & B.K. Holst (eds.) (2005). Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 9: Rutaceae-Zygophyllaceae. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon. 608 pp.
- Bevilacqua, M. (2002). Bases biológicas para conservar la Cuenca del Río Caura, Guayana Venezolana. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Simón Bolívar, Caracas. 200 pp.
- Boom, B. (1990). Flora and vegetation of the Guayana-Llanos ecotone in Estado Bolívar, Venezuela. *Mem. New York Bot. Garden* 64: 254-278.
- Camaripano-Venero, B. & A. Castillo (2003). Catálogo de Espermatófitas del bosque estacionalmente inundable del Río Sipapo, estado Amazonas, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 26(2): 125-230 [en línea]. Consultado el <09 sep. 2010> en <www.scielo.org.ve/scielo.php>
- Canales, H. (1985). La cobertura vegetal y el potencial forestal del Territorio Federal Delta Amacuro (Sector norte del Río Orinoco). (PT) Serie Informes Técnicos, Zona 12/IT/270. MARNR, Maturín.
- Canales, H. & E. Dorta (1991). Conservación y manejo de los Manglares de Venezuela y Trinidad-Tobago. FP-11-05-81-01 (2038). Sector Delta del Orinoco, Territorio Federal Delta Amacuro. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Serie Informes Técnicos. DGSSICASV IT/313. 108 pp.
- Cardozo L., A. (1999). Comparación florística y estructural entre la Selva Nublada Baja y la Selva Nublada Superior del Parque Nacional Henri Pittier. Estados Aragua y Carabobo. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 278 pp.
- Chuvieco, E., J.Salas & E. Meza (2002) Empleo de la teledetección en el análisis de la deforestación tropical: El caso de la reserva forestal de Ticoporo (Venezuela). Serie geográfica, tecnologías geográficas para el desarrollo: experiencias de aplicación en América Latina 10:55-76.
- Codazzi, A. (1840). Atlas físico y político de la República de Venezuela. Reeditado en 1940. Ministerio de Educación Nacional, Dirección de Cultura. Biblioteca Venezolana de Cultura. Taller de Artes Gráficas, Escuela Técnica

- Industrial: Caracas.
- Codazzi, A. (1841). Resumen de la Geografía de Venezuela: Venezuela en 1841. 2ª. ed. Ministerio de Educación Nacional, Dirección de Cultura, 1940, 3 Vols. Biblioteca Venezolana de Cultura, Colección Viajes y Naturaleza: Caracas.
- Colonnello, G. (1995). La vegetación acuática del delta del Río Orinoco (Venezuela). Composición florística y aspectos ecológicos (I). Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle 144: 3-34
- Colonnello, G. (2004). Las planicies deltaicas del río Orinoco y Golfo de Paria: Aspectos físicos y vegetación. Pp. 37-54. En: C.A. Lasso, L.E. Alonso, A.L. Flores & G. Flores (eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. RAP Bulletin of Biological Assessment 37. Conservación Internacional: Washington, D.C.
- Colonnello, G. (2010). Objetos de conservación relativos a vegetación: sur de la península de Paria y Delta del Orinoco. En: J.J. Cárdenas, E. Klein & D. Esclasans (eds.). Identificación de Prioridades de Conservación asociadas a los Ecosistemas de la Fachada Atlántica y a su Biodiversidad. The Nature Conservancy Venezuela, Universidad Simón Bolívar: Caracas, Venezuela.
- Colonnello, G., M.A. Oliveira-Miranda, H. Álvarez & C. Fedón (2009). Parque Nacional Turuépapo, Estado Sucre, Venezuela. Sus unidades de vegetación y estado de conservación. Mem. de la Soc. de Cienc. Naturales La Salle 172: 5-35 [2010].
- Cuello, N. & A.M. Cleef (2009a). The forest vegetation of Ramal de Guaramacal in the Venezuelan Andes. *Phytocoenologia* 39 (1): 109-156.
- Cuello, N. & A.M. Cleef (2009b). The páramo vegetation of Ramal de Guaramacal, Trujillo, Venezuela. 1. Zonal communities. *Phytocoenologia* 39 (3): 295-156.
- Cumana L. (1999). Caracterización de las formaciones vegetales de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Saber* 11: 7-16.
- Drude, O. (1887). Atlas der Pflanzenverbreitung. En: Berghaus (ed.). *Physikalischer Atlas*. 3a. ed. Parte 5. Gotha.
- Duno de Stefano, R., G. Aymard & O. Huber (eds.) (2007). Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV: Caracas. 738 pp.
- Ewel, J. & A. Madriz (1968). Mapa ecológico según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. MAC, Caracas. 1:2.000.000. En: J. Ewel, A. Madriz & J. Tosi (eds.) 2da. ed. 1976. MAC, FONAIAP: Caracas.
- Ewel, J., A. Madriz & J.A. Tosi, Jr. (1976). Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 265 pp.
- Fernández, A., G. Colonnello & E. Guzmán (2007). Inventario de la diversidad florística de un sector del curso medio del río Palmar, estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 24 (Supl. 1): 415-421.
- Fudena (2003) Conservación y uso sustentable de la biodiversidad de la ecorregión de los Llanos. Fudena-GEF. Base de datos SIG referencial.
- González S., L.A., A. Prieto Arcas & C. Molina (2004). Los reptiles de la península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *INCI* 29(8): 428-434.
- González, V. (2004). La vegetación de la Reserva de Biosfera. Pp. 31-112. En: Ambioconsult (ed.). Evaluación ecológica rápida de la vegetación en la reserva de biósfera del delta del Orinoco para su conservación y uso sustentable. Proyecto 072204-410-i04. PNUD, Ministerio de los Recursos Naturales Renovables. Proyecto Reserva de Biosfera Delta del Orinoco.
- Grisebach, A. (1872). Die Vegetation der Erde in ihrer klimatischen Anordnung. 2 voll. Leipzig.
- Hackley, P.C., F. Urbani, A.W. Karlsen & C.P. Garrity (eds.) (2005). Geologic shaded relief map of Venezuela. Open-File Report 2005-1038 2 sheets. U.S. Geological Survey: Reston, Virginia. UCV-Escuela de Geología, Minas y Geofísica, FUNVISIS: Caracas, Venezuela.
- Hernández-Montilla, M.C. (2010) Estimación del Riesgo de Extinción de los Hábitats Terrestres de la Cuenca de los Ríos Lajas y Palmar del Estado Zulia. Tesis de Licenciatura, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Maracaibo. 79 pp.
- Hoyos, J. (1985). Flora de la Isla de Margarita, Venezuela. Monografía N° 34. Sociedad y Fundación La Salle de Ciencias Naturales: Caracas, Venezuela.
- Huber, O. (ed.) (1986). La selva nublada de Rancho Grande. Fondo Editorial AsoVAC, Seguros Anauco: Caracas. 288 pp.
- Huber, O. (1987). Consideraciones sobre el concepto de Pantepui. *Pantepui* 2: 2-10.
- Huber, O. (1989). Shrublands of the Venezuelan Guayana. Pp. 271-285. En: L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen & H. Balslev (eds.). *Tropical Forests: Botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press: London, New York.
- Huber, O. (ed.) (1992). El Macizo del Chimantá, Escudo de Guayana, Venezuela: Un ensayo ecológico tepuyano. Oscar Todtmann Editores: Caracas. 343 pp.
- Huber, O. (1994). Recent advances in the phytogeography of the Guayana region, South America. *Mémoires de la Société de Biogéographie* (3 Série) 4: 53-63. Paris.
- Huber, O. (1995a). Geographical and physical features. Pp. 1-61 En: P.E. Berry, B.K. Holst & K. Yatskiyevych (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 1: Introduction*. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon.
- Huber, O. (1995b). Vegetation. Pp. 97-160. En: P.E. Berry, B.K. Holst & K. Yatskiyevych (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 1: Introduction*. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon.
- Huber, O. (1997). Ambientes fisiográficos y vegetales de Venezuela. Pp. 279-291, Vol. 1. En: E. La Marca (ed.). *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela. Serie Catálogo Zoológico de Venezuela*. Museo de Ciencia y Tecnología: Mérida (Venezuela).
- Huber, O. (2005). Diversity of vegetation types in the Guayana Region: An overview. Pp. 169-188. En: I. Friis & H. Balslev (eds.). *Plant diversity and complexity patterns: Local, regional and global dimensions*. Biol. Skr. 55. Copenhagen.
- Huber, O. (2007a). Sabanas de los Llanos venezolanos. Pp. 73-86. En: R. Duno, G. Aymard & O. Huber. Catálogo anotado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV "Dr. Tobías Lasser". Caracas.

- Huber, O. (2007b). Los grandes paisajes vegetales. Pp. 538-575. En: P. Cunill G. (ed.). Medio físico y recursos ambientales. Geo Venezuela 2. Fundación Empresas Polar: Caracas.
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de vegetación de Venezuela 1:2.000.000. The Nature Conservancy, MARNR, Oscar Todtmann Editores: Caracas.
- Huber, O. & G. Febres (eds.) (2000). Guía ecológica de la Gran Sabana. The Nature Conservancy, EcoGraph: Caracas. 192 pp.
- Huber, O. & J. Rosales (eds.) (1997). Ecología de la cuenca del Río Caura, Venezuela. II Estudios especiales. Scientia Guaianae 7. Caracas. 473 pp.
- Huber, O., J.A. Steyermark, G.T. Prance & C. Alès (1984). The vegetation of the Sierra Parima, Venezuela - Brazil: Some results of recent exploration. *Brittonia* 36(2): 104-139.
- Huber, O. & R. Riina (eds.) (1997). Glosario Fitoecológico de las Américas. Vol. I. América del Sur: países hispanoparlantes. UNESCO, Fundación Instituto Botánico de Venezuela: Caracas. 500 pp.
- Hueck, K. (1960). Mapa de vegetación de la República de Venezuela. Bol. IFLA 7: 3-15. Mérida, Venezuela. 1:2.000.000. [Mapa reproducido en el Atlas agrícola de Venezuela (1960) a escala 1:4.000.000].
- Humboldt, A. von (1807). Ideen zu einer Geographie der Pflanzen. Cotta, Tübingen.
- Humboldt, A. von (1814-1838). Atlas géographique et physique du Nouveau Continent. Paris.
- Humboldt, A. von (1815). Prolegomena "De distributione geographica plantarum". Pp. iii-xlvi Vol. 1. En: Nova genera et species plantarum. Paris.
- Jahn, A. (1934). Las temperaturas medias y extremas de las zonas altitudinales de Venezuela. Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 2 (14): 135-172. Caracas.
- Köppen, W. (1936). Das geographische System der Klimate. Vol. 1, Parte C. En: W. Köppen & R. Geiger (eds.). Handbuch der Klimatologie. Bornträger, Berlin. 44 pp.
- Köppen, W. (1948). Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica: México y Buenos Aires. 478 pp.
- Lazo, R. (2009). Diagnóstico y evaluación de áreas de manglar de la República Bolivariana de Venezuela. IVIC [no publicado].
- Leopardi, C., J. Veliz & L.J. Cumana (2009). Orquideoflórula preliminar de la península de Araya y áreas adyacentes, Estado Sucre, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 32(1): 159-177.
- MAC (1960). Atlas agrícola de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), Dirección de Planificación Agropecuaria, Litografía Minagolarra: Caracas. 51 pp. (s/n) + 107 mapas col. + 31 tablas.
- MAC (1961). Atlas forestal de Venezuela. J.P. Veillón (coord.). Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), Dirección de Recursos Naturales Renovables, Editorial Senda-Avila: Caracas. 43 pp. (s/n) + 39 mapas col. + 27 tablas + 11 diagramas.
- Madi, Y., A. Henríquez, D. Gil, L. Rodríguez, A. León, J. Martínez, M. Delgado, J. Vázquez & J. Santander (2008). Herramientas Digitales para una Gerencia Ambiental Integral: Recopilación y digitalización en un SIG del Mapa de "Vegetación Actual de Venezuela" 1979-1982. Recopilación de Sistemas Ambientales capas de información en SIG a escala 1:250.000 a nivel Nacional. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente: Caracas.
- Maguire, B. & C.D. Reynolds (1955). Cerro de la Neblina, Amazonas, Venezuela. *Geographical Review* 45 (1): 27-51.
- MARN (2003). Mapa de vegetación de Venezuela 1:2.000.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar: Caracas.
- MARNR (1982). Mapa de la vegetación actual de Venezuela. 75 hojas 1:250.000. Proyecto Manejo de Recursos Naturales y Ordenamiento de Tierras (MARNOT), D. Dumith (coord.). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables: Caracas.
- MARNR (1982). Mapa de la vegetación actual de Venezuela. En: Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001, Serie II: Los Recursos Naturales Renovables y las Regiones Naturales. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR): Caracas. Documento 1 (4): 231 pp. numeradas + 32 pp. sin numeración.
- MARNR (1985). Atlas de la vegetación de Venezuela. E. Ara (coord.). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Dirección General de Información e Investigación de Ambiente, División de Vegetación: Caracas. 109 pp.
- MARNR (1986). Conservación y manejo de los manglares costeros en Venezuela y Trinidad-Tobago 1985. Serie Informes Técnicos DGIIA-IT-259. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). Caracas.
- MARNR (1993-1996). Mapa de la vegetación de Venezuela 1:250.000 [electrónico]. D. Rodríguez (coord.). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Dirección General de Información e Investigación de Ambiente, División de Vegetación: Caracas. 4x hojas.
- MARNR & ORSTOM (1987). Atlas del Inventario de Tierras del Territorio Federal Amazonas. MARNR, DGSIIA: Caracas.
- Matteucci, S. (1987). The vegetation of Falcon State, Venezuela. *Vegetatio* 70: 67-91.
- Matteucci, S., A. Colma & L. Pla (1979). La vegetación de Falcón. Instituto Universitario de Tecnología: Coro, Venezuela.
- Medina, E. & F. Barboza (2006). Lagunas costeras del lago de Maracaibo: Distribución, estatus y perspectivas de conservación. *Ecotropicos* 19(2): 128-139.
- Miranda, M. (ed.) (2002). The state of Venezuela's forests. A case study of the Guayana Region. Global Forest Watch Report. WRI, Fundación Polar: Caracas. 132 pp.
- Monasterio, M. (ed.) (1980). Estudios ecológicos en los páramos andinos. Ediciones de la Universidad de Los Andes: Mérida (Venezuela). 312 pp.
- MOP (1969). Atlas oficial de Venezuela. Ministerio de Obras Públicas (MOP), Dirección de Cartografía Nacional: Caracas.
- Pittier, H. (1920a). Mapa ecológico de Venezuela 1:2.000.000. Caracas.
- Pittier, H. (1920b). Esbozo de las formaciones vegetales de Venezuela con una breve reseña de los productos naturales y agrícolas (complemento explicativo del Mapa ecológico del mismo autor). Litografía del Comercio: Caracas. 44 pp.
- Pittier, H. (1935). Apuntaciones sobre geobotánica de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 3(23): 93-114.
- Pittier, H. (1947). La Mesa de Guanipa. Ensayo de fitogeografía. Pp. 195-243. En: Trabajos escogidos. Ministerio de Agricultura y Cría: Caracas.

- Ramía, M. (1967). Tipos de sabanas en los Llanos de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 27(112): 264-288. Caracas.
- Röhl, E. (1951). Sobre el gradiente térmico vertical de Venezuela. *Bol. Acad. Ci. Fís., Matem. y Nat.* Año 17, Tomo 14 (44): 3-60.
- Rosales, J. & O. Huber (eds.) (1996). *Ecología de la cuenca del Río Caura, Venezuela. I. Caracterización general.* Scientia Guaianae 6. Caracas. 140 pp.
- Schargel, R. (2007). Geomorfología y suelos. Pp. 21-42. En: R. Duno, G. Aymard & O. Huber. *Catálogo anotado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela.* FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV "Dr. Tobias Lasser": Caracas.
- Schouw, J.F. (1823). *Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie.* Berlin.
- Silva, A. (1999). *Vegetation der halbimmergrünen submontanen Wälder, landwirtschaftlich genutzten Flächen und ihrer Brachestadien auf der Halbinsel Paria, Venezuela.* Disertación doctoral. Albert-Ludwigs-Universität, Forstwissenschaftliche Fakultät: Freiburg. Ibidem-Verlag, Stuttgart. 298 pp.
- Smith, R. (1972). La vegetación actual de la Región Centro Occidental: Falcón, Lara, Portuguesa y Yaracuy de Venezuela. Un resumen ecológico de acuerdo a la fotointerpretación. *Boletín IFLA* 39/40: 3-44. Mérida (Venezuela).
- Smole, W. (1976). *The Yanoama Indians: A cultural geography.* University of Texas Press: Austin. 272 pp.
- Steyermark, J.A. (1966). El Cerro Turumiquire [sic] y la región oriental adyacente. *Acta Botanica Venezuelica* 1(3/4): 104-168. Caracas.
- Steyermark, J.A. (1975). Flora de la Sierra de San Luis (Estado Falcón, Venezuela) y sus afinidades fitogeográficas. *Acta Botanica Venezuelica* 10(1/4): 131-218. Caracas.
- Steyermark, J.A. (1979). Plant refuge and dispersal centres in Venezuela: their relict and endemic element. Pp. 185-222. En: K. Larsen & L.B. Holm-Nielsen (eds.). *Tropical Botany.* Academic Press: London & New York.
- Steyermark, J.A. & F. Delascio (1985). Contribuciones a la flora de la Cordillera de Perijá, Estado Zulia-Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 40(143): 153-294.
- Steyermark, J.A. & G. Agostini (1966). Exploración botánica del Cerro Patao y zonas adyacentes a Puerto Hierro, en la Península de Paria, Edo. Sucre. *Acta Botanica Venezuelica* 1(2): 7-80.
- Susach C., F. (1989). Caracterización y clasificación fitosociológica de la vegetación de sabanas del sector oriental de los Llanos centrales bajos venezolanos. *Acta Biol. Venez.* 12(3/4): 1-54. Caracas.
- Tamayo, F. (1955). Mapa fitogeográfico preliminar de la República de Venezuela, Escala 1:2.000.000. Caracas.
- Tamayo, F. (1958). Notas explicativas del ensayo del mapa fitogeográfico de Venezuela (1955). *Revista Forestal Venezolana* 1(1): 7-31.
- Vareschi, V. (1992). *Ecología de la vegetación tropical, con especial atención a investigaciones en Venezuela.* Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales: Caracas. 306 pp.
- Veillon, J.P. (1977). Las deforestaciones en los Llanos Occidentales de Venezuela desde 1950 hasta 1975. Pp. 97-112. En: L.S. Hamilton (ed.). *Conservación de los bosques húmedos de Venezuela.* Sierra Club, Consejo de Bienestar Rural: Caracas.
- Vispo, C. & C. Knab-Vispo (eds.) (2003). *Plants and vertebrates of the Caura's riparian corridor: Their biology, use and conservation.* Scientia Guaianae 12. Caracas. 525 pp.
- Walter, H. & E. Medina (1971). Caracterización climática de Venezuela sobre la base de climadiagramas de estaciones particulares. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 29(119/120): 211-240.
- Xena de Enrech, N., M. Escala, R. Madriz & M. López (1999). Inventario florístico de Angiospermas en el bosque enano del Cerro Copey (Isla de Margarita, Venezuela). *Ernstia* 9(2): 51-101.
- Zambrano, A. (1970). Estudio fisiográfico regional de la "Cuenca del Tuy". *Boletín de Geología* 11(21): 3-206. Caracas.
- Zent, E.L. & S. Zent (2004). Floristic composition, structure, and diversity of four forest plots in the Sierra de Maigualida, Venezuelan Guayana. *Biodiversity and Conservation* 13: 2453-2484.



Categorías y criterios

II

de las listas rojas de ecosistemas



Jon Paul Rodríguez
Kathryn M. Rodríguez-Clark
Marianne Assmussen

LOS LIBROS ROJOS Y SU USO EN LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y AMBIENTES AMENAZADOS

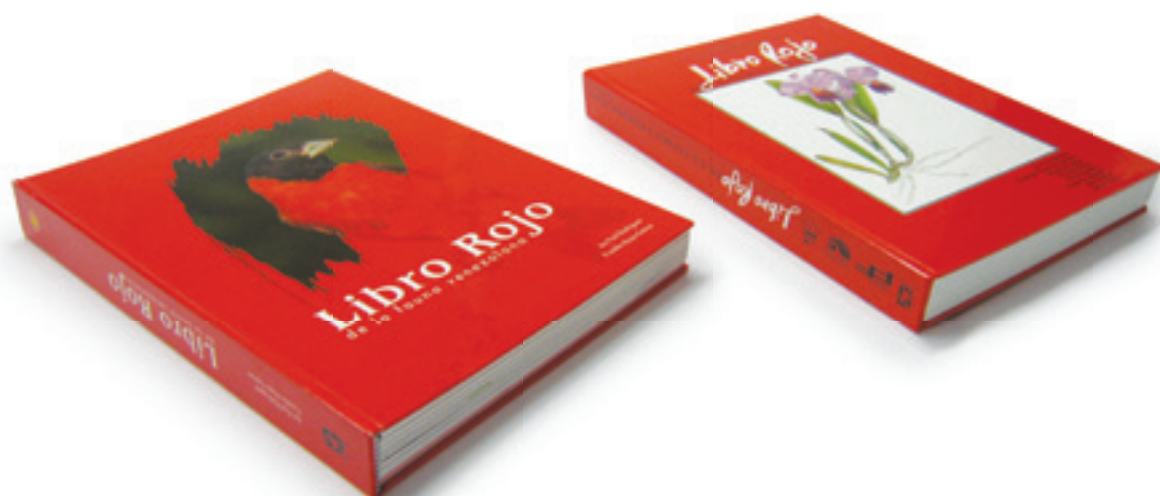
Las listas rojas de especies amenazadas de extinción han sido fundamentales para documentar el estatus de animales y plantas, informar al público, impulsar propuestas de conservación y catalizar políticas públicas sobre biodiversidad. Históricamente, sus principales usos han sido: 1) aumentar el grado de conocimiento del público en general acerca de la situación de las especies amenazadas; 2) servir como punto de referencia para evaluar los cambios en el estado de conservación de la biodiversidad; 3) identificar las áreas que podrían ser incorporadas a los sistemas nacionales de áreas protegidas; 4) dar seguimiento a las actividades humanas que amenazan a la biodiversidad, y 5) definir prioridades para la inversión de recursos en conservación (Collar 1996, Possingham *et al.* 2002, Lamoreux *et al.* 2003, Rodríguez *et al.* 2004, Stuart *et al.* 2010). Las listas rojas son documentos muy influyentes, como es expuesto en la decisión del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Entre muchas otras funciones, sirven para cuantificar cambios en el estatus de las especies mediante la aplicación del índice de las Listas Rojas, una medida promedio del riesgo de extinción de un grupo de organismos en un momento dado (Butchart *et al.* 2007).

La publicación de libros y listas rojas – volúmenes dedicados a resumir la información acumulada sobre especies amenazadas a escala mundial – se inició en 1996 con la edición de los primeros libros rojos de aves y mamíferos (Scott *et al.* 1987). Con el pasar del tiempo, estas publicaciones se expandieron a muchos otros grupos de animales y plantas, abarcando también una gran variedad de ámbitos geográficos. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que incluye a todas las especies del mundo, se publica anualmente en formato electrónico. La información recopilada durante más de 40 años ha puesto en evidencia la magnitud de la crisis de extinción. En su versión más reciente reúne 17.315 especies amenazadas: 6.142 vertebrados, 2.669 invertebrados, 8.495 plantas y 9 hongos y protistas (IUCN 2010a). Así mismo, sólo en Europa se conoce de la existencia de 3.562 listas de especies amenazadas actuales e históricas, mientras que más de 100 países (casi 50% de los países del mundo) han publicado listas rojas para al menos un grupo taxonómico en su territorio (Köppel *et al.* 2003, Miller *et al.* 2007, Zamin *et al.* 2010).

Después que una especie es incluida en las listas rojas, generalmente aumenta la atención de los gobiernos, de la sociedad civil organizada, de la academia, del sector privado y del público en general. El resultado es que las acciones en favor de su conservación se incrementan o se acentúan, según sea el caso. Por ejemplo, la extinción de al menos 16 especies de aves fue prevenida como resultado de las actividades de conservación implementadas en todo el mundo entre 1994 y 2004 (Butchart *et al.* 2006). Así mismo, la conservación de especies amenazadas es el foco principal de una nueva iniciativa global promovida por la UICN, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Banco Mundial, iniciada en 2010 en conmemoración del Año Internacional de la Diversidad Biológica. *Salvemos Nuestras Especies* es una respuesta al reto de la pérdida de biodiversidad, que busca combinar esfuerzos humanos con capital financiero y la colaboración del sector público y privado, a una escala acorde con la magnitud de la crisis. Para 2014, se espera haber creado un fondo global de decenas de millones de dólares, que apoye propuestas de la sociedad civil para la implementación directa de acciones de conservación enfocadas en especies amenazadas y sus hábitats.

El diseño y puesta en práctica de planes de acción en beneficio de las especies amenazadas también son instrumentos idóneos para catalizar numerosas acciones de conservación. Un análisis de los planes de acción impulsados por varios grupos de especialistas de aves de la Comisión para Sobrevivencia de las Especies de UICN demuestra que en el caso de las perdices, faisanes y otras aves relacionadas, de los 54 proyectos prioritarios propuestos en los planes de acción respectivos, 33 se iniciaron dentro de los 5 años siguientes a su publicación. Se observó además la puesta en marcha de 35 acciones de conservación específicas. El conocimiento científico sobre las especies también aumentó, y esto es reflejado por los 45 artículos publicados en revistas científicas arbitradas y al menos 88 productos expuestos en presentaciones, conferencias, afiches y artículos divulgativos (Fuller *et al.* 2003). La planificación estratégica se ha convertido en una herramienta fundamental para la conservación de especies amenazadas (IUCN/Species Survival Commission 2008).

En Venezuela, el primer Libro Rojo de la Fauna Venezolana fue publicado en 1995, un esfuerzo conjunto que contó con la participación de más de 130 investigadores de Venezuela y el exterior (Rodríguez & Rojas-Suárez 1995). Al año siguiente, la información contenida en el Libro Rojo fue empleada por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales para crear dos decretos: el Decreto N° 1485 “Animales Vedados para la Caza” (Venezuela 1996a) y el Decreto N° 1486 “Especies en Peligro de Extinción” (Venezuela 1996b). Las listas oficiales y la propuesta del Libro Rojo revelaron una gran coincidencia, demostrando la aplicación directa de los conocimientos técnicos aportados por la academia y la sociedad civil a la definición de políticas públicas nacionales para la conservación de especies amenazadas. Luego de agotarse la primera edición del Libro Rojo, la segunda, corregida y ampliada, fue impresa en 1999 y reimpressa en 2003, fecha en la que también se publicó la primera edición del *Libro Rojo de la Flora Venezolana* (Llamozas *et al.* 2003). En el año 2008, luego de una extensiva investigación, de la integración de equipos de expertos a los análisis, de la redacción de nuevos textos y la expansión significativa de la cobertura taxonómica de la obra, se publicó la tercera edición del *Libro Rojo de la Fauna Venezolana* (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008). Ese mismo año se logra lo que quizás haya sido el mayor impacto divulgativo de los libros rojos, cuando sus ilustraciones fueron usadas en la nueva familia de billetes de Venezuela, un reconocimiento concreto del Estado venezolano a la fauna amenazada y a la necesidad de su conservación.



Durante la década de 1990, la UICN, organización que tradicionalmente ha impulsado y facilitado las discusiones técnicas acerca de la clasificación de las especies amenazadas, revisó en profundidad sus métodos para asignar las categorías de riesgo en un intento de hacer la clasificación más objetiva, repetible y transparente, y para separar la determinación del riesgo de extinción de la definición de prioridades de conservación (Mace & Lande 1991, UICN 2001). En el presente, las categorías de las listas rojas están diseñadas para reflejar únicamente el riesgo de extinción de un taxón, mientras que la priorización de la acción de conservación es considerada un segundo paso en el proceso, y en el cual deberían tomarse en cuenta muchos factores adicionales (UICN 2001, Miller *et al.* 2006, Miller *et al.* 2007, Zamin *et al.* 2010).

Es indudable que el sistema de categorías y criterios de las listas rojas de la UICN ha fortalecido los esfuerzos de conservación de especies en todo el mundo, y ello queda demostrado en numerosos planes de acción (e.g. Thorbjarnarson *et al.* 1992, Servheen *et al.* 1999, Brooks & Strahl 2000, Snyder *et al.* 2000), sin embargo, por diversas razones se necesitan herramientas complementarias para evaluar el estado actual de la diversidad biológica. Primero, porque las especies pueden estar más o menos amenazadas que los hábitats que utilizan; por ejemplo, en un ecosistema aparentemente intacto algunas de sus especies clave podrían haberse

extinguido por la cacería, o un ambiente degradado probablemente sea un refugio adecuado para especies capaces de subsistir en ecosistemas profundamente modificados por actividades humanas (e.g. Bodmer & Robinson 2004, Brashares *et al.* 2004, Blom *et al.* 2005, Nijman 2005). Segundo, porque es imposible que las evaluaciones de especie por especie se igualen con la velocidad de los actuales niveles de pérdida de la biodiversidad (May *et al.* 1995, Baillie *et al.* 2004, Vié *et al.* 2009). El sistema ha funcionado para grupos de especies que cuentan con especialistas capaces de producir los datos requeridos en las evaluaciones, pero el avance para otros grupos menos estudiados ha sido lento. Esto se evidencia en la Lista Roja de la UICN, donde se incluyen aproximadamente la mitad de los vertebrados, y según la cual sólo 4% de las plantas, 0,6% de los invertebrados y 0,03% de los hongos y protistas han sido evaluados (IUCN 2010a, Stuart *et al.* 2010). Hasta la fecha, la UICN ha publicado 75 planes de acción para especies, pero la cobertura taxonómica de estos es muy desbalanceada: 47 referentes a mamíferos, 12 sobre aves, 7 sobre plantas, 6 sobre reptiles, 2 sobre invertebrados y 1 sobre peces (IUCN 2010b). Por último, en el enfoque a nivel de especies las evaluaciones de riesgo de la UICN no se traducen necesariamente en estrategias de conservación en el ámbito del paisaje, que resultarían más eficientes y efectivas especialmente en las regiones del mundo para las cuales los datos son escasos (Noss 1996, Ward *et al.* 1999, Ferrier 2002, Cowling *et al.* 2004).

Una contribución que podría complementar las evaluaciones centradas en especies es el desarrollo de criterios para evaluar el riesgo de extinción en un nivel de organización biológica superior: el ecosistema. Esta aproximación aprovecharía los avances recientes en los sistemas de información geográfica (SIG) así como los nuevos alcances, de computadoras más poderosas, programas a precios más bajos, y una cantidad creciente de datos satelitales disponibles libremente, que abarcan de dos a cuatro décadas y que permiten tanto medir cambios recientes de cobertura terrestre como predecir cambios futuros.

No se trata de reemplazar las listas rojas de especies, sino de contar con un sistema para la evaluación del riesgo de eliminación de ecosistemas, el cual complementaría las listas o resultaría una alternativa cuando sólo se disponga de información a nivel del paisaje. Además, ofrecería al menos otras cuatro ventajas, entre otros beneficios. Primero, las evaluaciones a nivel de ecosistema serían más eficientes para monitorizar el estatus de la biodiversidad que las evaluaciones de especie por especie: a pesar de los esfuerzos, de las 1.740.330 especies descritas en el mundo hasta 2010, sólo 47.978 (menos que 3%) han sido evaluadas para la Lista Roja de la UICN (IUCN 2010a). Segundo, efectuar evaluaciones más rápidas permitiría la implementación de estrategias de conservación preventivas, que en cuanto a costos, tienden a ser más efectivas que la rehabilitación o la restauración (Orians 1993, Scott *et al.* 1993, Noss 1996). Tercero, con el rápido crecimiento de los SIG y los análisis de cambio de la cobertura terrestre basados en sensores remotos e imágenes satelitales, el enfoque en el riesgo de eliminación de ecosistemas aportaría información para sintetizar la disparidad de estudios locales en una evaluación global coherente. Cuarto, la degradación de ecosistemas sería más evidente que la desaparición de especies individuales, ya que la sociedad frecuentemente percibe la pérdida de biodiversidad en términos de la escasez de servicios ecosistémicos como agua limpia, comida, madera y combustible (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Sobre la base del impacto que han tenido las Listas Rojas de UICN en las prácticas y políticas de conservación de especies amenazadas, y apoyados en cuatro décadas de experiencias sobre el tema, en 2008 la UICN emprendió “un proceso de consultas para el desarrollo, implementación y monitoreo de un estándar mundial para la evaluación del estado de los ecosistemas, aplicable a nivel local, regional y mundial, con la perspectiva de que sea presentado a una futura sesión del Congreso Mundial de la Naturaleza para su aprobación” (IV Congreso Mundial de la Naturaleza 2008).

Hasta los momentos han sido desarrollados y puestos a prueba varios protocolos para la evaluación del estatus de ecosistemas, y esto brinda un buen punto de partida para el desarrollo de un estándar global (Nicholson *et al.* 2009). Un sistema ideal debería contar con las siguientes características: 1) de fácil comprensión para los responsables de la implementación de políticas públicas y para el público en general; 2) consistente en forma lógica con el enfoque basado en especies; 3) transparente, objetivo y fundamentado en principios científicos sólidos; 4) aplicable a ambientes terrestres, marinos y dulceacuícolas; 5) aplicable a múltiples escalas espaciales (de local a global) y resoluciones (de gruesa a fina); 6) con posibilidades de emplear tanto datos

históricos como actuales; 7) explícito sobre cómo las evaluaciones de riesgo de eliminación pueden apoyar en la definición de prioridades de conservación; y 8) definido por criterios con umbrales que reflejen niveles variables de riesgo de eliminación y pérdida de función ecológica, que sean fáciles de cuantificar y monitorizar, y faciliten las comparaciones entre ecosistemas (Rodríguez *et al.* 2011).

Esta publicación representa la primera prueba a gran escala de la propuesta más reciente de categorías y criterios para las listas rojas de ecosistemas, actualmente sometida a la consideración de la Comisión de Manejo Ecosistémico de la UICN y la comunidad científica global (Rodríguez *et al.* 2011). Es el resultado del trabajo de un grupo de personas reunidas en diferentes encuentros internacionales desde 2007, donde se utilizaron varias propuestas previas como referencias iniciales (Benson 2006, Rodríguez *et al.* 2007, Nicholson *et al.* 2009). Los detalles de las categorías y criterios empleados son expuestos en la siguiente sección, pero aquí es importante enfatizar que el sistema propuesto tiene por objeto la clasificación de los ecosistemas según su riesgo de eliminación, pues se trata de un proceso científico basado en la mejor información disponible al momento de la evaluación y que intenta ser transparente, objetivo y repetible. La definición de prioridades de conservación generalmente ocurre después de la asignación de las categorías de riesgo y es un proceso social, participativo, que además de considerar el riesgo de eliminación toma en cuenta otras variables como la singularidad del hábitat, la proporción del ecosistema incluido en las áreas protegidas y las preferencias del público (Tachack-García 2009). Una propuesta concreta sobre la aplicación de los resultados del *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela* a la conservación de la biodiversidad del país se presenta en la última sección de esta publicación.

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE ELIMINACIÓN DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Dado que la medición directa del nivel de amenaza de los ecosistemas y las especies es costosa y difícil, las evaluaciones dependen de medidas indirectas de riesgo o “criterios” (Mace *et al.* 2008). Para las especies los criterios fueron derivados a partir de los estimados de la distribución y su abundancia, incluyendo las tendencias temporales (UICN 2001, Mace *et al.* 2008). Sin embargo, los criterios basados en las tendencias de distribución y abundancia de especies podrían ser insuficientes en el contexto de los ecosistemas (son más que “individuos”), donde los cambios en extensión espacial representan el punto final de otros procesos (transformación estructural o declinación funcional). Por lo tanto, la evaluación de ecosistemas requiere la formulación de criterios adicionales, que consideren medidas de su función ecológica y tomen en cuenta al menos tres características de las causas de amenazas: inmediatez, alcance y severidad (Master *et al.* 2009).

Por ejemplo, la tala total de un bosque representa la pérdida de funciones ecológicas en tiempo inmediato, de modo amplio y en forma severa, además de las pérdidas irreversibles en la composición, estructura y función, incluyendo cambios abruptos y reducciones permanentes en la distribución geográfica del ecosistema (Scheffer *et al.* 2001). En cambio, en un bosque sujeto a tala selectiva de especies maderables de mayor valor, es posible que se preserven algunas de sus funciones ecológicas originales. El grado de disminución funcional dependería de la intensidad (severidad) y extensión (alcance) de la perturbación. Los indicadores de pérdida funcional de ecosistemas pueden estar basados en medidas asociadas a amenazas específicas (e.g. aumento en la proporción de especies exóticas invasivas o en los niveles de contaminación), a medidas de estructura (e.g. cambios en riqueza de especies, estructura trófica, o estatus de especies clave particulares como dispersores de semillas o polinizadores), o a medidas de función (e.g. cambios en el ciclaje de nutrientes, complejidad trófica, flujos energéticos, acumulación de biomasa o patrones de flujo de agua), entre otras medidas (Nel *et al.* 2007, Nicholson *et al.* 2009).

Como en las listas rojas de especies (IUCN 2010a), y en concordancia con el principio precautorio del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992, Cooney 2005), la evaluación de los ecosistemas debería efectuarse con todos los criterios disponibles, pero sólo tendría que satisfacer los umbrales de uno de los criterios para que se incluya en una de las categorías de “amenaza”. La Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN (2010) es un punto de partida lógico para definir los valores umbrales de los criterios para ecosistemas, y que ya han sido incorporados a muchos de los protocolos de evaluación ecosistémica (Nicholson *et al.* 2009). Un elemento fundamental en la composición de los ecosistemas son las especies que lo conforman, por lo tanto, los criterios que se aplican a las especies podrían aplicarse a los ecosistemas.

El sistema diseñado combina medidas de distribución geográfica, función ecológica y sus tendencias temporales en períodos cortos y largos, y está conformado por cuatro criterios (Figura 1 y Tabla 1). Para evaluar el riesgo de los ecosistemas el primer paso es definir el área de estudio y recopilar toda la información posible sobre los cambios de extensión y calidad ecológica de sus ecosistemas. Las definiciones clásicas de *ecosistema* (e.g. Whittaker 1975) y las empleadas en el Convenio sobre la Diversidad Biológica incluyen componentes bióticos y abióticos que interactúan como una “unidad funcional” (CDB 1992). Sin embargo, dado que típicamente los esfuerzos de conservación se enfocan en los componentes bióticos de los ecosistemas, en esta ocasión *ecosistema* es utilizado como un término genérico para *comunidades ecológicas* o conjuntos de especies relativamente diferentes que coexisten en espacio, en tiempo y en asociación con rasgos bióticos particulares (Huber & Alarcón 1988, Christensen *et al.* 1996, Jennings *et al.* 2009, Josse *et al.* 2009, Sayre *et al.* 2010). Para muchos ecosistemas terrestres, al igual que para algunos acuáticos, las clasificaciones de cobertura del terreno podrían ofrecer el método más práctico para delinear las unidades de evaluación (Benson 2006, Rodríguez *et al.* 2007).

Una vez definida el área de estudio, el siguiente paso es cuantificar la extensión actual y pasada de los ecosistemas y su tasa de cambio, para luego proyectar estos datos hacia el futuro. Las principales fuentes de información empleadas aquí para documentar los cambios de cobertura son mapas actuales y pasados, series temporales de imágenes de satélite, fotografías aéreas y relatos históricos. Esta información luego es

contrastada con los umbrales correspondientes a cada criterio y se toma la decisión sobre cuál categoría es la adecuada (**Figura 1 y Tabla 1**).

Existen ocho categorías posibles para la clasificación de los ecosistemas (**Figura 2**). Para facilitar las comparaciones entre listas rojas de diferentes partes del mundo, la UICN acordó estandarizar a las siglas en inglés la abreviación empleada para indicar cada categoría. La primera, **Eliminado (EL)**, se refiere a ecosistemas que han experimentado una transformación tan pronunciada que no es posible distinguir elementos fundamentales de su composición o estructura. La eliminación puede ocurrir por sustitución absoluta de la cobertura o por la pérdida de una o más funciones ecológicas clave en la totalidad de su distribución conocida. Las tres categorías siguientes, **En Peligro Crítico (CR)**, **En Peligro (EN)** y **Vulnerable (VU)**, se asignan sobre la base de criterios cuantitativos diseñados para reflejar diferentes grados de riesgo de eliminación (**Tabla 1**). Los ecosistemas clasificados en estas tres categorías conforman el grupo de los *ecosistemas amenazados*. La categoría **Casi Amenazado (NT)** se aplica a casos que no califiquen como amenazados en el presente, pero que están muy cerca de los valores umbrales y podrían calificar en el futuro cercano. **Preocupación Menor (LC)** se debe asignar a ecosistemas que no califiquen (ni estén cerca de calificar) como amenazados o casi amenazados. La categoría **Datos Insuficientes (DD)** es asignada en casos donde no se dispone de suficiente información como para hacer una evaluación confiable del riesgo de eliminación. Antes de clasificar un ecosistema como Datos Insuficientes, se recomienda agotar todas las fuentes de información existentes y aprovechar cualquier dato del que se disponga, esto para evitar que ecosistemas realmente amenazados sean eliminados, ignorados o subestimados al momento de definir acciones de conservación. La categoría **No Evaluado (NE)** se refiere a ecosistemas cuya valoración no ha sido contrastada con los criterios. Las categorías LC y NE no reflejan riesgo de eliminación (**Figura 2**).

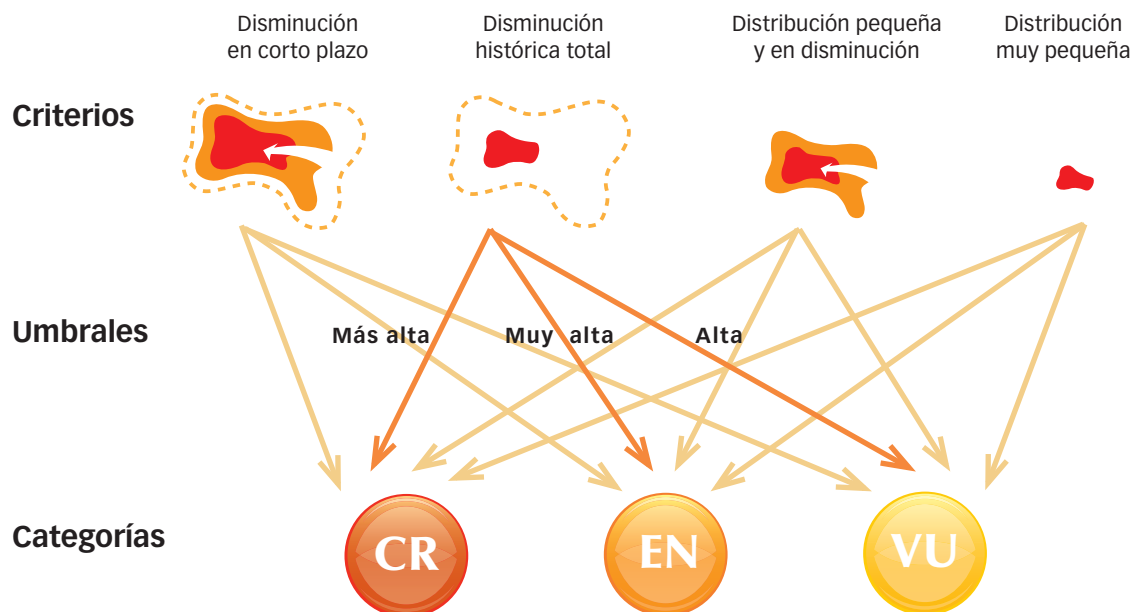


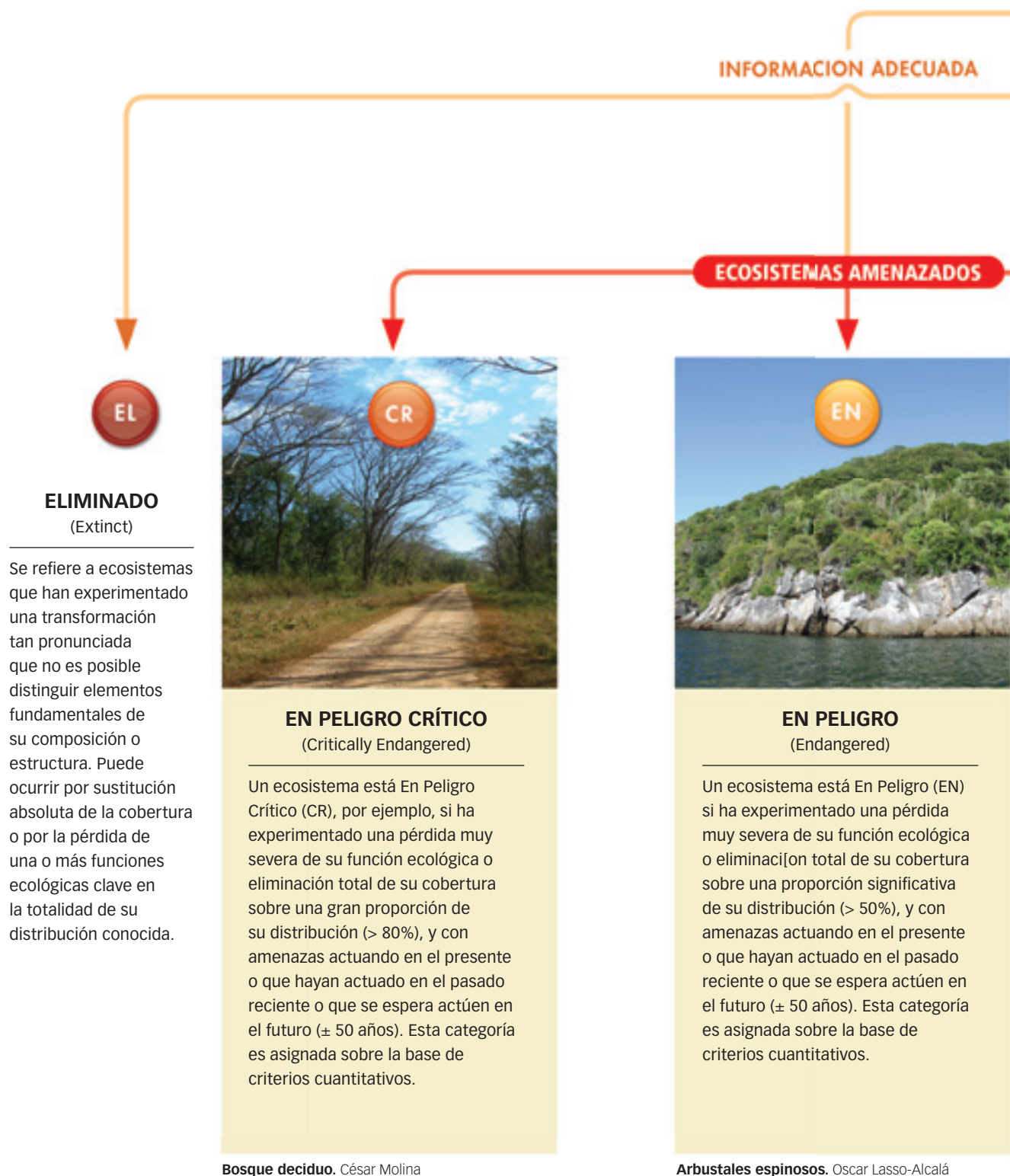
Figura 1. Esquema de la aplicación de los criterios para la clasificación de ecosistemas amenazados de eliminación.
Fuente: Rodríguez et al. (2011)

Criterio	Subcriterio	Estatus	
A: Disminución en el corto plazo (en distribución o en función ecológica) basada en cualquiera de los siguientes subcriterios:	1. Una reducción observada, estimada, inferida o sospechada en su distribución, durante los últimos 50 años, en alguno de los siguientes porcentajes:	≥ 80%	CR
		≥ 50%	EN
		≥ 30%	VU
	2. Una reducción proyectada o sospechada en su distribución, en los próximos 50 años, en alguno de los siguientes porcentajes:	≥ 80%	CR
	≥ 50%	EN	
	≥ 30%	VU	
3. Una reducción observada, estimada, inferida, proyectada o sospechada en su distribución pasada o futura, en un intervalo de 50 años, que incluye el pasado y el futuro, en alguno de los siguientes porcentajes:	≥ 80%	CR	
	≥ 50%	EN	
	≥ 30%	VU	
	4. Una reducción o posible reducción en su función ecológica, en al menos un proceso ecológico fundamental (en relación con un estado de referencia apropiado para el ecosistema), que es:		
	(a) muy severa, en ≥80% de su distribución durante los últimos o próximos 50 años		CR
	(b1) muy severa, en ≥50% de su distribución durante los últimos o próximos 50 años		EN
	(b2) severa, en ≥80% de su distribución durante los últimos o próximos 50 años		EN
(c1) muy severa, en ≥30% de su distribución durante los últimos o próximos 50 años		VU	
(c2) severa, en ≥50% de su distribución durante los últimos o próximos 50 años		VU	
(c3) moderadamente severa, en ≥80% de su distribución durante los últimos o próximos 50 años		VU	
B: Disminución histórica (en distribución o en función ecológica) basada en cualquiera de los siguientes subcriterios:	1. Una reducción estimada, inferida o sospechada en su distribución durante los últimos 500 años, en cualquiera de los siguientes porcentajes:	≥ 90%	CR
		≥ 70%	EN
		≥ 50%	VU
2. Una reducción muy severa en al menos un proceso ecológico fundamental de su distribución, durante los últimos 500 años (en relación con un estado de referencia apropiado para el ecosistema), en cualquiera de los siguientes porcentajes:	≥ 90%	CR	
	≥ 70%	EN	
	≥ 50%	VU	
C: Distribución actual pequeña y en disminución o en muy pocas localidades (en distribución o en función ecológica), basada en cualquiera de los siguientes subcriterios:	1. Extensión de la presencia estimada en:	≤ 100 km ²	CR
		≤ 5.000 km ²	EN
		≤ 20.000 km ²	VU
	y en al menos uno de los siguientes subcriterios:		
	(a) una reducción persistente observada, estimada, inferida o sospechada en distribución, en:		
	(b) una reducción severa observada, estimada, inferida o sospechada en al menos un proceso ecológico fundamental, en:		
	(c) una restricción del ecosistema a:		
		1 localidad	CR
		5 o menos localidades	EN
		10 o menos localidades	VU
2. Área de ocupación estimada en:	≤ 10 km ²	CR	
	≤ 500 km ²	EN	
	≤ 2.000 km ²	VU	
y al menos uno de los siguientes subcriterios:			
(a) una reducción persistente observada, estimada, inferida o sospechada en distribución, en:			
(b) una reducción severa observada, estimada, inferida o sospechada en al menos un proceso ecológico fundamental, en:			
(c) una restricción del ecosistema a:			
	1 localidad	CR	
	5 o menos localidades	EN	
	10 o menos localidades	VU	
D: Distribución actual muy pequeña, con posibles amenazas serias, con o sin evidencia de reducciones pasadas (en distribución o en función ecológica), estimada en:	≤ 5 km ²	CR	
	≤ 50 km ²	EN	
	≤ 100 km ²	VU	

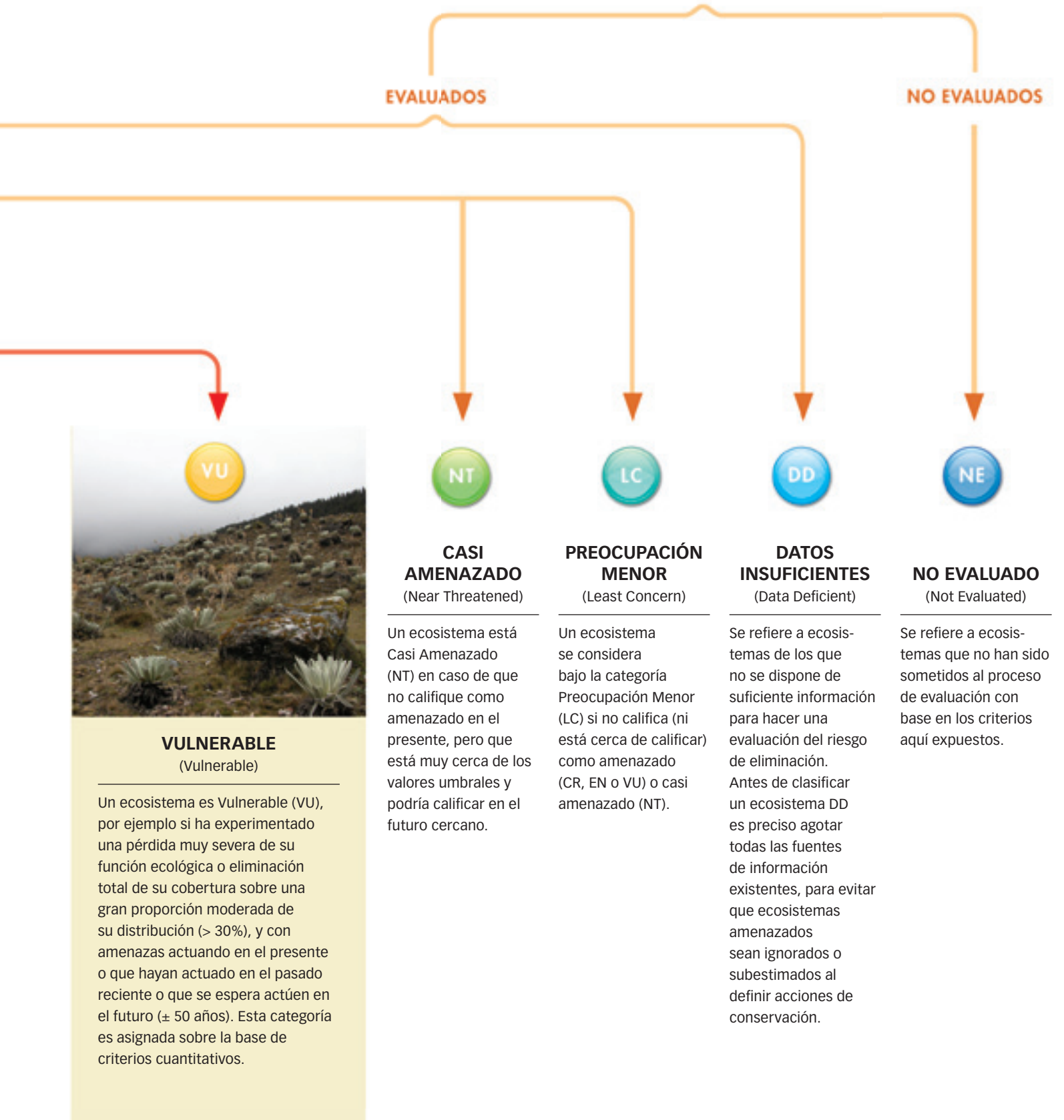
Abreviaciones: CR=En Peligro Crítico, EN=En Peligro, VU=Vulnerable.

Tabla 1. Sistema de categorías y criterios para ecosistemas amenazados propuesto por Rodríguez *et al.* (2011). Basado en la Lista Roja de IUCN (2001) y en el sistema presentado por Nicholson *et al.* (2009)

Figura 2. Sistema de categorías y criterios para ecosistemas terrestres amenazados de Venezuela



SISTEMA DE CATEGORÍAS Y CRITERIOS PARA ECOSISTEMAS TERRESTRES AMENAZADOS



VULNERABLE (Vulnerable)

Un ecosistema es Vulnerable (VU), por ejemplo si ha experimentado una pérdida muy severa de su función ecológica o eliminación total de su cobertura sobre una gran proporción moderada de su distribución (> 30%), y con amenazas actuando en el presente o que hayan actuado en el pasado reciente o que se espera actúen en el futuro (\pm 50 años). Esta categoría es asignada sobre la base de criterios cuantitativos.

CASI AMENAZADO (Near Threatened)

Un ecosistema está Casi Amenazado (NT) en caso de que no califique como amenazado en el presente, pero que está muy cerca de los valores umbrales y podría calificar en el futuro cercano.

PREOCUPACIÓN MENOR (Least Concern)

Un ecosistema se considera bajo la categoría Preocupación Menor (LC) si no califica (ni está cerca de calificar) como amenazado (CR, EN o VU) o casi amenazado (NT).

DATOS INSUFICIENTES (Data Deficient)

Se refiere a ecosistemas de los que no se dispone de suficiente información para hacer una evaluación del riesgo de eliminación. Antes de clasificar un ecosistema DD es preciso agotar todas las fuentes de información existentes, para evitar que ecosistemas amenazados sean ignorados o subestimados al definir acciones de conservación.

NO EVALUADO (Not Evaluated)

Se refiere a ecosistemas que no han sido sometidos al proceso de evaluación con base en los criterios aquí expuestos.

La clasificación de los ecosistemas se sustenta en cuatro criterios: A) disminución del área o pérdida de función recientes, B) disminución histórica total, C) distribución actual pequeña y en disminución, y D) distribución muy pequeña sin disminuciones conocidas (Rodríguez *et al.* 2011). El **Criterio A (Tabla 1)** evalúa el estatus de ecosistemas que hayan disminuido sustancialmente en su distribución o en su función ecológica en el pasado cercano o se estime vayan a hacerlo en el futuro próximo. Este criterio se enfoca en amenazas cuyo impacto sea perceptible en la actualidad y que sean susceptibles a intervenciones de conservación capaces de mitigarlas. Este lapso también representa la escala temporal sobre la que a su vez podrían tomarse decisiones e implementar políticas públicas de conservación. Los subcriterios A1, A2 y A3 se refieren a cambios absolutos en la distribución de un ecosistema y se diferencian entre sí por la fecha de inicio y cierre de la ventana de 50 años: **A1** se usa para clasificar cambios pasados, **A2** para cambios futuros y **A3** para combinar cambios pasados con proyecciones futuras. El lapso que abarque la información disponible para hacer la evaluación, determinaría cuál de los tres criterios es el más adecuado.

El subcriterio **A4** se concentra en reducciones o posibles reducciones de la función ecológica, y la categoría se asigna según la inmediatez, alcance y severidad de la amenaza (Master *et al.* 2009). Por ejemplo, un ecosistema podría ser considerado En Peligro Crítico (CR) si estuviese experimentando una pérdida muy severa de su función sobre una gran proporción de su distribución (> 80%) y con amenazas actuando en el presente, o que se espera actúen en el futuro cercano (\pm 50 años). Este lapso de 50 años se debe a que las pérdidas de función pueden ser más difíciles de detectar que una disminución de distribución, y por tanto el impacto podría ser más difícil de controlar. Los niveles de riesgo menores, como EN o VU, serían adecuados si la pérdida de función fuese igualmente severa pero su alcance menor, o si fuese menos severa con un alcance reducido. Lo más probable es que el subcriterio A4 se aplique principalmente en sistemas acuáticos como ríos, donde a pesar de no observarse cambios en el tamaño del ecosistema, amenazas como la contaminación podrían haber generado transformaciones a gran escala de integridad ecológica (Rodríguez *et al.* 2011).

Una reducción de la función ecológica es considerada muy severa si conduce a cambios irreversibles en composición, estructura y función, incluyendo saltos abruptos de régimen (del inglés *regime shifts*), y eventualmente resultar en disminuciones permanentes en la distribución geográfica del ecosistema (Scheffer & Carpenter 2003). Una reducción severa de la función es equivalente a la pérdida entre 50% y 80% de un proceso ecológico fundamental, y es moderadamente severa cuando la pérdida oscila entre 30% y 50%. La dificultad de aplicar este criterio se halla en la cuantificación de los procesos ecológicos fundamentales en ecosistemas de referencia y en ecosistemas que hayan experimentado pérdida de función.

El **Criterio B** se aplica a ecosistemas sujetos a una reducción pronunciada en su distribución o en su función ecológica, pero la mayor parte del proceso ocurrió en una escala de tiempo histórica, mayor a 50 años (cubierto por el Criterio A) pero menor que 500 años. No se podrían realizar evaluaciones cuantitativas más allá de 500 años en el pasado, ya que la incertidumbre de las estimaciones es demasiado alta, incluso en los casos mejor documentados como algunas regiones europeas (Paal 1998, Essl *et al.* 2002, Raunio *et al.* 2008).

El **Criterio C** y el **Criterio D** están referidos a ecosistemas pequeños, y su aplicación no requiere de datos cuantitativos sobre las tendencias temporales de su distribución o de sus funciones ecológicas. La diferencia entre el Criterio C y el Criterio D es que el primero requiere evidencia cualitativa de que el ecosistema se encuentra bajo el efecto de una amenaza actual o que su distribución es muy restringida, mientras que en el segundo la amenaza sólo deber ser potencial. De esta diferencia surge que los umbrales del Criterio C sean mayores que los del Criterio D.

Existen dos alternativas para medir la distribución geográfica de un ecosistema: la tasa de cambio en la extensión de la presencia y el área de ocupación (UICN 2001, IUCN Standards and Petitions Subcommittee 2010). La tasa de cambio en la extensión de la presencia se obtiene al encerrar en un polígono imaginario todos los puntos donde se ha detectado el ecosistema en cuestión, mientras que el área de ocupación es estimada al colocar una gradilla sobre los puntos y contar en cuántos cuadros está presente el ecosistema (**Figura 3**). Por ejemplo, la estimación de la distribución de un ecosistema con un sistema de información geográfica, empleando un formato vectorial (polígonos cerrados de composición uniforme), equivaldría a medir el cambio

de extensión de la presencia, mientras que el uso de un formato *raster* (número de píxeles de una cobertura particular) correspondería al área de ocupación.

Una vez hecha la evaluación de un ecosistema, se asigna la categoría correspondiente. Como fue mencionado, aunque se haga lo posible por aplicar todos los criterios, sólo hace falta que se cumpla un solo criterio para atribuirle una categoría de ecosistema amenazado, y en el caso de que exista información para más de un criterio, se escoge el que refleje el mayor riesgo. Al reportar la categoría seleccionada, se debe también indicar en un superíndice los criterios empleados para la designación.

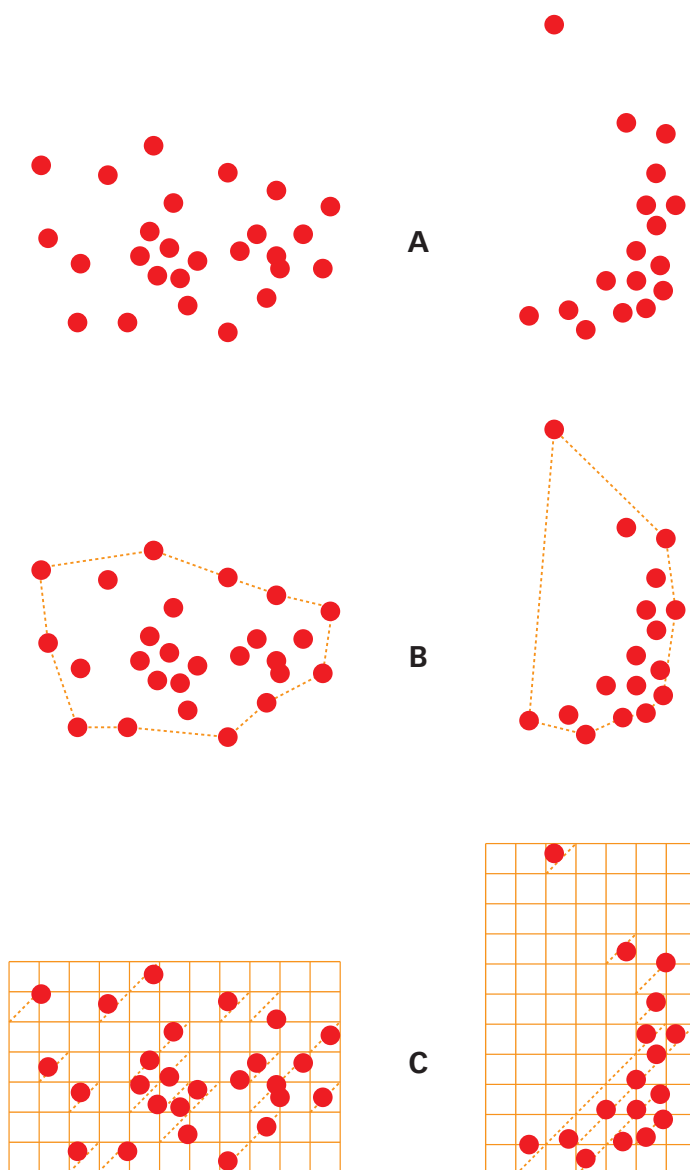


Figura 3. Diferencia entre extensión de la presencia y área de ocupación. (A) es la distribución espacial de lugares de presencia conocidos, inferidos o proyectados. (B) muestra una delimitación posible de la extensión de la presencia, la cual es el área medida dentro de este límite. (C) muestra una medida del área de ocupación la cual puede ser obtenida por la suma de cuadros ocupados (IUCN 2001)

Bibliografía

- Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart (2004). 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xxiv + 191 pp.
- Benson, J.S. (2006). New South Wales Vegetation Classification and Assessment: Introduction - the classification, database, assessment of protected areas and threat status of plant communities. *Cunninghamia* 9(3): 331-382.
- Blom, A., R. van Zalinge, I.M.A. Heitkonig & H.H.T. Prins (2005). Factors influencing the distribution of large mammals within a protected central African forest. *Oryx* 39(4): 381-388.
- Bodmer, R.E. & J.G. Robinson (2004). Evaluating the sustainability of hunting in the Neotropics. Pp. 299-323 En: K.M. Silvius, R.E. Bodmer & J.M.V. Fragoso (eds). *People in nature. Wildlife Conservation in South and Central America*. Columbia University Press, New York.
- Brashares, J.S., P. Arcese, M.K. Sam, P.B. Coppolillo, A.R.E. Sinclair & A. Balmford (2004). Bushmeat hunting, wildlife declines, and fish supply in west Africa. *Science* 306(5699): 1180-1183.
- Brooks, D.M. & S.D. Strahl (eds.) (2000). Curassows, Guans and Chachalacas. Status Survey and Conservation Action Plan for Cracids 2000-2004. IUCN - The World Conservation Union: Gland, Switzerland. 182 pp.
- Butchart, S.H., H.R. Akçakaya, J. Chanson, J. Baillie, B. Collen, S. Quader, W.R. Turner, R. Amin, S.N. Stuart & C. Hilton-Taylor (2007). Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE* 2(1): e140. doi:110.1371/journal.pone.0000140.
- Butchart, S.H.M., A.J. Stattersfield & N.J. Collar (2006). How many bird extinctions have we prevented? *Oryx* 40(3): 266-278.
- CDB (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil.
- Christensen, N.L., A.M. Bartuska, J.H. Brown, C. D'Antonio, R. Francis, J.F. Franklin, J.A. MacMahon, R.F. Noss, D.J. Parsons, C.H. Peterson, M.G. Turner & R.G. Woodmansee (1996). The report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications* 6(3): 665-691.
- Collar, N.J. (1996). The reasons for Red Data Books. *Oryx* 30(2): 121-130.
- Cooney, R. (2005). El principio de precaución en la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales. The Precautionary Principle Project. Una iniciativa conjunta de Fauna & Flora International, UICN-Unión Mundial para la Naturaleza, ResourceAfrica y TRAFFIC: Cambridge, UK. 45 pp.
- Cowling, R.M., A.T. Knight, D.P. Faith, S. Ferrier, A.T. Lombard, A. Driver, M. Rouget, K. Maze & P.G. Desmet (2004). Nature conservation requires more than a passion for species. *Conservation Biology* 18(6): 1674-1676.
- Essl, F., G. Egger & T. Ellmayer (2002). Rote Liste Gefährdeter Biotoptypen Österreichs Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- Ferrier, S. (2002). Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: Where to from here? *Systematic Biology* 51(2): 331-363.
- Fuller, R.A., P.J.K. McGowan, J.P. Carroll, R.W.R.J. Dekker & P.J. Garson (2003). What does IUCN species action planning contribute to the conservation process? *Biological Conservation* 112(3): 343-349.
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, The Nature Conservancy, Fundación Bioma: Caracas, Venezuela.
- IUCN (2001). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Species Survival Commission, World Conservation Union (IUCN): Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 30 pp.
- IUCN (2010a). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1 [en línea]. Consultado el <11 mar. 2010> en <www.iucnredlist.org>
- IUCN (2010b). SSC Species Action Plans [en línea]. Consultado el <15 jun. 2010> en <www.iucn.org/about/work/programmes/species/publications_technical_documents/publications/species_actions_plans>
- IUCN/Species Survival Commission (2008). Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook. Version 1.0. IUCN: Gland, Switzerland. 108 pp.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2010). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.0. Prepared by the IUCN Standards and Petitions Subcommittee of the Species Survival Commission [en línea]. Disponible en <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>
- IV Congreso Mundial de la Naturaleza (2008). Resolución 4.020: Umbrales cuantitativos para las categorías y los criterios de ecosistemas amenazados. Disponible en <www.iucn.org/es/congreso_esp/asamblea_miembros/mociones>
- Jennings, M.D., D. Faber-Langendoen, O.L. Loucks, R.K. Peet & D. Roberts (2009). Standards for associations and alliances of the US National Vegetation Classification. *Ecological Monographs* 79(2): 173-199.
- Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrera, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito & A. Tovar (2009). Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En: Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAvH, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL, Lima, Perú. Disponible en <www.infoandina.org/ecosistemasandinos>
- Köppel, C., F. Jansen, J. Burton, M. Schnittler & N. Hirneisen (2003). A statistical survey on European red lists. Pp 59-75. En: H.H.D. Longh, O.S. Bánki, W. Bergmans & M.J. van der Werff ten Bosch (eds.). The harmonization of Red Lists for Threatened Species in Europe. The Netherlands Commission for International Nature Protection, Leiden.
- Lamoreux, J., H.R. Akçakaya, L. Bennun, N.J. Collar, L. Boitani, D. Brackett, A. Brautigam, T.M. Brooks, G.A.B. de Fonseca, R.A. Mittermeier, A.B. Rylands, U. Gärdenfors, C. Hilton-Taylor, G. Mace, B.A. Stein & S. Stuart (2003). Value of the IUCN Red List. *Trends in Ecology and Evolution* 18(5): 214-215.
- Llamosas, S., R. Duno de Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz (2003). Libro Rojo de la Flora Venezolana. PROVITA, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser: Caracas, Venezuela. 555 pp.
- Mace, G.M., N.J. Collar, K.J. Gaston, C. Hilton-Taylor, H.R. Akçakaya, N. Leader-Williams, E.J. Milner-Gulland & S.N. Stuart (2008). Quantification of Extinction Risk: IUCN's System for Classifying Threatened Species. *Conservation Biology* 22(6): 1424-1442.
- Mace, G.M. & R. Lande (1991). Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology* 5(2): 148-157.
- Master, L., D. Faber-Langendoen, R. Bittman, G.A. Hammerson, B. Heidel, J. Nichols, L. Ramsay & A. Tomaino (2009). NatureServe Conservation Status Assessments: Factors for Assessing Extinction Risk. NatureServe: Arlington, Virginia, USA. 57 pp.
- May, R.M., J.H. Lawton & N.E. Stork (1995). Assessing extinction rates. Pp 1-24. En: J.H. Lawton & R.M. May (eds.). *Extinction Rates*. Oxford University Press.

- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press: Washington, DC, USA. 137 pp.
- Miller, R.M., J.P. Rodríguez, T. Aniskowicz-Fowler, C. Bambaradeniya, R. Boles, M.A. Eaton, U. Gärdenfors, V. Keller, S. Molur, S. Walker & C. Pollock (2006). Extinction risk and conservation priorities. *Science* 313(5786): 441-441.
- Miller, R.M., J.P. Rodríguez, T. Aniskowicz-Fowler, C. Bambaradeniya, R. Boles, M.A. Eaton, U. Gärdenfors, V. Keller, S. Molur, S. Walker & C. Pollock (2007). National threatened species listing based on IUCN Criteria and Regional Guidelines: current status and future perspectives. *Conservation Biology* 21(3): 684-696.
- Nel, J.L., D.J. Roux, G. Maree, C.J. Kleyhans, J. Moolman, B. Reyers, M. Rouget & R.M. Cowling (2007). Rivers in peril inside and outside protected areas: A systematic approach to conservation assessment of river ecosystems. *Diversity and Distributions* 13(3): 341-352.
- Nicholson, E., D.A. Keith & D.S. Wilcove (2009). Assessing the threat status of ecological communities. *Conservation Biology* 23(2): 259-274.
- Nijman, V. (2005). Decline of the endemic Hose's langur *Presbytis hosei* in Kayan Mentarang National Park, east Borneo. *Oryx* 39(2): 223-226.
- Noss, R.F. (1996). Ecosystems as conservation targets. *Trends in Ecology and Evolution* 11(8): 351.
- Orians, G.H. (1993). Endangered at what level? *Ecological Applications* 3(2): 206-208.
- Paal, J. (1998). Rare and threatened plant communities of Estonia. *Biodiversity and Conservation* 7: 1027-1049.
- Possingham, H.P., S.J. Andelman, M.A. Burgman, R.A. Medellín, L.L. Master & D.A. Keith (2002). Limits to the use of threatened species lists. *Trends in Ecology and Evolution* 17(11): 503-507.
- Raunio, A., A. Schulman & T. Kontula (2008). Assessment of threatened habitat types in Finland (SY8/2008 Suomen luontotyyppien uhanalaisuus). Finnish Environment Institute: Helsinki.
- Rodríguez, J.P., J.K. Balch & K.M. Rodríguez-Clark (2007). Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 16(1): 183-209.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E. M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (1995). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. PROVITA, Fundación Polar: Caracas, Venezuela. 444 pp.
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. 3a. ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rodríguez, J.P., F. Rojas-Suárez & C.J. Sharpe (2004). Setting priorities for the conservation of Venezuela's threatened birds. *Oryx* 38(4): 373-382.
- Sayre, R., P. Comer, J. Cress & H. Warner (2010). *Terrestrial ecosystems of the conterminous United States*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3106, scale 1:5,000,000, 1 sheet. Disponible en <<http://pubs.usgs.gov/sim/3106>>
- Scheffer, M. & S.R. Carpenter (2003). Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends in Ecology and Evolution* 18(12): 648-656.
- Scheffer, M., S.R. Carpenter, J. Foley, C. Folke & B.H. Walker (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596.
- Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T.C. Edwards, Jr, J. Ulliman & R.G. Wright (1993). Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Scott, P., J.A. Burton & R. Fitter (1987). *Red Data Books: the historical background*. Pp 1-6 En: R. Fitter & M. Fitter (eds.). *The Road to Extinction*. IUCN/UNEP.
- Servheen, C., H. Herrero & B. Peyton (eds.) (1999). *Bears: Status Survey and Conservation Action Plan*. Compiled by the IUCN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups, World Conservation Union (IUCN): Gland, Switzerland.
- Snyder, N., P. McGowan, J. Gilardi & A. Grajal (eds.) (2000). *Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004*. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 180 pp.
- Stuart, S.N., E.O. Wilson, J.A. McNeely, R.A. Mittermeier & J.P. Rodríguez (2010). The Barometer of Life. *Science* 328: 177-177.
- Tachack-García, M.I. (2009) Definición de Prioridades de Conservación para Ecosistemas Amenazados de Extinción. Seminario Doctoral, Postgrado en Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Thorbjarnarson, J., H. Messel, F.W. King & J.P. Ross (eds.) (1992). *Crocodiles: An Action Plan for their Conservation*. The World Conservation Union, Species Survival Commission, Crocodile Specialist Group. 136 pp.
- IUCN (2001). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la IUCN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN): Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 pp.
- Venezuela (1996a). Presidencia de la República. Decreto N° 1485 del 11/09/1996: Animales Vedados para la Caza. *Gaceta Oficial* N° 36.059 (7 oct. 1996). Caracas, Venezuela.
- Venezuela (1996b). Presidencia de la República. Decreto N° 1486 del 11/09/1996: Especies en Peligro de Extinción. *Gaceta Oficial* N° 36.062 (10 oct. 1996). Caracas, Venezuela.
- Vié, J.C., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart (eds.) (2009). *Wildlife in a Changing World: An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN: Gland, Switzerland. 180 pp.
- Ward, T.J., M.A. Vanderklift, A.O. Nicholls & R.A. Kenchington (1999). Selecting marine reserves using habitats and species assemblages as surrogates for biological diversity. *Ecological Applications* 9(2): 691-698.
- Whittaker, R.H. (1975). *Communities and Ecosystems*, Second edition edición. Macmillan Publishing Co., Inc.: New York, USA. 385 pp.
- Zamin, T.J., J.E.M. Baillie, R.M. Miller, J.P. Rodríguez, A. Ardid & B. Collen (2010). National red listing beyond the 2010 target. *Conservation Biology* 24(4): 1012-1020.



María A. Oliveira-Miranda
Otto Huber
Jon Paul Rodríguez
Franklin Rojas-Suárez
Rosa De Oliveira-Miranda
Sergio Zambrano-Martínez
Diego Giraldo Hernández

Riesgo de eliminación

III

de los ecosistemas terrestres de Venezuela



MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ELIMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE VENEZUELA

El presente análisis se centra en las formaciones vegetales presentes en Venezuela para 2010, identificadas por Huber y Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8). Su clasificación corresponde a las principales formas de crecimiento de la vegetación: arbórea, arbustiva y herbácea divididas a su vez en tipos, de acuerdo con sus características fisiológicas, topográficas y geográficas. Las formaciones arbóreas ocupan más de la mitad de la superficie terrestre de Venezuela (54%), mientras que las herbáceas abarcan 18% y las arbustivas 6%. Las áreas intervenidas alcanzan alrededor de 22% del territorio nacional.

Las formaciones vegetales de Venezuela tienen patrones de distribución diferentes a las unidades de paisaje (*vid. supra*, cap. I: Figura 9) y varias de ellas se encuentran en diversas áreas geográficas, algunas en forma continua y otras de manera claramente fragmentada. Estas dos condiciones, presencia en diferentes áreas geográficas y grado de continuidad, generan diferencias cualitativas y cuantitativas en términos de la composición de especies. Es por esto que una misma formación puede estar integrada por varios tipos específicos de vegetación o fitocenosis, en algunos con diferentes niveles de endemismo o de riqueza de especies, y muy particularmente, con diferencias en cuanto al grado de intervención que acusan.

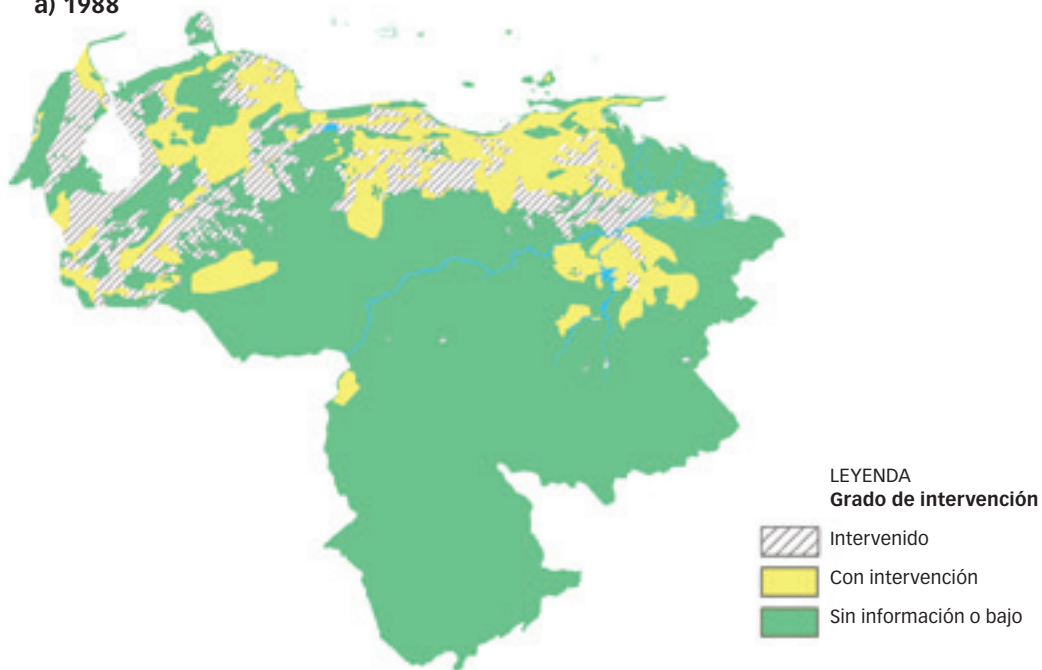
En las siguientes secciones se analizan las características de cada tipo de formación vegetal, los cambios en su distribución en los últimos 20 años y su proyección hacia las próximas tres décadas, suponiendo que las condiciones permanecerán constantes hasta el año 2040. Este análisis permitirá identificar el riesgo de eliminación de estas formaciones vegetales y asignar la respectiva categoría de amenaza a nivel nacional y estatal (Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II). Los insumos básicos son el *Mapa de Vegetación de Venezuela* (Huber & Alarcón 1988), y las *Formaciones Vegetales de Venezuela* para 2010 (*vid. supra*, cap. I: Figura 8). No obstante, ha de tenerse en cuenta las grandes diferencias existentes entre las herramientas y métodos empleados para la elaboración de ambas obras. En la representación para 2010 de Huber y Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8), el nivel de detalle y precisión de los datos (resolución espacial) es bastante superior que el disponible para 1988. A esta ventaja se suma el uso de sistemas de información geográfica, que actualmente permite la comparación e integración rápida y confiable de información proveniente de diferentes fuentes, así como la detección de elementos espaciales que anteriormente no podían ser procesados. En consecuencia, entre las dos representaciones de las formaciones vegetales utilizadas, existen variaciones que no sólo podrían deberse a procesos naturales o a cambios antrópicos de expansión o retracción en la superficie, sino a una mejor identificación de sus límites, y a la posibilidad técnica de detectar formaciones vegetales específicas en nuevas áreas geográficas. Por ello, en cada caso, es necesario analizar las diferencias en los estimados de superficie, a fin de comprender su significado y evaluar las posibles consecuencias.

Además de la extensión de cada formación vegetal, se consideró el grado de intervención. En Huber y Alarcón (1988) sólo se indican dos niveles: 1) sin información (o con un grado bajo) y 2) con intervención. Para 2010 se definieron inicialmente seis categorías, según características diferenciables en imágenes de satélite, de acuerdo al conocimiento de los autores o con base en la bibliografía existente: 1) información insuficiente o nivel bajo, 2) bajo a medio, 3) medio, 4) medio a alto, 5) alto y 6) muy alto. En un segundo paso de análisis esas categorías fueron reagrupadas en: 1) información insuficiente o bajo grado de intervención, 2) medio a alto y 3) muy alto. Por último, para fines comparativos entre las dos fechas, se emplearon los niveles disponibles en 1988.

La denominación de áreas intervenidas está asociada a localidades cuyos elementos característicos han sido prácticamente eliminados, es decir, en el cual el ecosistema como unidad ha sido transformado y donde, no obstante, es posible encontrar pequeños remanentes de las unidades vegetales originales, no cartografiables por la escala del análisis.

A nivel nacional, las áreas intervenidas aumentaron de 102.912 km² a 189.147 km², lo que representa un incremento de 84% de la superficie original y la eliminación de 9% de los ambientes vegetales del país (**Figuras 1a y b**). Los ambientes con diferentes grados de intervención pasaron de 149.493 km² a 465.763 km², de los cuales 72.663 km² se encuentran, en 2010, en condiciones de alteración o modificación muy alta. Este cambio en la superficie nacional intervenida representa un aumento de 312%. Sólo la extensión con muy alto grado de intervención representa 71% de las áreas para 1988. Esto significa que 29% del territorio de Venezuela (261.810 km²) ha perdido las formaciones vegetales existentes en 1988 (**Figura 1a y b**). La superficie en condición sin información o con bajo grado de intervención, en estos 20 años ha pasado de 72% a 28%.

a) 1988



b) 2010

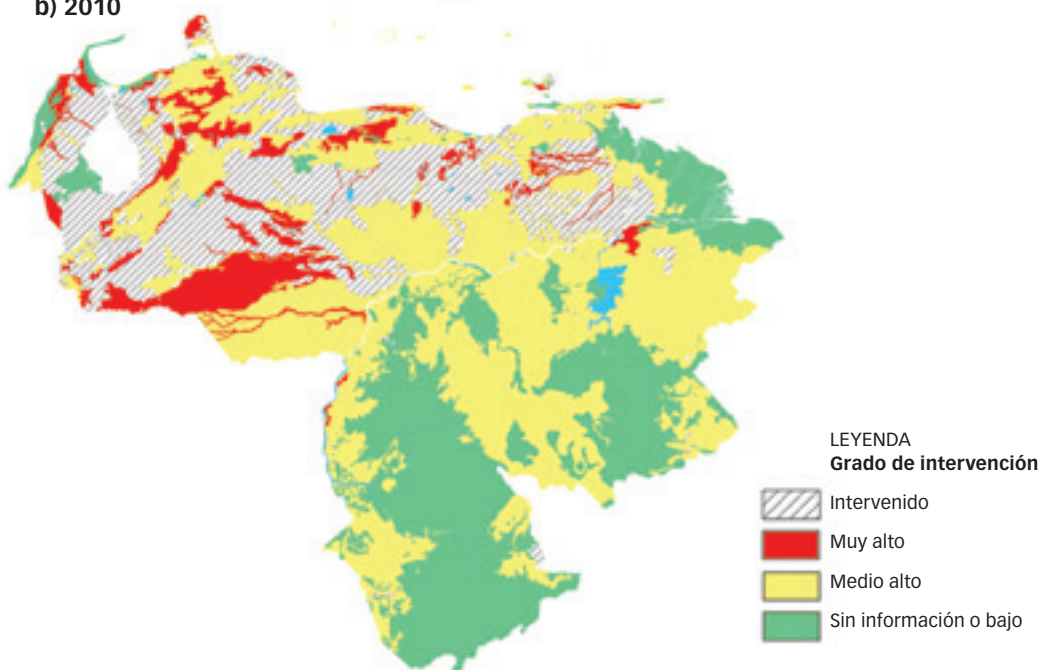


Figura 1. Áreas intervenidas y grado de intervención de las formaciones vegetales naturales de Venezuela para 1988 (a) y 2010 (b). Fuente: Huber y Alarcón (1988), Huber y Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8).

Las causas de la intervención de la vegetación terrestre de Venezuela están relacionadas con las actividades económicas características de cada región. Al norte del país se concentra más de 70% de la población, y los principales cambios en el uso de la tierra han estado marcados por la urbanización y las actividades agropecuarias, y en segundo término por actividades extractivas como la explotación forestal, petrolera y minera, entre otras (Bisbal 1988, PDVSA 1992, Franco & Sharpe 1996, Plonczak 1998). La construcción de presas y embalses y la instalación de poliductos y líneas de transmisión, también han generado modificaciones que inicialmente tienen un impacto local, pero que motivan la sucesiva construcción de redes viales e infraestructura necesaria para la penetración humana, sentando así las bases para la fragmentación y degradación del hábitat. En algunos casos, estas actividades han causado el inicio de procesos de desertificación y degradación que afectan el funcionamiento y la permanencia de los ecosistemas (Riveros Caballero *et al.* 2007).

En lo que respecta a la extracción minera, su impacto sobre la vegetación puede ser directo si ocurre la remoción de las capas superiores del suelo, o indirecto si es consecuencia de la contaminación. Los métodos del presente análisis son sensibles primordialmente a transformaciones del paisaje en ámbitos geográficos amplios, detectables con sensores remotos, como la minería a cielo abierto de carbón (**Figura 2**), la minería de bauxita, la actividad forestal industrial (**Figuras 3 y 4**), el desarrollo de camaroneras y la extracción industrial de sal (**Figura 5**), la extracción extensiva de arena y otros materiales de construcción (**Foto 1**). Es importante señalar que existen cambios que tienden a ser subestimados en las imágenes satelitales, por ocupar menores extensiones o impactar de manera menos abrupta la fisonomía vegetal. En esos casos, aunque se mantienen árboles con copas altas y de gran tamaño, los cambios son igualmente relevantes, y en este sentido se puede mencionar las actividades petroleras, la actividad pecuaria en ambientes de sabanas (**Foto 2**), la tala para cultivos en laderas de montañas (**Foto 3**), la sustitución de bosques por siembras de palmas (**Foto 4**) o la minería ilegal de oro y diamante (**Foto 5**). Esto quiere decir que los estimados de riesgo presentados en esta publicación seguramente serán conservadores, y por ello reflejen el nivel mínimo de riesgo al que están expuestos los ecosistemas.

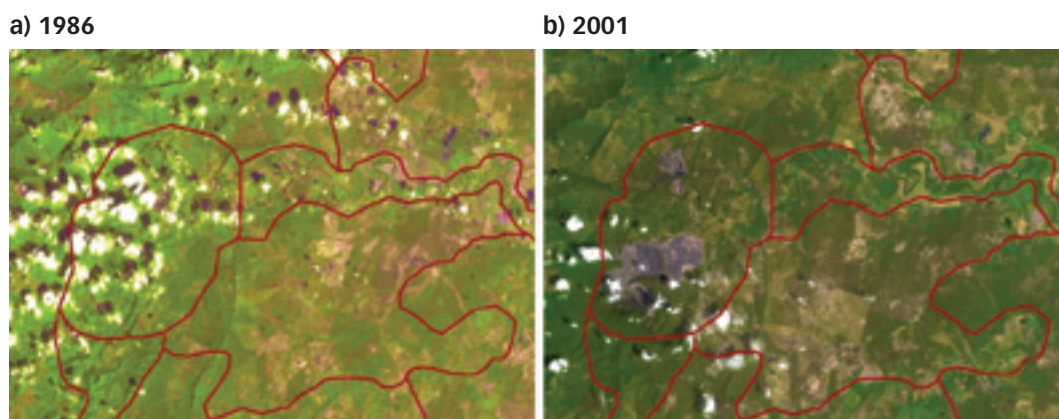
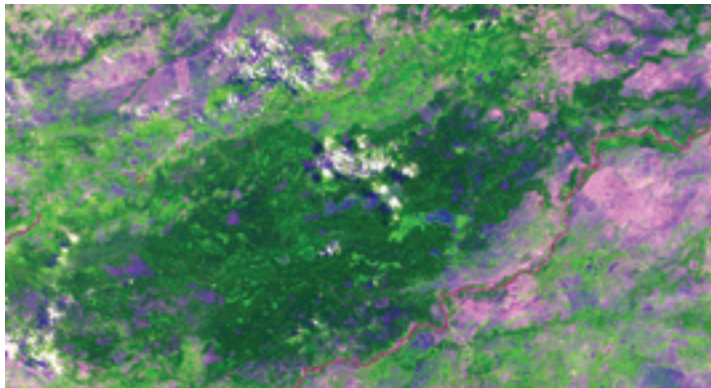


Figura 2. **Extracción de carbón en el noreste del estado Zulia como una actividad que elimina la cobertura vegetal.** Imágenes Landsat, años 1986, sensor TM y 2001, sensor ETM+ (bandas 4,5,2). Para 2001 se aprecia la eliminación completa de cobertura vegetal y la intensificación de las actividades agropecuarias.

La declaración de áreas protegidas, originalmente conocidas como Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), ha sido una de las principales estrategias empleadas en Venezuela para proteger los ecosistemas, aprovechar de manera sostenible la biodiversidad que ellos albergan y resguardar sus suelos y aguas (Bevilacqua *et al.* 2006, Naveda & Yerena 2010). Existen numerosos tipos de ABRAE, desde aquellas eminentemente protectoras, donde los usos humanos extractivos están prohibidos o limitados, hasta áreas que se preservan con la finalidad de mantener sus condiciones privilegiadas para el uso agrícola o como reservorio de agua, flora o fauna (**Tabla 1**).

a) 1988

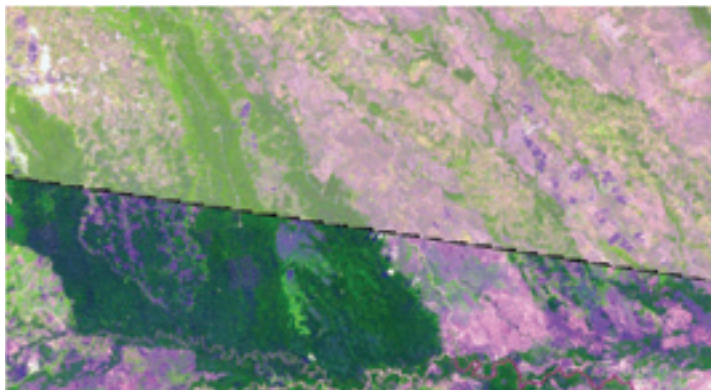


b) 2001



Figura 3. Eliminación de la cobertura vegetal en la Reserva Forestal de Caparo entre 1988 y 2001. Imágenes de satélite Landsat, sensores TM y ETM+, respectivamente (bandas 4,5,2).

a) 1988



b) 2001



Figura 4. Eliminación de la cobertura vegetal en la Reserva Forestal de Ticoporo entre 1988 y 2001. Imágenes de satélite Landsat, sensores TM y ETM+, respectivamente (bandas 4,5,2).

a) 1986



b) 2001



Figura 5. La producción de alimentos mediante la acuicultura y la extracción industrial de sal pueden generar modificaciones del espacio que inciden en la dinámica natural de diversos tipos de vegetación, como se aprecia cerca de los linderos del Refugio de Fauna Silvestre Ciénaga Los Olivitos, al este de la boca del lago de Maracaibo, estado Zulia. Imágenes de satélite Landsat, sensores TM y ETM+, respectivamente (bandas 4,5,2).

El último elemento a considerar para el análisis del riesgo de eliminación de las formaciones vegetales de Venezuela fue la cuantificación del grado de protección a la biodiversidad que brindan las ABRAE de conservación (Figura 6) y las ABRAE reservadas para usos posteriores (Figura 7). Según los cálculos de superficie, aproximadamente 24% del territorio venezolano está incluido en áreas protegidas dedicadas principalmente a la conservación (se consideraron las reservas de biosfera), y cerca de 28% se encuentra en áreas reservadas para la explotación, cálculo resultante al excluir la superficie que se solapa o se superpone con las ABRAE de conservación.

El análisis del riesgo de eliminación de las formaciones vegetales de Venezuela inicia con los bosques y finaliza con las formaciones de tipo herbáceo.



Foto 1. Extracción de arena para actividades de construcción en la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta. Franklin Rojas-Suárez



Foto 2. Ganadería y actividad petrolera en el estado Anzoátegui. Mariana Hernández-Montilla

ÁREAS DE PROTECCIÓN

CON FINES PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
PN-1	Henri Pittier	Aragua - Carabobo	MN-1	Alejandro de Humboldt Cueva del Guácharo	Monagas
PN-2	Sierra Nevada	Barinas - Mérida	MN-2	Aristides Rojas Morros de San Juan	Guárico
PN-3	Guatopo	Guárico - Miranda	MN-3	María Lionza	Yaracuy
PN-4	Guaraira Repano	Dtto Capital - Miranda	MN-4	Cerro Santa Ana	Falcón
PN-5	Yurubí	Yaracuy	MN-5	Laguna de Las Marites	Nueva Esparta
PN-6	Canaima	Bolívar	MN-6	Las Tetas de María Guevara	Nueva Esparta
PN-7	Yacambú	Lara	MN-7	Cerros Matasiete y Guayamurí	Nueva Esparta
PN-8	Cueva de la Quebrada El Toro	Falcón	MN-8	Piedra El Cocuy	Amazonas
PN-9	Archipiélago Los Roques	Dependencias Federales	MN-9	Cerro Autana	Amazonas
PN-10	Macanao	Dtto Capital - Miranda	MN-10	Morros de Macaira	Guárico
PN-11	Mochima	Anzoátegui - Sucre	MN-11	Cueva de Alfredo Jahn	Miranda
PN-12	Laguna de La Restinga	Nueva Esparta	MN-12	Laguna de Urao	Mérida
PN-13	Médanos de Coro	Falcón	MN-13	Chorrera Las González	Mérida
PN-14	Laguna de Tacarigua	Miranda	MN-14	Cerro Platillón Juan Germán Roscio	Guárico
PN-15	Cerro El Copey	Nueva Esparta	MN-15	Loma de León	Lara
PN-16	Aguaro - Guariquito	Guárico	MN-16.1	Cerro Camani y Cerro Morrocoy	Amazonas
PN-17	Morrocoy	Falcón	MN-16.2	Cerro Guanay	Amazonas - Bolívar
PN-18	El Guácharo	Monagas - Sucre	MN-16.3	Cerro Tamacuari Serranía Tapirapeco	Amazonas
PN-19	Terepaima	Lara - Portuguesa	MN-16.4	Cerro Vinilla y Cerro Aratitiope	Amazonas
PN-20	Jaua - Sarisariñama	Bolívar	MN-16.5	Cerro Yavi	Amazonas
PN-21	Serranía La Neblina	Amazonas	MN-16.6	Macizo Cuao - Sipapo y Cerro Moriche	Amazonas
PN-22	Yapacana	Amazonas	MN-16.7	Macizo Paru - Euaja	Amazonas
PN-23	Duida Marahuaca	Amazonas	MN-16.8	Sierra Unturán	Amazonas
PN-24	Península de Paría	Sucre	MN-16.9	Serranía Yutajé/Coro-Coro	Amazonas - Bolívar
PN-25	Sierra de Perijá	Zulia	MN-16.10	Cadena de Tepuyes Orientales	Bolívar
PN-26	El Tamá	Táchira - Apure	MN-16.11	Cerro Guaiquinima	Bolívar
PN-27	José Miguel Sanz (San Esteban)	Carabobo	MN-16.12	Cerro Ichum y Cerro Guanacoco	Bolívar
PN-28	Juan Crisóstomo Falcón (Sierra de San Luis)	Falcón	MN-16.13	Sierra Maigualida	Amazonas - Bolívar
PN-29	Cinaruco - Capanaparo (Santos Luzardo)	Apure	MN-16.14	Sierra Marutani	Bolívar
PN-30	General Cruz Carrillo (Páramo Guaramacal)	Portuguesa - Tujillo	MN-16.15	Cerro Venamo	Bolívar
PN-31	Dinira	Lara - Portuguesa	MN-17	Pico Codazzi	Aragua
PN-32	Gral. Juan Pablo Peñalosa en los Páramos Batallón y La Negra	Mérida - Táchira	MN-18	Abra Río Frío	Táchira
PN-33	Cerro Soroche	Lara	MN-19.1	Piedra La Tortuga	Amazonas
PN-34	Sierra de la Culata	Mérida - Tujillo	MN-19.2	Piedra Pintada	Amazonas
PN-35	Chorro El Indio (Dr. Amador Rangel Lamus)	Táchira	MN-20	Meseta La Galera	Mérida
PN-36	Ciénagas de Juan Manuel	Zulia	MN-21	Teta de Niquitao - Güirigay	Barinas - Trujillo - Mérida
PN-37	Delta del Orinoco	Delta Amacuro	RFS-1	Cuare	Falcón
PN-38	Turuépano	Sucre	RFS-2	Estero de Chiriguare	Barinas - Portuguesa
PN-39	Paríma Tapirapeco	Amazonas	RFS-3	Ciénaga Los Olivitos	Zulia
PN-40	Río Viejo - San Camilo	Apure	RFS-4	Caño Guaritico	Apure
PN-41	Tirgua (Gral. Manuel Manrique)	Cojedes - Yaracuy	RFS-5	De la Tortuga Arrau	Bolívar - Apure
PN-42	El Guache	Lara - Portuguesa	RFS-6	Laguna Boca de Caño	Falcón
PN-43	Tapo Caparo	Barinas - Mérida - Táchira	RB-1	Delta del Orinoco	Delta Amacuro
			RB-2	Alto Orinoco-Casiquiare	Amazonas

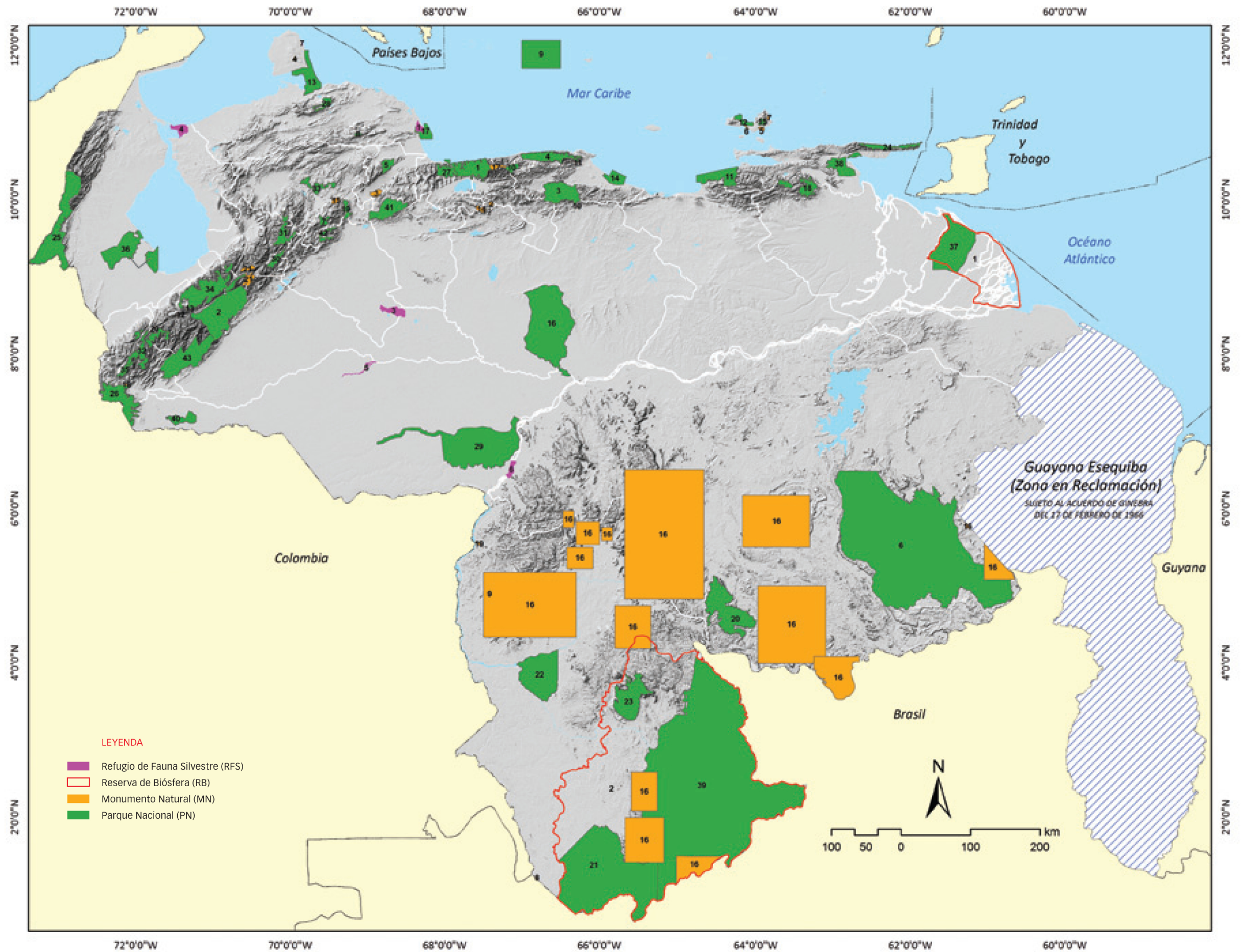


Figura 6 Representación de las áreas de protección con fines prioritarios de conservación de la biodiversidad, elaborado por Zambrano-Martínez y Oliveira-Miranda (2010).



Rebecca Miller

ÁREAS DE PROTECCIÓN CON FINES PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Rodríguez, J.P., Zambrano-Martínez, S., Lazo, R., Oliveira-Miranda, M.A., (eds.). (2010). Representación Digital de las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna, Reservas de Fauna y Reservas de Biósfera. Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y Total Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela.

Base cartográfica:

- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2005), Mapa Político de la República Bolivariana de Venezuela.
- Garrity, C.P., Hackley, P.C., & Urbani, F. (2010), Digital shaded relief map of Venezuela (v. 2.0): U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1322, 1 p. text, plus metadata. Disponible en <<http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322/>>

ÁREAS DE PROTECCIÓN

CON FINES DE USO POTENCIAL

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
AB-1	Páramo Las Lajas	Táchira
AB-2	Márgenes del Río Güere	Anzoátegui
AB-3	Ríos Arauca Güere	Anzoátegui
AB-4	Achaguas	Apure
AB-5	El Yagual	Apure
AB-6	Río Arichuna	Apure
AB-7	San Fernando	Apure
AB-8	Barbacas	Aragua - Guárico
AB-9	La Danta	Barinas
AB-10	Río Apure - Caparo	Barinas
AB-11	Santo Domingo	Barinas
AB-12	El Clavo	Barinas - Portuguesa
AB-13	Piedemonte Portuguesa	Barinas - Portuguesa
AB-14	Chivapure - Cuchivero	Bolívar
AB-15	El Chocó	Bolívar
AB-16	San Francisco de la Paragua	Bolívar
AB-17	El Amparo	Cojedes
AB-18	El Baúl - Corralito	Cojedes
AB-19	Libertad	Cojedes
AB-20	Pueblito	Cojedes - Guárico
AB-21	Merejina	Delta Amacuro
AB-22	Pedernales	Delta Amacuro
AB-23	Río Los Remedios	Falcón
AB-24	Río Maticora y Cocuiza	Falcón
AB-25	Río Tucurere	Falcón
AB-26	Caño Caballo	Guárico
AB-27	Márgenes del Río Guárico	Guárico
AB-28	Río Orituco	Guárico
AB-29	Tiznados	Guárico
AB-30	Nirgua - Aroa	Yaracuy - Lara
AB-31	Río Guanipa	Monagas
AB-32	Botucal	Portuguesa
AB-33	Delgadito	Portuguesa
AB-34	Río Guanare Viejo	Portuguesa
AB-35	Río Aricuisa	Zulia
AB-36	Río Tarra	Zulia
AB-37	Río Tucuco	Zulia
AB-38	Santa Rosa	Zulia
AB-39	Cerro Machado - El Silencio	Táchira
ACPT-1	Mesa de Guanipa	Anzoátegui - Monagas
ACPT-2	Acuífero de Calabozo	Guárico
ACPT-3	Río Albarregas	Mérida
ACPT-4	Cuenca del Lago de Valencia	Aragua - Carabobo
ACPT-5	Cuenca del Lago de Maracaibo	Zulia
ACPT-6	Páramo de Viriguaca	Mérida - Táchira
ACPT-7	Cuenca del Río Tuy	Aragua - Dtto. Capital Miranda
APOP-1	Embalse del Río Morón	Carabobo
APOP-2	Carretera San Cristóbal	Táchira
APRA-1	Península de la Cabrera	Carabobo
APRA-2	Ribera del Lago de Valencia	Carabobo
APRA-3	Vertiente Norte - Estado Vargas	Vargas

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
ARDI-1	Valle de Quíbor	Lara
ARDI-2	Piedemonte Andino (Guanare - Masparro)	Portuguesa - Barinas
ARDI-3	Valle del Río Guarapiche	Monagas
ARDI-4	Valle del Río Aroa	Falcón - Yaracuy - Lara
ARDI-5	Valle de Atamo	Nueva Esparta
RF-1	Isla Cubagua	Nueva Esparta
RF-2	Turén	Portuguesa
RF-3	Ticoporo	Barinas
RF-4	San Camilo	Apure
RF-5	Caparo	Barinas
RF-6	Guarapiche	Monagas
RF-7	Imataca	Bolívar - Delta Amacuro
RF-8	Sipapo	Amazonas
RF-9	El Caura	Bolívar
RF-10	La Paragua	Bolívar
RF-11	Río Tocuyo	Falcón - Yaracuy
RNH-1	Río Icabarú	Bolívar
RNH-2	Valle de Quíbor	Lara
RNH-3	Piedemonte Andino (Guanare - Masparro)	Barinas - Portuguesa
RNH-4	Burro Negro	Zulia
RNH-5	Zona Sur del Lago de Maracaibo	Táchira - Zulia - Mérida
RNH-6	Distritos Maturín, Cedeño, Acosta, Piar	Monagas
RNH-7	Río Pedregal	Falcón
RNH-8	Río Sanchón	Carabobo
RNH-9	Río Capravera	Anzoátegui
RNH-10	Distrito Páez del Estado Apure	Apure
RNH-11	Páramo Las Lajas	Táchira
RNH-12	Aguas Calientes	Táchira - Zulia
RNH-13	Cerro Machado - El Silencio	Táchira
RNH-14	San Pedro del Río	Táchira
ZAA-1	Valle del Río Turbio	Lara
ZAA-2	La Peribeca	Táchira
ZAA-3	Distrito Mara	Zulia
ZAA-4	Depresión Turbio - Yaracuy	Lara - Yaracuy
ZAA-5	Barlovento	Miranda
ZAA-6	Depresión de Quíbor	Lara
ZRCE-1	Embalse La Corcovada	Anzoátegui
ZRCE-2	Represa Botalón	Anzoátegui
ZP-1	Mitar Nakichenovich	Portuguesa
ZP-2	Área Metropolitana de Caracas	Dtto. Capital - Miranda
ZP-3	Río Albarregas	Mérida
ZP-4	Cuenca de la Quebrada La Machiri	Táchira
ZP-5	San Rafael de Guasare	Zulia
ZP-6	Río Yacambú	Lara
ZP-7	Macizo Montañoso del Turimiquire	Anzoátegui Monagas - Sucre
ZP-8	Cuenca Alta y Media del Río Pao	Cojedes
ZP-9	Cuenca Alta de los Ríos Maticora y Cocuiza	Falcón

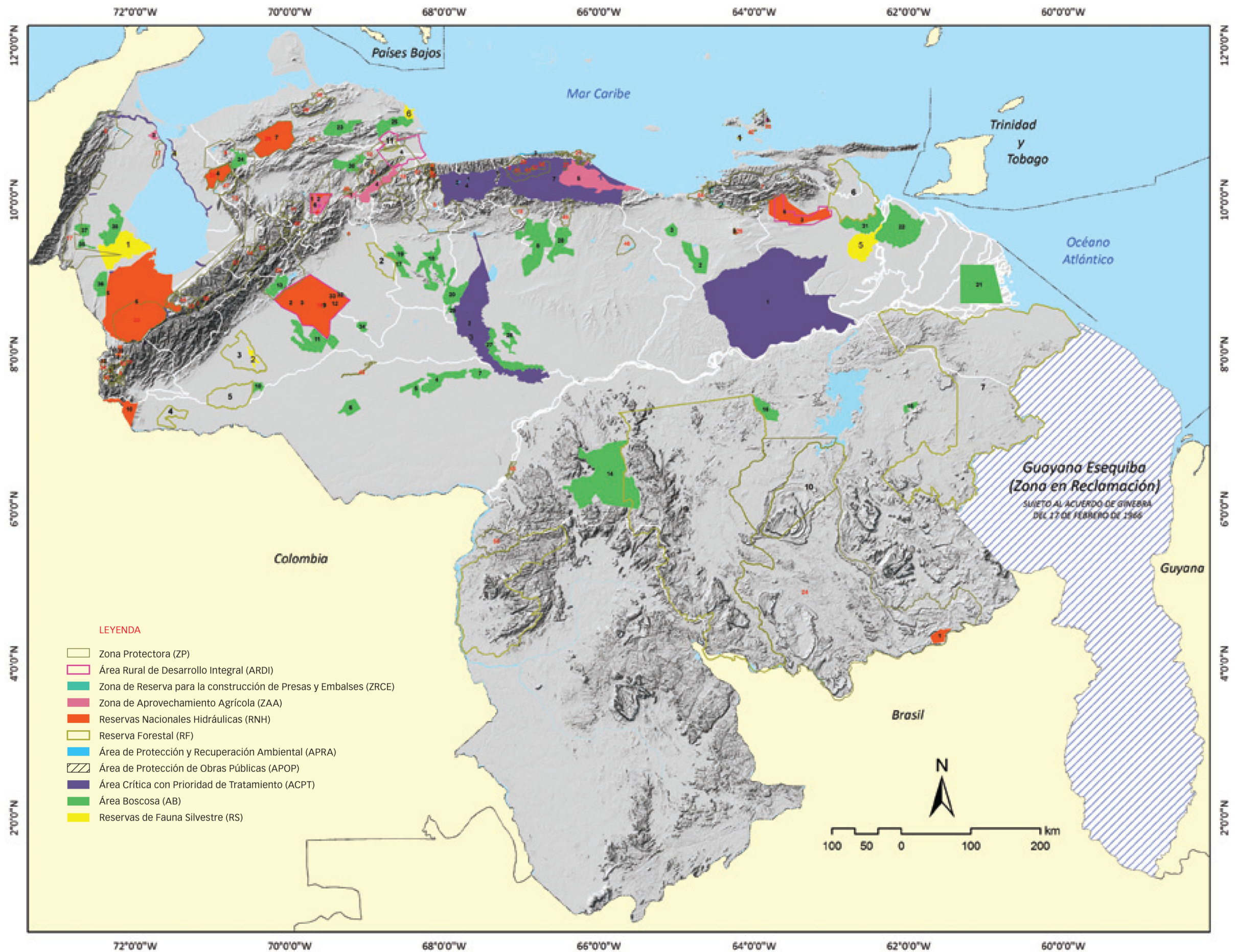


Figura 7 Representación de las áreas de protección con fines de uso potencial, elaborado por Zambrano-Martínez y Oliveira-Miranda (2010).

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
ZP-10	Sierra de Bobare	Falcón - Lara - Yaracuy
ZP-11	Cuenca Alta del Río Tocuyo Sector Curarigua	Lara
ZP-12	Piedemonte Andino Serranía Misoa Trujillo	Lara - Mérida Trujillo - Zulia
ZP-13	Sierra de Aroa	Lara - Yaracuy
ZP-14	Sureste Lago de Maracaibo (Santo Domingo-Motatán)	Mérida - Trujillo
ZP-15	Río Torbes y Alrededores	Táchira
ZP-16	Cuenca Alta del Río Cojedes	Carabobo - Cojedes Yaracuy
ZP-17	Región Lago de Maracaibo Sierra de Perijá	Zulia
ZP-18	Cuenca del Río Guárico	Aragua - Guárico
ZP-19	Área que bordea la Laguna de la Danta	Barinas
ZP-20	Ríos Guanare, Boconó, Tucupido, La Yuca y Masparro	Barinas - Lara Portuguesa - Trujillo
ZP-21	Litoral Central	Vargas - Miranda
ZP-22	Burro Negro	Zulia
ZP-23	Cuenca de los Ríos Escalante Onia - Mucujepe	Mérida
ZP-24	Sur del Estado Bolívar	Bolívar
ZP-25	Valle del Algodonal	Dtto. Capital
ZP-26	Cuenca Hidrográfica del Río Pedregal	Falcón
ZP-27	Cuenca del Río Chuspita	Miranda
ZP-28	Cuenca Hidrográfica del Río Sanchón	Carabobo
ZP-29	Cuenca Hidrográfica del Río Capravera	Anzoátegui
ZP-30	Ciudad de Rubio	Táchira
ZP-31	Distrito Guaicaipuro (Los Teques)	Miranda
ZP-32	Cerro El Volcán	Miranda
ZP-33	Subcuenca de la Quebrada Las González	Mérida
ZP-34	Ciudades de San Antonio Urena - Aguas Calientes	Táchira
ZP-35	La Pereza	Miranda
ZP-36	Sub-Cuenca del Río Mucujún	Mérida
ZP-37	Área Metropolitana de la Ciudad de Maracaibo	Zulia

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
ZP-38	Ciudad de Coro	Falcón
ZP-39	Sierra de San Luis	Falcón
ZP-40	Área Metropolitana de la Ciudad de Barquisimeto	Lara
ZP-41	Cuenca Hidrográfica del Embalse La Mariposa	Miranda
ZP-42	Cabos - Puntas y Lagunas de la Isla de Margarita	Nueva Esparta
ZP-43	Caño Guaritico	Apure
ZP-44	Cuenca Hidrográfica del Río Capaz	Mérida
ZP-45	La Tortuga Arrau	Apure - Bolívar
ZP-46	Cuenca Hidrográfica del Embalse El Cigarrón	Guárico
ZP-47	Cuenca Alta y Media del Río Machango	Zulia
ZP-48	Cuenca Alta del Río Tocuyo Sector Dos Cerritos	Lara
ZP-49	Cuenca Alta y Media del Río Orituco	Guárico
ZP-50	Cuenca Hidrográfica del Río Cataniapo	Amazonas
ZP-51	Macizo de Nirgua	Lara - Yaracuy
ZP-52	Cuenca Hidrográfica del Río Castán	Trujillo
ZP-53	Laguna Blanca o del Morro	Nueva Esparta
ZP-54	Área Metropolitana Barcelona Puerto La Cruz y Guanta	Anzoátegui
ZP-55	Área Metropolitana de la Ciudad de San Cristóbal	Táchira
ZP-56	Embalse Mapara	Falcón
ZP-57	Sub-Cuenca del Río Momboy	Trujillo
RS-1	Ciénagas de Juan Manuel, Aguas Blancas y Aguas Negras	Zulia
RS-2	Sabanas de Anaro	Barinas
RS-3	Esteros de Camaguán	Guárico - Barinas
RS-4	Ciénaga de La Palmita e Isla de Pájaros	Zulia
RS-5	Gran Morichal	Monagas
RS-6	Tucurere	Falcón

ÁREAS DE PROTECCIÓN CON FINES DE USO POTENCIAL

Bevilacqua, M., L. Cárdenas, L. Chacón, V. Behm & F. Rojas-Suárez (eds.) (2005). Mapa de las Áreas Protegidas de Venezuela. En: Las Áreas Protegidas de Venezuela: Bevilacqua, M., L. Cárdenas, y D. A. Medina (2006), Diagnóstico en su condición para el período 1993-2004. Asociación Venezolana para la Conservación de Áreas Naturales (ACOANA), Conservación Internacional Venezuela (CI), Fundación Polar y Comité Venezolano de Unión Mundial para la Naturaleza Venezuela (UICN). Caracas.

Base cartográfica:

- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2005), Mapa Político de la República Bolivariana de Venezuela.
- Garrity, C.P., Hackley, P.C., & Urbani, F. (2010), Digital shaded relief map of Venezuela (v. 2.0): U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1322, 1 p. text, plus metadata. Disponible en <<http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322/>>



Foto 3. **Eliminación de bosques con fines agropecuarios en las inmediaciones de Piedra Cachimbo, cerca del Monumento Nacional Pico Codazzi.** Giuseppe Colonnello



Foto 4. **Extracción de oro sin eliminación del dosel, estado Bolívar.** Sergio Zambrano-Martínez



Foto 5. **Plantaciones de palma africana al sur Lago de Maracaibo, estado Zulia.** Giuseppe Colonnello

Áreas protegidas de conservación de biodiversidad	Áreas protegidas de conservación y manejo de recursos naturales
Parques Nacionales: áreas que destacan por su belleza escénica natural y/o por la presencia de flora y fauna de importancia nacional.	Zonas Protectoras:
Refugios de Fauna Silvestre: zonas destinadas para la protección, conservación y propagación de animales silvestres, principalmente especies amenazadas residentes o migratorias.	1. Área con un radio de 200 m, que incluye desde un manantial o el nacimiento de una corriente de agua.
Santuarios de Fauna Silvestre: zonas con alta concentración de animales inusuales o poco comunes, de interés para la recreación y el turismo.	2. Área con un ancho mínimo de 300 m en ambos lados y en paralelo a las filas de las montañas y a los bordes inclinados de las mesetas.
Monumentos Naturales: regiones y objetos naturales de interés estético o de valor históricos o científico. Contienen formaciones geológicas extraordinarias y paisajes de singular belleza.	3. Área con un ancho mínimo de 60 m en ambas márgenes de los ríos navegables y de 25 m para los cursos no navegables permanentes o intermitentes.
Reservas de Biosfera: áreas mixtas de conservación y manejo. A sus rasgos naturales de alto valor científico y biológico se suma la presencia de poblaciones locales caracterizadas por modos de vida compatibles con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	Reservas Forestales: macizos boscosos indispensables para la industria maderera nacional.
	Reservas de Fauna Silvestre: zonas para el desarrollo de programas de ordenación y manejo de poblaciones de animales silvestres, que aseguren su producción para la caza o contribuyan a cualquier otra forma de aprovechamiento.
	Áreas de Manejo Integral de Recursos Naturales:
	1. Zonas de Reserva para la Construcción de Presas y Embalses: áreas que se consideren idóneas para la construcción de presas y embalses.
	2. Zonas de Aprovechamiento Agrícola: áreas que deben ser resguardadas para su explotación agrícola.
	Áreas Rurales de Desarrollo Integrado: zonas sometidas a una estrategia de desarrollo agrario que combine la participación de las entidades públicas y la población rural organizada.
	Áreas de Protección y Recuperación Ambiental: zonas que requieren de un plan de manejo para corregir procesos de degradación naturales o causados por humanos.
	Reservas Nacionales Hidráulicas: territorios en los cuales yacen cuerpos de agua que requieran un régimen de administración especial.
	Áreas de Protección de Obras Públicas: zonas de influencia de las construcciones públicas.
	Áreas Críticas con Prioridad de Tratamiento: espacios que por sus condiciones ecológicas, requieren ser sometidas con carácter prioritario a un plan de manejo, ordenación y protección.
	Áreas Boscosas: zonas de bosques altos, primarios o secundarios, que existen en el territorio nacional

Tabla 1. Ejemplos de la diversidad de áreas protegidas en Venezuela (Figura 6)

Fuentes:

Venezuela (1941). Congreso de la República. Ley Aprobatoria de la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América. En: Gaceta Oficial N° 20.643 (13 nov. 1941). Caracas, Venezuela.

Venezuela (1965). Congreso de la República. Ley Forestal de Suelos y Aguas. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 1.004 (26 ene. 1966). Caracas, Venezuela.

Venezuela (1970). Congreso de la República. Ley de Protección a la Fauna Silvestre. En: Gaceta Oficial N° 29.289 (11 ago. 1970). Caracas, Venezuela.

Venezuela (1983). Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. En: Gaceta Oficial N° 3.238 Extraordinaria (11 ago. 1983). Caracas, Venezuela.

BOSQUES SIEMPREVERDES

bosques siempreverdes *per se*



Foto 1. Bosque siempreverde *per se*, Sierra de Perijá, estado Zulia. Mariana Hernández-Montilla.



Foto 2. Bosque siempreverde *per se*, estado Bolívar. Pedro Uviedo

Descripción

Los bosques siempreverdes *per se* integran la formación vegetal cuyo nombre genérico es “bosques siempreverdes”, caracterizados por una sustitución paulatina de la masa foliar a lo largo del año. Los árboles dominantes nunca se presentan desprovistos de hojas y menos de 25% de los individuos pierde su follaje durante la estación de sequía. Los bosques siempreverdes *per se* están distribuidos desde tierras bajas, principalmente al sur del territorio nacional, hasta zonas montañosas, donde pueden alcanzar 2.000 metros de altitud, específicamente en la cordillera de los Andes y la Guayana venezolana (**Fotos 1 y 2**). Desde el punto de vista del régimen térmico, abarcan una diversidad de ambientes: desde los macrotérmicos (en tierras bajas), con una temperatura media anual superior a 24°C, hasta los mesotérmicos (en zonas montañosas), donde la temperatura media anual puede descender hasta 12°C. Los bosques siempreverdes *per se* están casi exclusivamente asociados a climas húmedos, con precipitaciones medias anuales por encima de 1.400 mm y exceso de agua casi todo el año,

proveniente de lluvia o por saturación del suelo (Huber & Alarcón 1988). En general, tienden a presentar precipitaciones promedio superiores a 1.800 mm, alcanzando incluso 4.000 mm al sur del estado Bolívar, según los datos del MARN-Hidrología (2004). Entre los siempreverdes *per se* también se incluyen los bosques sub-siempreverdes o semi-siempreverdes, asociados a áreas de menor disponibilidad de agua.

Los bosques siempreverdes *per se* están conformados por tipos más específicos de formaciones vegetales, dependiendo de su posición orográfica, climática y de las características anatómicas de las especies que le conforman. Entre ellos se encuentran los bosques macrotérmicos siempreverdes de tierras bajas, los bosques húmedos siempreverdes basimontanos, submontanos y montanos siempreverdes y los bosques húmedos esclerófilos siempreverdes, entre otros (Huber & Alarcón 1988, Huber 1995a).

Distribución

Es la formación boscosa de mayor superficie en el país, abarcando aproximadamente 34% del territorio nacional, cerca de 311.496 km². Su principal extensión se alcanza en la Guayana venezolana, en los estados Bolívar, Amazonas y el estado Delta Amacuro, con 90% de los bosques siempreverdes *per se* y donde son dominantes los bosques macrotérmicos siempreverdes de tierras bajas. Al norte del país, son abundantes en los estados Zulia, Trujillo y Miranda, con más de 2.000 km² (Figura 1). El subtipo específico mejor representado en esta última región es el bosque siempreverde montano. Los bosques siempreverdes *per se* están presentes en 24 unidades de paisajes vegetales venezolanos, distribuidas en 13 subregiones.

Situación

Aproximadamente 51% de los 311.500 km² de bosque siempreverde *per se* está poco intervenido o no se dispone de información sobre la magnitud en que este proceso ha tenido lugar (Figura 1). Una proporción similar (47%) presenta niveles de intervención de medios a altos y 2% tiene un rango de modificación tan alto que prácticamente pueden considerarse como áreas intervenidas. Es importante aclarar que en condiciones de intervención incipiente o cuando las actividades que en ellos ocurren están asociadas al sotobosque (e.g. la minería a pequeña escala), es muy difícil detectar las modificaciones del hábitat mediante la interpretación visual de las imágenes de satélite. Por lo tanto, podría tratarse de ecosistemas con pérdidas de funcionalidad ecológica, un elemento importante para identificar el grado de intervención, que escapa al método empleado. Las condiciones de mayor intervención se encuentran al norte del país.



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	145.555	131.730
Anzoátegui	297	218
Apure	850	221
Aragua	789	433
Barinas	919	812
Bolívar	150.372	148.208
Carabobo	38	356
Cojedes	0	66
Delta Amacuro	13.320	10.080
Distrito Capital	98	40
Guárico	157	179
Lara	3.066	1.830
Miranda	1.764	2.806
Monagas	1.027	1.193
Mérida	2.075	1.789
Nueva Esparta	34	45
Portuguesa	958	784
Sucre	1.162	1.121
Trujillo	3.566	2.969
Táchira	4.048	1.111
Vargas	209	301
Yaracuy	115	252
Zulia	8.007	4.949
Total	338.426	311.496

Tabla 1. Superficie estimada de los bosques siempreverdes *per se* en Venezuela. Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)

a) Distribución 1988¹
Cordillera Andina



Cordillera de la Costa Central y Oriental



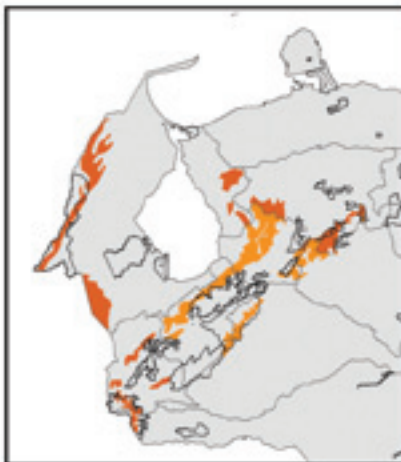
b) Distribución 2010²
Cordillera Andina



Cordillera de la Costa Central y Oriental



c) Grado de amenaza 2010
Cordillera Andina



Cordillera de la Costa Central y Oriental

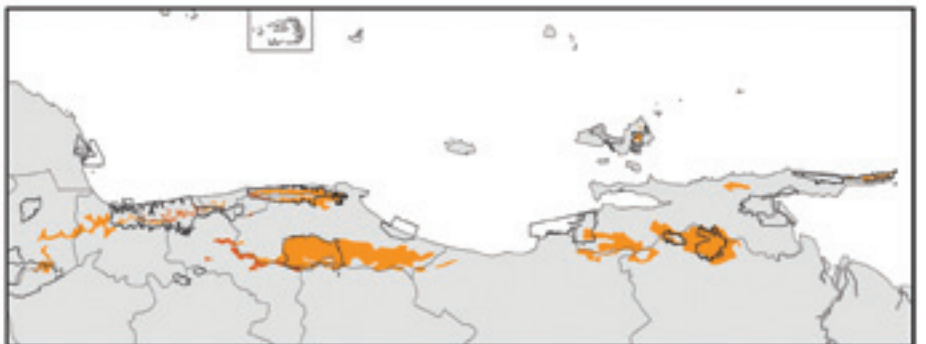
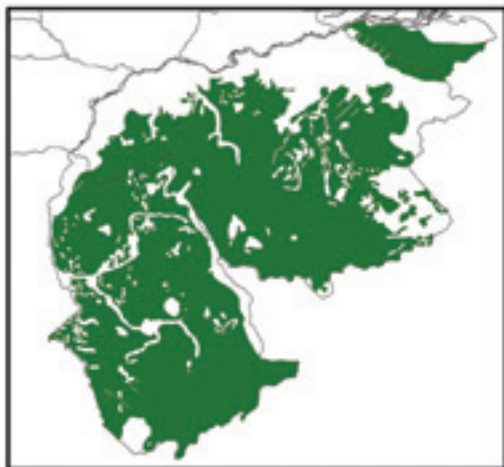





Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los bosques siempreverdes *per se* en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

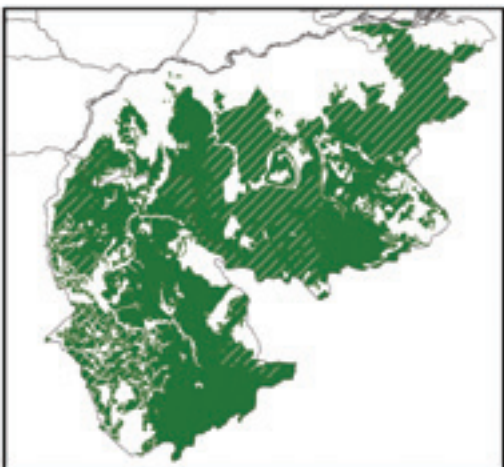
Guayana






LEYENDA
Grado de intervención

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible

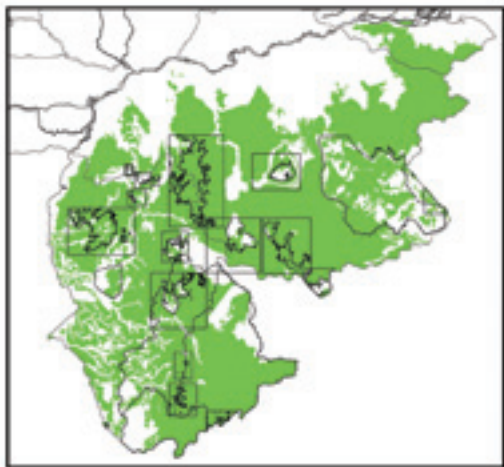
Guayana







LEYENDA
Grado de intervención

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible

Guayana



LEYENDA

-  II Eliminado
-  CR En Peligro Crítico
-  EN En Peligro
-  VP Vulnerable
-  CA Casi Amenazado
-  PM Preocupación Menor
-  DI Datos insuficientes
-  NE No evaluado
-  Áreas protegidas con fines de conservación



Para 1988, la extensión de esta formación vegetal representaba alrededor de 37% del territorio del país. Como se observa, entre 1988 y 2010 hubo una reducción de 26.930 km² de la superficie de esta formación vegetal, lo que representa alrededor de 8% (**Figura 1a y 1b**). Si se extrapola a los próximos 30 años, y se aplica el criterio A3, esta formación vegetal a nivel nacional califica en Preocupación Menor (LC), por encontrarse en una reducción pasada y futura combinada menor a 30%. No obstante, aun cuando la comparación en la extensión se hace a partir de leyendas homologadas en términos de las formaciones vegetales, la metodología empleada para la identificación de las mismas no fue similar y, como ya se mencionó, los insumos y las herramientas disponibles en ambos momentos fueron de precisión sustancialmente diferentes. Por esta razón, la exactitud en los límites de las formaciones entre 1988 y 2010 difiere, y además se reclasificaron algunas unidades de vegetación. Por ejemplo, en Guayana, ahora aparece una extensión importante de bosque que comunica la serranía de Imataca, al noreste del estado Bolívar, con la sierra de Lema, más al sur. Otro ejemplo de ello es que en algunos estados ahora aparece este tipo de bosque, lo que sólo es un reflejo de cambios en los métodos (**Tabla 1**). Esto tiene implicaciones importantes, ya que significa que la reducción experimentada por los bosques siempreverdes *per se* puede ser superior al 8% estimado. Por esta razón se requiere un nivel de análisis más detallado, empleando otros criterios.

En 1988, la superficie con algún grado de intervención para esta formación boscosa alcanzó 5%, mientras que para 95% se carecía de información o se consideraba que la intervención era muy baja o inexistente (**Figura 1a**). En contraste, en 2010 se reconoce que prácticamente 50% tiene una intervención severa o muy severa (media a alta o muy alta) (**Figura 1b**). Por lo tanto, de acuerdo con el criterio A4(c2), a nivel nacional esta formación se encontraría bajo la categoría Vulnerable (VU). Siguiendo el principio precautorio del *Convenio Sobre la Diversidad Biológica*, la categoría que corresponde es la que refleje el mayor riesgo, por lo que se concluye que a nivel nacional los bosques siempreverdes *per se* se consideran en estado Vulnerable (VU).

Si se profundiza en los análisis por cada estado se encuentran importantes diferencias, aplicando el mismo criterio A3 (**Tabla 1**). Los bosques siempreverdes *per se* en los estados Apure, Aragua, Distrito Capital, Lara, Táchira y Zulia se encuentran En Peligro Crítico (CR) (**Figura 1c**), con la posible eliminación total o casi total, de mantenerse las tendencias de reducción de superficie en los próximos 30 años. Particular atención merecen los estados Apure, Aragua y el Distrito Capital donde además la extensión del fragmento de bosque no alcanza los 500 km², por lo que podrían considerarse En Peligro (EN), de acuerdo con el criterio C2(c) (**Tabla 1**).

Llama la atención la situación de los estados Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro, donde por primera vez se detectan áreas intervenidas (**Figura 1b**), y sus bosques pasan a calificar como Casi amenazados (NT) (**Figura 1c**), lo que sugiere que las zonas de impacto humano se han expandido a pesar de la relativa baja densidad poblacional de esa región del país.

Cuando se realizan comparaciones dentro de cada estado, tomando en cuenta el grado de intervención, se detecta que en la mayor parte de las entidades al norte del Orinoco y en todos los estados andinos, los fragmentos de bosque tienen algún nivel de intervención, lo que efectivamente refuerza su condición de amenaza según el criterio A4, ya señalado en el análisis a nivel de país. Esto es particularmente relevante en algunos estados como Sucre, donde no se detecta una reducción apreciable del bosque, pero sí un cambio casi total en su condición de intervención. En la **figura 1c** se muestra la categoría de amenaza por estados, luego de aplicar los diferentes criterios de análisis.

Es importante destacar que, en general, los riesgos no pueden ser identificados exclusivamente con una comparación entre 1988 y 2010. Por ejemplo, para 1959 (Atlas Forestal de Venezuela 1961) la superficie de esta formación de bosques era de aproximadamente 370.730 km², lo que representa una reducción de 62.753 km² con respecto a 2010. Es decir, en aproximadamente 20 años se perdió la misma superficie que en los 30 años previos, lo que sugiere una posible aceleración del proceso. Si se considera, además, que esa pérdida ha ocurrido principalmente al norte del río Orinoco, se tiene que las categorías de amenaza identificadas podrían estar por debajo de los riesgos reales. Esto se ve reforzado por algunos casos con riesgo conocido. Por ejemplo, los bosques siempreverdes del sur de la Depresión del lago de Maracaibo, a finales de los años setenta habían sido prácticamente eliminados por la extracción forestal y sustituidos por cultivos (Hamilton

et al. 1977). Esta situación se repite con muchos de los bosques, especialmente al norte de Venezuela, donde a finales de 1975 ya el componente boscoso basimontano y submontano de los Llanos Occidentales había sido prácticamente eliminado por actividades de explotación maderera, con su consecuente transformación en áreas agropecuarias (Veillon 1977).

Amenazas

La intensidad de las amenazas detectadas para bosques siempreverdes *per se* varía entre las diferentes áreas geográficas del país (Veillon 1977, Bisbal 1988, Franco & Sharpe 1996, Plonczak 1998). En la región norte, la eliminación de los bosques para asentamientos humanos, actividades agropecuarias (especialmente agrícolas) y explotación forestal han sido las principales causas (**Fotos 3 y 4**). Al sur de Venezuela, la minería (**Foto 5**), la extracción de madera, la construcción de presas, las quemas, los cambios en las prácticas agrícolas, la presión poblacional, el turismo y la explotación comercial de productos naturales son los detonantes más importantes de la modificación o pérdida del bosque, además del recién reconocido efecto de cambio climático (Huber 1995b).

Un ejemplo es el macizo de Turimiquire, al nororiente del país, donde el impacto de las prácticas agrícolas, con deforestación, quemas repetidas y eliminación del sotobosque para cultivos, han reducido y degradado los bosques, especialmente en las tierras bajas y medias, donde han sido sustituidos por sabanas antrópicas y matorrales, mientras que en las zonas altas son intervenidos por plantaciones de café. Allí también se han desarrollado importantes obras hidráulicas, como embalses, acueductos regionales y numerosos acueductos locales (Tate 1931, Lentino et al. 2005). La presión humana es alta incluso dentro de las áreas protegidas.

Conservación

La disminución y modificación de los bosques siempreverdes *per se* en el norte de Venezuela no ha podido mitigarse por la presencia de áreas protegidas (**Foto 6**). A pesar de que casi 43% de esta formación se encuentra en áreas con prioridad de conservación a escala nacional, apenas 4% está protegida al norte del Orinoco. Por otro lado, en áreas de protección no estrictas, que permiten usos de aprovechamiento, se halla 8% de los bosques siempreverdes *per se* del norte del país y 36% a escala nacional. Adicionalmente, aún donde estos bosques se encuentran incluidos en parques nacionales (**Figura 1c**), como en los casos de la sierra de Perijá, macizo de Turimiquire, cordillera de los Andes y Macarao, el proceso de intervención se ha mantenido en el tiempo, tanto dentro de sus linderos como en los alrededores (De Oliveira-Miranda 2008, Hernández-Montilla 2010).



Foto 3. Transformación a cultivos, cerca del Monumento Natural Pico Codazzi, Cordillera de la Costa. Giuseppe Colonnello



Foto 4. Cultivos de flores y asentamientos humanos, Cordillera de la Costa, estado Miranda. Giuseppe Colonnello



Foto 5. Mina de oro, Reserva Forestal de Imataca, estado Bolívar. Otto Huber

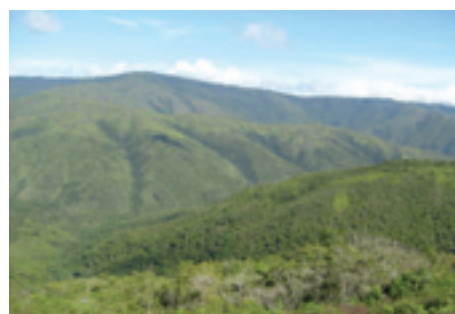


Foto 6. Bosque siempreverde *per se*, con evidencias de intervención, Parque Nacional Macarao. Rosa De Oliveira-Miranda

Bosques nublados

Descripción

La característica visual más llamativa de los bosques nublados es la presencia de niebla o nubes durante más de la mitad del año. Se trata de una comunidad boscosa siempreverde densa con árboles entre 10 y 20 m de altura, con 2 a 3 estratos arbóreos y un sotobosque bien desarrollado (Huber & Riina 1997) [Foto 1]. Otro de sus elementos característicos es la presencia de abundantes epífitas, las cuales pueden llegar a representar entre 40% y 60% de su flora vascular, lo que le imprime rasgos particulares en la dinámica hídrica, de nutrientes y hojarasca del ecosistema, por llegar a constituir más de 50% de la biomasa fotosintética (Walter & Ataroff 2002, Ataroff 2003). Este tipo de formación siempreverde también ha recibido el nombre de selva nublada, bosque ombrófilo montano siempreverde y bosque montano. Estos últimos, los bosques nublados, son realmente una de sus variantes ecológicas, ya que esas denominaciones incluyen bosques con otras características fisionómicas y florísticas.

Se desarrollan en vertientes montañosas, generalmente por encima de 800 m, aunque el límite altitudinal en que se extienden varía sustancialmente entre las diferentes formaciones montañosas, dependiendo de la ubicación geográfica, relieve, superficie (efecto de masa) y exposición a los vientos. En Venezuela tradicionalmente se han diferenciado los bosques o selvas nubladas andinas y los bosques o selvas nubladas costeras (Huber & Alarcón 1988). Sin embargo, es posible identificar otras unidades de vegetación con características de bosques nublados, a elevaciones más bajas y en montañas aisladas como el cerro Santa Ana en el estado Falcón, o como el cerro El Copey en la isla de Margarita.



Foto 1. **Bosque nublado entre Humocaro Alto y Campo Elias, Cordillera de los Andes.** Giuseppe Colonnello

Estos ecosistemas tienen una gran importancia para el balance y distribución hídrica de zonas de alta montaña hacia abajo. En los ríos y quebradas permanentes de montaña, la estabilidad del caudal base depende de los drenajes superficiales, sub-superficiales y profundos, y estos dependen de los flujos hídricos canalizados por la vegetación natural de altura. Representan un gran reservorio genético, dotado de una alta diversidad de especies frecuentemente endémicas (Steyermark 1974, Steyermark 1979, Ataroff 2003).

La composición florística varía de acuerdo con su ubicación geográfica y se nutre de un número importante de endemismos. Por ejemplo, en el Parque Nacional Guaramacal, estado Trujillo, estos ecosistemas son dominados por las familias Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae, con una marcada distribución altitudinal, siendo las especies características del dosel *Pouteria baehniiana*, *Meriania macrophylla*, *Ruagea pubescens*, *Sapium stylare*, *Hyeronima oblonga* y *H. moritziana*, entre otras (Cuello 2002). En La Mucuy (PN Sierra Nevada, estado Mérida), entre las principales especies de árboles altos se cuentan *Clusia multiflora*, *Guettarda steyermarkii*, *Laplacea fruticosa*, *Alchornea triplinervia* y *Billia colombiana*, mientras que las especies más comunes en el sotobosque comprenden a *Psychotria aubletiana*, *Palicourea demissa*, *Solanum meridense*, *Monochaetum meridense*, *Fuchsia venusta* y *Chusquea fendleri*, y entre las epífitas resaltan *Tillandsia biflora*, *Racinaea tetrantha*, *Epidendrum dendrobii*, *Oncidium falcipetalum* y *Peperomia microphylla* (Lamprecht 1954, Acevedo et al. 2003). En el PN Henri Pittier, en el estado Aragua, entre 800 y 1.000 m de altitud, son características especies como el cucharón (*Gyranthera caribensis*), la cual destaca por su altura en el dosel, mientras que en estratos intermedios e inferiores abundan las palmas (*Bactris*, *Euterpe* y *Geonoma*). Por encima de 1.000 m y hasta 1.600 m, predominan especies como *Ecclinusa* sp., *Chimarrhis microcarpa* y palmas como *Socratea* sp. y *Dictyocaryum* sp. en el dosel, y a nivel de sotobosque se encuentran especies como *Hyospathe elegans* y *Geonoma spinescens*. La abundancia de epífitas es significativamente alta (Foto 2). La franja superior, entre 1.600 m y 2.000 m, es menos diversa, con una clara dominancia de palmas, condición que se mantiene en otros sectores de la cordillera de la Costa Central (Huber 1976, Huber 1986a).

Distribución

Los bosques nublados típicos de Venezuela se hallan asociados a las zonas montañosas del norte (Figura 1). Su distribución está estrechamente relacionada con el proceso de formación de nubes (Foto 3), que aun cuando sujeto a múltiples causas, puede entenderse como la sinergia entre un fenómeno conocido en biogeografía como “efecto de masa” (tamaño y continentalidad de las masas montañosas), la topografía y orientación de las montañas y la acción local del viento (Ataroff 2003). En las montañas aisladas



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Anzoátegui	100	33
Apure		101
Aragua	213	318
Barinas	767	509
Carabobo	45	22
Distrito Capital	31	63
Falcon	238	343
Guárico		34
Lara	221	982
Miranda	113	164
Monagas	12	142
Mérida	2.580	1.114
Portuguesa	1	<1
Sucre	97	178
Trujillo	970	794
Táchira	591	507
Vargas	92	61
Yaracuy	1.069	1.018
Zulia		796
Total	7.140	7.078

Tabla 1. Superficie estimada para los bosques nublados en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 2. Bosque nublado con abundancia de epífitas, Parque Nacional Guaramacal, estado Trujillo. Giuseppe Colonnello

cercanas al mar Caribe los bosques nublados pueden encontrarse a partir de 500 m, como en el cerro Santa Ana. En el cerro El Copey, en cambio, lo que existe es una formación sólo semejante al bosque nublado, pero que no llega a constituirse como tal. En la sierra de Aroa, serranía de San Luis y cordillera de la Costa, este bosque puede hallarse entre los 800 m y los 2.000 m. En los Andes se extienden desde 1.800 m hasta 3.000 m (Hueck 1966, Steyermark 1977, Zinck 1986, Huber & Alarcón 1988, Ataroff 2003).

Como se muestra en la **Figura 1**, se trata de una formación vegetal de poca extensión, con alrededor de 7.079 km², lo que comprende menos de 1% de la superficie terrestre de Venezuela. Se presenta en fragmentos aislados, incluso dentro de una misma formación montañosa. La mayor proporción de bosques nublados se encuentra en los estados Mérida (16%), Yaracuy (14%), Lara (14%) y Zulia (11%); salvo Yaracuy, los estados mencionados forman parte de la cordillera de los Andes (**Tabla 1**). Están presentes sólo en la región de montañas del norte del país, es decir, en 4 subregiones y los 4 sectores que las integran.

Situación

La extensión de bosques nublados en los últimos 20 años ha experimentado una reducción aparente de sólo 72 km², que equivale a 1% de su superficie. No obstante, esta cifra no es real, ya que para 1988, en la sierra de Perijá, en la sección apureña de Tamá y en el flanco sur de la cordillera del Interior, en el estado Guárico, no se identificó la presencia de bosques nublados (**Figura 1a y 1b**). En los estados Aragua, Falcón, Lara, Miranda, Monagas, Sucre y Distrito Capital, el aumento en superficie observado es el resultado de la aplicación de técnicas con mayor resolución espacial. Al llevar a cabo una interpolación conservadora, se estima que en 1988 los bosques nublados ocupaban alrededor de 9.300 km², de lo cual puede concluirse que la reducción real experimentada por esta formación sería aproximadamente de 32%. En la sierra de Perijá la información disponible hacía suponer que el bosque nublado se encontraba bastante reducido, por lo que no se indicó explícitamente en el mapa, sino asociado a la formación de bosques siempreverdes *per se*. La disponibilidad de nuevas herramientas y un mayor conocimiento (Ataroff 2003, Hernández-Montilla 2010) del área permitieron modificar esa información. De acuerdo con esto, a nivel nacional los bosques nublados clasifican Vulnerable (VU) según el criterio A3.

Para 1988, a excepción de sierra de Perijá, 100% de la superficie de bosques nublados tenía niveles de intervención bajos, o no se contaba con información al respecto (**Figura 1a**). Para 2010, 85% se reconoce con un nivel de intervención de medio a alto y 2% con un grado de intervención muy alto (**Figura 1b**). Considerando el criterio C1(b), de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2011), a escala nacional los bosques nublados también califican como Vulnerable (VU) según el criterio A4.

a) Distribución 1988¹
Cordillera de Mérida, Sierra de Perijá, Aroa,
San Luis y Cerro Santa Ana



b) Distribución 2010²
Cordillera de Mérida, Sierra de Perijá, Aroa,
San Luis y Cerro Santa Ana

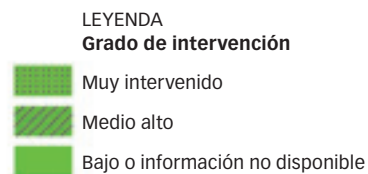


c) Grado de amenaza 2010
Cordillera de Mérida, Sierra de Perijá, Aroa,
San Luis y Cerro Santa Ana

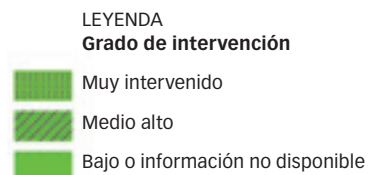


Figura 1. Distribución y grado de amenaza de los bosques nublados en Venezuela.

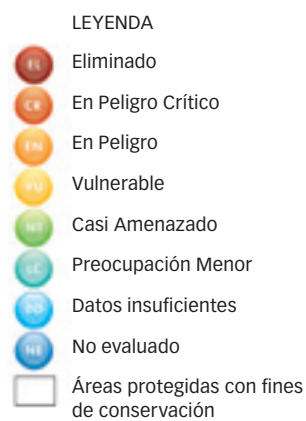
Cordillera de la Costa Central y Oriental



Cordillera de la Costa Central y Oriental



Cordillera de la Costa Central y Oriental



Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 3. **Bosque nublado con deforestación para cultivos, sierra de Perijá.**
Mariana Hernández-Montilla

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4	C2
Anzoátegui	CR	VU	CR
Apure	DD	VU	CR
Aragua	DD	VU	EN
Barinas	CR	VU	EN
Carabobo	CR	VU	CR
Distrito Capital	DD	VU	CR
Falcon	DD	VU	EN
Guárico	DD	VU	CR
Lara	DD	VU	EN
Mérida	CR	VU	EN
Miranda	DD	VU	CR
Monagas	DD	VU	CR
Portuguesa	-	-	CR
Sucre	DD	VU	EN
Táchira	DD	VU	EN
Trujillo	DD	VU	EN
Vargas	CR	VU	CR
Yaracuy	LC	VU	EN
Zulia	DD	VU	VU

Tabla 2. **Evaluación del grado de amenaza de los bosques nublados en Venezuela.**

Nota: ¹ Rodríguez et al. (vid. supra, cap. II)

Dada la naturaleza fragmentada de los bosques nublados, es preciso un análisis a nivel regional. Un estudio detallado de la **Tabla 1** permite concluir, luego de la aplicación de diversos criterios de riesgo de eliminación, que la mayor parte de los bosques nublados se encontrarían en las categorías En Peligro Crítico (CR) y En Peligro (EN), a excepción de los bosques nublados de la sierra de Perijá, que de acuerdo a la información disponible estarían en la categoría Vulnerable (VU) [**Tabla 2, Figura 1c**]. Al tratarse de montañas aisladas con una superficie menor a 500 km² (criterio C2), los bosques nublados de los cerros Santa Ana y El Copey califican En Peligro (EN). Estos resultados son predecibles, si se considera que la mayor parte de la población humana se encuentra asentada en las zonas montañosas del norte de Venezuela (INE 2001) y que estos ecosistemas tienen una superficie naturalmente reducida.

Amenazas

Dentro de las principales amenazas destacan: la construcción de carreteras y caminos, la cacería ilegal, la extracción de madera y de productos no maderables, las invasiones y los incendios forestales, factores que frente a la fragilidad de estos ecosistemas pueden tener efectos negativos considerables (**Foto 4**).

En los Andes, los bosques nublados son ecosistemas que enfrentan una intensa deforestación y reemplazo por pastizales, que en muchos casos son de *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo), gramínea de origen africano ampliamente utilizada como pasto para la ganadería de altura. Esta práctica no sólo reduce la biodiversidad local sino que afecta la dinámica hídrica de la zona (Ataroff 2003, Ataroff & Silva 2005). La agricultura de



Foto 4. **Proceso de deforestación próximo a Piñango, estado Mérida.**
Giuseppe Colonnello



Foto 5. **Bosque nublado costero con fuerte intervención, cerca del Monumento Natural Pico Codazzi, Cordillera de la Costa Central.** Giuseppe Colonnello

altura, por ejemplo la siembra de ajo (*Allium sativum*) y papa (*Solanum tuberosum*), ha afectado la distribución de estos ecosistemas (**Foto 5**). El cultivo de café, la agricultura migratoria y la ganadería extensiva han sido las principales actividades económicas en la zona de transición entre los llanos y los Andes, y pueden señalarse como causas primordiales de la sustitución de los bosques premontanos, ya que han alterado considerablemente las condiciones macroclimáticas y ecológicas y han tenido un impacto general en la biodiversidad de la zona (Cuello 2002).

Los bosques nublados constituyen el núcleo de desarrollo de muchas ciudades en el país, tal es el caso del PN Guaramacal, que abastece de agua potable a Boconó (Trujillo), Biscocuy y Guanare (Portuguesa), y a cerca de 12 poblados campesinos ubicados en el área de incidencia del parque (Cuello 2002).

Conservación

La superficie de los bosques nublados se encuentra enmarcada, principalmente, dentro de áreas protegidas cuyos fines son prioritariamente de conservación (53%) o mixtos (36%), lo cual indica que 89% de su extensión goza de alguna figura de protección. Sin embargo, la proporción de superficie modificada de los bosques nublados se ha incrementado en el tiempo. La construcción de infraestructura vial y la edificación de torres para telecomunicaciones no ha facilitado la conservación de los bosques. Algunos autores señalan que en ciertas localidades, probablemente en sectores a mayor altitud, se encuentran adecuadamente conservados por las figuras de protección (Ataroff 2003).

La declaratoria de áreas protegidas en el país ha sido una estrategia amplia que ha buscado la protección de estos ecosistemas a través de la figura de los parques nacionales (PN). En la cordillera de la Costa, PN Henri Pittier, PN Guatopo y PN El Ávila o Waraira Repano; en la región andina, PN Guaramacal y PN Sierra Nevada.

Bosques de palmas y bosques de pantano

Descripción

Los bosques de palmas y de pantano son formaciones siempreverdes caracterizadas por individuos de gran porte y altura. Pese a que pueden distinguirse entre sí por su composición florística y por las características del ambiente que ocupan, requieren conocimientos de campo muy específicos para cartografiarlas de manera detallada e independientemente. Sus mayores extensiones son contiguas y están sometidas a amenazas similares en el delta del Orinoco y al sur del país, de allí que se presenten en conjunto.

Los bosques de palmas, conocidos también como palmares o bosques de palmar, son comunidades donde predominan los individuos de porte alto sobre otros elementos vegetales (*vid. supra*, cap. I). Pueden llegar a ser monoespecíficos, en cuyo caso se les da el nombre de la palma predominante, como chaguaramal o maporal (*Roystonea oleracea*) o morichal (*Mauritia flexuosa*), entre otros (**Foto 1**). Se diferencian de los morichales y palmares de los Llanos y de la Gran Sabana, porque estos se arraigan en una matriz base de sabana gramínea.

Están asociados a ambientes macrotérmicos (temperatura media anual > 24°C) y húmedos (ombrófilos, con una precipitación media anual > 1.400 mm). Se desarrollan sobre terrenos temporal o permanentemente inundados o anegados (Huber & Alarcón 1988, Huber 1995c, González 2003, González-Jiménez 2003, Colonnello *et al.* 2009). En el caso de los morichales, frecuentemente están sobre suelos ácidos y ricos en materia orgánica, ubicados en depresiones leves del terreno (González 2003, González-Jiménez 2003).

Los morichales del delta del Orinoco pueden ocupar extensiones considerables, a lo largo de un gradiente determinado por el nivel de salinidad de las aguas y el tipo de sustrato orgánico asociado. Presentan un estrato arbóreo superior que oscila entre 20 y 25 m donde, por debajo de los individuos adultos de *Mauritia flexuosa*, se encuentran las copas de *Symphonia globulifera* (paramán) y *Euterpe precatoria* (palmito), que no sobrepasan los 15 m de altura. En el segundo estrato arbóreo, de 10 a 15 m, se encuentran *Symphonia globulifera*, *Euterpe precatoria* y *Virola surinamensis* (cuajo). Se reconoce un tercer estrato leñoso conformado por juveniles de las especies arbóreas ya mencionadas y una palma multicaule típicamente de sotobosque, *Bactris campestris*, además de *Montrichardia arborescens* (boroboro o rábano) (González-Jiménez 2003).

Por su parte, los bosques de pantano se caracterizan por estar adaptados a inundaciones temporales o permanentes (**Foto 2**). Los suelos presentan una lámina de agua, se mantienen permanentemente saturados, o al



Foto 1. Bosque de palmas denso (chaguaramal), en las inmediaciones del Parque Nacional Turuépapo. Giuseppe Colonnello



Foto 2. Bosque de pantano en el Parque Nacional Turuépapo, estado Sucre. Giuseppe Colonnello



Foto 3. Bosque de pantano con *Pterocarpus* sp., ciénagas de Juan Manuel, estado Zulia. Giuseppe Colonnello

menos conservan un nivel freático muy cercano a la superficie, aún durante el final de la época de sequía. En Venezuela se caracterizan por la presencia de un estrato arbóreo superior constituido por individuos de gran porte, que pueden alcanzar hasta 25 m de altura. Predominan algunos árboles como *Symphonia globulifera* y *Pterocarpus officinalis* (sangre de drago) y varias especies de palmas. El árbol *Pterocarpus officinalis* (Foto 3) puede llegar a formar comunidades monoespecíficas (González 2004, Colonnello et al. 2009). Cuando la proporción de palmas es mayor que la de cualquier otra especie, pasan a llamarse bosques de palmas. Lo conforman dos grandes grupos: 1) los asociados a suelos minerales, ubicados preferentemente a orillas de los caños, sujetos a inundación temporal, y son predominantes en el delta medio del río Orinoco, y 2) los presentes sobre planos de turba, ubicados en las partes más alejadas de los caños, en cubetas y depresiones, sujetos a inundación o anegamiento permanente, se presentan en el delta inferior del río Orinoco y otras áreas de condiciones similares (González 2004). En estos últimos, es frecuente que la composición química de los suelos evite que la hojarasca se descomponga completamente, lo que con el tiempo crea una gruesa capa de turba, rica en ácido húmico (González 2004).

Distribución

Los bosques de palmas están mejor representados al sur del río Orinoco (Tabla 1, Figura 1). En las planicies del delta del Orinoco, al sur de Paria y en la desembocadura del río San Juan, se encuentran entremezclados con el bosque de pantano, pueden ser bosques prácticamente monoespecíficos de *Mauritia flexuosa* (Foto 4) o de *Roystonea oleracea* (Foto 5), o bosques más diversos



Formación	Estado	Superficie (km ²)	
		1988	2010
Bosques de palmas	Amazonas	4.508	1.412
	Bolívar		1.301
	Delta Amacuro		2.489
	Falcón		< 3
	Miranda		< 1
	Monagas		45
	Sucre		367
	Yaracuy		< 3
Bosques de pantano	Delta Amacuro		13.687
	Monagas		1.147
	Sucre		219
	Zulia		2.435
Bosques de pantano y de palmas	Delta Amacuro	15.433	
	Monagas	1.874	
	Sucre	481	
Total		22.296	23.102

Tabla 1. Distribución de los bosques de palmas y de pantano en Venezuela. Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)

a) Distribución 1988¹
Norte y Delta del río Orinoco



Estado Amazonas y Suroeste del estado Bolívar



b) Distribución 2010²
Norte y Delta del río Orinoco



Estado Amazonas y Suroeste del estado Bolívar



c) Grado de amenaza 2010
Norte y Delta del río Orinoco






Estado Amazonas y Suroeste del estado Bolívar






Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los bosques de palmas y de pantanos en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)




LEYENDA
Grado de intervención bosques de palmas y de pantano

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible

LEYENDA
Grado de intervención bosques de pantano

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible

Grado de intervención bosques de palma

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible

LEYENDA










-  Eliminado
-  En Peligro Crítico
-  En Peligro
-  Vulnerable
-  Casi Amenazado
-  Preocupación Menor
-  Datos insuficientes
-  No evaluado
-  Áreas protegidas con fines de conservación



Foto 4. Bosques de palmas con predominio de *Mauritia flexuosa*, afectado por quemas recurrentes y sustituidos por herbazales, planicie deltaica al sur de Paria.
Giuseppe Colonnello

al sur del Río Grande, donde las especies de palmas más abundantes suelen ser *Manicaria saccifera* (temiche) y *Euterpe oleracea* (palmito o manaca) [González-Jiménez 2003]. Los bosques de palma de *Manicaria saccifera*, también llamados temichales, adoptan disposiciones alargadas, asociadas con formas de terreno predominantemente cóncavas e inundadas, que parecen estar alineadas y paralelas con los ejes de drenaje que actúan como cursos de aguas (González-Jiménez 2003).

Le siguen en orden de importancia desde el punto de vista de su extensión, los bosques de palmas en las llanuras de los ríos Ventuari y Orinoco en el estado Amazonas (*vid. supra*, cap. I: Figura 9, unidad de paisaje B5) [Foto 6] y los de la penillanura de los ríos Caura y Paragua, en el estado Bolívar (*vid. supra*, cap. I: Figura 9, unidad de paisaje B4). Al norte del Orinoco los bosques de palmas tienen superficies muy reducidas (puntos en la Figura 1), constituyendo remanentes aislados de chaguaramales o maporales ubicados en tierras bajo diferentes usos humanos. Se les encuentra en las cuencas de los ríos Tocuyo (Falcón) y Aroa (Yaracuy), y en el estado Miranda (Barlovento) en las cercanías de Chuspa (Foto 7), en un área pequeña, menor a 1 km² (Steyermark 1977).

En cuanto a los bosques de pantano de Venezuela, ocupan una gran extensión en el delta medio e inferior del río Orinoco, así como al sur de Paria y en el delta de los ríos San Juan y Guarapiche. Se observan también al sur del lago de Maracaibo, en las ciénagas de Juan Manuel (Figura 1). Así mismo, existen parches de menor tamaño en otras regiones del país, pero por la escala de análisis de esta investigación no pueden ser cuantificados.



Foto 5. Bosque de maporas (*Roystonea oleracea*) en fincas agropecuarias, estado Falcón. Giuseppe Colonnello

Situación

Desde el sur de Paria hasta el delta del Orinoco, los bosques de palmas y de pantano se encuentran entremezclados, conformando un verdadero mosaico. La superficie que ocupan en conjunto alcanza 2,5% del territorio nacional, lo que representa una diferencia de 0,1% con respecto a 1988 (**Tabla 1**). Este cambio es producto de la redefinición de límites de las formaciones, así como del reconocimiento de unidades no incorporadas en 1988. Por ejemplo, para 2010 se identifican nuevas unidades de bosque de pantano en las ciénagas de Juan Manuel (estado Zulia), que ya habían sido señaladas por Steyermark (1977), y un bosque de palmas en el estado Bolívar, previamente referido por Huber (1995a). Otro cambio interesante es el aumento en la superficie de bosques de palmas y de pantano con intervención, la cual pasó de aproximadamente 690 km² en 1988, a 1.420 km² en 2010, lo que arroja un incremento de 100%.

A nivel nacional, estas dos formaciones se clasifican en Preocupación Menor (LC). A nivel estatal, aplicando el criterio C2, los bosques de palmas se encuentran En Peligro (EN) en Monagas y Sucre, Vulnerable (VU) en Amazonas y Bolívar, y Casi Amenazado (NT) en Delta Amacuro. En Falcón, Yaracuy y Miranda el bosque de palmas se encuentra En Peligro Crítico (CR). Es de destacar que los bosques de palmas en estos estados del centro-norte se encuentran inmersos en una matriz de uso agropecuario y turístico (**Figura 1c**). Por su parte, los bosques de pantano se clasifican como Vulnerable (VU) en Sucre y Monagas, Casi Amenazado (NT) en Zulia y Preocupación Menor (LC) en Delta Amacuro, todos según el criterio C2 (**Figura 1c**).

Amenazas

Las principales amenazas para los bosques de palmas y de pantano al norte del Orinoco son las actividades agropecuarias, la extracción de especies para su comercialización, la explotación de la madera (**Fotos 8 y 9**) y la construcción de diques y obras de drenaje. Incluso para bosques como el de las ciénagas de Juan Manuel, mayormente incluido en un parque nacional, hay una presión de transformación detectable.



Foto 6. **Bosques de palmas inundados por aguas negras naturales, entre Yavita y Maroa, estado Amazonas.** Pedro Uviedo



Foto 7. **Bosque de palmas (chaguaramal) remanente, Barlovento, estado Miranda.** Pedro Uviedo

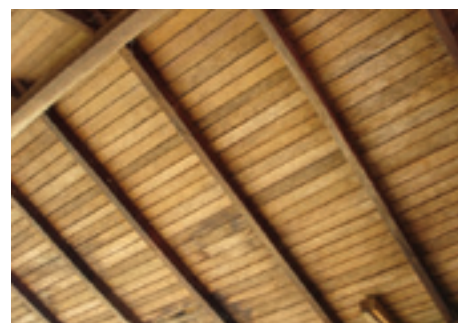


Foto 8. **Construcción (techo) con mapora (*Roystonea oleracea*), Yaracal, cuenca del río Tocuyo, estado Falcón.** Giuseppe Colonnello

Los bosques de palmas y de pantano en los estados Sucre, Monagas y Delta de Amacuro están amenazados principalmente por las actividades forestales, la extracción de especies de flora como el palmito y el moriche, y la quema para la cacería de fauna (Foto 4), así como por las actividades asociadas a la exploración y explotación petrolera (Steyermark 1977, Gonzalez 2004, Colonnello *et al.* 2009). Adicionalmente, la construcción de diques y represas pueden modificar su funcionamiento ecológico, exponiendo los suelos a condiciones de oxidación y causando cambios ecológicos extremos, como los observados en caño Mánamo (García Castro & Heinen 1999, Colonnello 2004). Las actividades agrícolas han estado relativamente restringidas por las condiciones pobres de las tierras, no obstante, a lo largo de los caños, por ejemplo en la isla Turuépano del delta del río San Juan, puede apreciarse el impacto de la quema y deforestación para la creación de conucos (Colonnello 2004, Colonnello *et al.* 2009). Los pastos naturales de *Paspalum fasciculatum* e *Hymenachne* spp. no crecen bien en suelos empobrecidos por la agricultura, por lo que frecuentemente son sustituidos por especies poco palatables como *Cyperus giganteus* y *Eleocharis mutata* (Monente & Colonnello 2004).

Los morichales han sido separados y fragmentados de la matriz original de vegetación por la acción del fuego. Los ubicados al sur de la isla Turuépano y al norte de la Reserva Forestal de Guarapiche, presentan una estructura más simple que la original, con un menor número de especies y una altura reducida (Colonnello *et al.* 2009) [Foto 4]. La etnia Warao utiliza la palma moriche (*Mauritia flexuosa*) y la palma temiche (*Manicaria saccifera*) para la construcción de viviendas y como fuente de alimento (González 2004). Aunque esta práctica data de hace varios siglos y potencialmente podría ser manejada de manera sostenible en la actualidad, su impacto ecológico no ha sido cuantificado.

A principios del siglo XX hubo extracciones de petróleo en Pedernales y Tucupita, de hierro en minas de Manoa y serranía de Imataca y de asfalto en el lago de Guanoco. Sin embargo, estas actividades decayeron al descubrirse yacimientos en el estado Bolívar y el estado Zulia. Se han mantenido, aunque con irregularidad, las extracciones de madera de cedro, mora, zapatero, zazafrás, cachicamo y apamate en Güiniquina, así como de palmito (*Euterpe oleracea*) en el delta medio e inferior del Orinoco (Monente & Colonnello 2004).



Foto 9. Construcción de vivienda con mapora (*Roystonea oleracea*), estado Falcón. Giuseppe Colonnello

La principal intervención en el delta del Orinoco ha sido el control impuesto a uno de sus distribuidores, el caño Mánamo, con el objetivo de desecar las tierras con fines agrícolas, lo que afectó aproximadamente un tercio del delta (García Castro & Heinen 1999). El dragado casi permanente al que son sometidas ciertas secciones de Río Grande para facilitar la navegación de buques hasta Ciudad Guayana, también está generando impactos importantes en la región (Monente & Colonnello 2004).

Conservación

Aproximadamente la cuarta parte de los bosques de palmas del país se encuentran incluidos en áreas protegidas con fines de conservación (**Figura 1c**), mientras que 56% (3.154 km²) se localiza dentro de áreas de protección reservadas para aprovechamiento futuro. Sin embargo, los bosques de palmas del norte de Venezuela están predominantemente fuera de áreas protegidas, salvo por los del estado Miranda que se encuentran en la Zona Protectora Litoral Central (*vid. supra*, cap. III: Figura 7).

Steyermark (1977) destacó la importancia de proteger el bosque de chaguaramo o palma real (*Roystonea* sp.) en la desembocadura del río Aricagua, al este de Chuspa en el estado Miranda. En ese momento, el área no había sido alterada y, al tratarse de una formación poco común al norte del país pero sustancialmente modificada por actividades agrícolas en otras regiones, merecía recibir atención especial. La principal amenaza era la transformación del paisaje por desarrollos privados, actividad que no ha sido cuantificada recientemente.

En el caso de los bosques de pantano, 34% (5.957 km²) está en áreas protegidas con fines de conservación y 49% en áreas destinadas a usos posteriores, incluyendo reservas forestales. En conjunto, los bosques de palmas y de pantano de la planicie deltaica del Orinoco están asociados a 15 áreas protegidas, incluyendo parques nacionales como Delta del Orinoco y Turuépano, la reserva de biósfera Delta del Orinoco y reservas forestales como Guarapiche, entre otras (Colonnello 2004).

El bosque de pantano asociado al Catatumbo es considerado una de las ecorregiones más amenazadas del país (Dinerstein *et al.* 1995) [**Figura 1c**]. Es el relictos de una superficie boscosa mayor eliminada antes de 1988. Se estima que entre 1975 y 1980 el sur del lago de Maracaibo perdió 90% de sus bosques, una situación especialmente preocupante ya que se trata de un refugio del Cuaternario con una alta riqueza vegetal y varias especies endémicas, y que aporta 60% del agua dulce del lago de Maracaibo (Steyermark 1979, Bevilacqua *et al.* 2002, Llamozas *et al.* 2003). La cuenca del río Catatumbo es compartida con Colombia y es también afectada por los conflictos armados que tienen lugar en el vecino país, problemática que se potencia con la explotación petrolera y la minería de carbón a cielo abierto. En tiempos recientes, los oleoductos en la zona han sufrido atentados con consecuentes derrames de hidrocarburos. Entre las principales amenazas reconocidas para este bosque, ya en 1977 figuraban la extracción maderera y la construcción de obras de drenaje (Steyermark 1977). No obstante, la mayor porción de la extensión remanente está incluida en el Parque Nacional Ciénagas de Juan Manuel y en la Reserva de Fauna Ciénagas de Juan Manuel, de Aguas Blancas y Aguas Negras, por lo que su persistencia futura podría estar resguardada (**Figura 1c**).

Bosques de manglares



Foto 1. Bosque de manglares de *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, Parque Nacional Turuépano, estado Sucre.
Giuseppe Colonnello

Descripción

Los bosques de manglares son formaciones intermareales marinas y estuarinas, que pueden desarrollarse tanto a orillas del mar como en ambientes fluviales a decenas de kilómetros río arriba. Las especies que los conforman tienen la capacidad de vivir en ambientes salinos y salobres, con tolerancia a sumersiones periódicas y sobre suelos poco desarrollados (Conde & Alarcón 1993, Conde & Carmona-Suárez 2003). Para el establecimiento y desarrollo de los manglares es necesario que se den diversas condiciones. En Venezuela, donde la temperatura ambiental y del agua son relativamente altas y estables, los factores determinantes están asociados con la salinidad, el ámbito mareal, el tipo de sustrato, el perfil de la costa, el grado de protección al oleaje y las corrientes marinas (MARNR 1986, Conde & Carmona-Suárez 2003). Los planos lodosos, en ciénagas e islas, donde los suelos arcillosos son inmaduros y están saturados de agua por largos períodos, son ambientes propicios para esta formación (Conde & Alarcón 1993). En el caso de la salinidad, la tolerancia de las diferentes especies abarca el intervalo desde 0 hasta 90 ‰ (partes por mil), siendo la salinidad promedio del mar 35‰ (Suckow *et al.* 1995).

En la región del Caribe, el proceso de colonización y desarrollo de un bosque de manglar es iniciado por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), especie caracterizada por sus raíces en forma de zancos que se arraiga bien en suelos blandos. En lagunas costeras, los mangles rojos típicamente están ubicados en las zonas de menor salinidad, expuestos al mar, mientras que en las zonas interiores con suelos hipersalinos (> 55 ‰) domina el mangle negro (*Avicennia germinans*), caracterizado por poseer



Estado	Superficie aproximada (km ²)		
	1988 ¹	1993 ²	2010 ³
Anzoátegui	0		13
Aragua	0		6
Carabobo	0		31
Delta Amacuro	2.587	968-4.552	4.513
Dependencias Federales	224	40-225	219
Falcón	220	15-52	273
Miranda	18	39	162
Monagas	744	413-553	1.880
Nueva Esparta	157	23-42	39
Sucre	1.146	451-944	1.090
Trujillo	0		24
Yaracuy	0	12	8
Zulia	356	43-225	492
Total	5.453	2.004-6.644	8.530

Tabla 1. Superficie estimada para bosques de manglares en Venezuela.

Fuente: ¹ Huber & Alarcón (1988), ² Conde & Alarcón (1993) y ³ Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 2. **Bosques de manglar con neumatóforos, Parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla de Margarita.**
Rebecca Miller



Foto 3. **Laguna de Cocinetas, Castillete, Península de la Guajira, estado Zulia.** María Gabriela Montiel-Villalobos

neumatóforos que le permiten realizar intercambio de gases en suelos pobres. El mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) se sobrepone con las dos especies anteriores, especialmente en suelos más estables. Por su parte, el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) está más en contacto con la vegetación terrestre y tiende a estar presente en zonas áridas (Medina & Barboza 2006, Sánchez-Arias *et al.* 2010). Los bosques de mangle alcanzan alturas de 3-40 m (MARNR 1986) y pueden ser monoespecíficos, o presentarse en combinaciones de más de uno de ellos (**Fotos 1 y 2**). También hay otras especies frecuentemente asociadas a los bosques de manglar y con cierta tolerancia a la salinidad, como *Pterocarpus officinalis*, *Montrichardia arborescens*, *Acrostichum aureum* y *Crinum* spp. (Colonnello *et al.* 2009). Al desarrollarse, las comunidades de manglar transforman el sustrato y generan una sucesión entre el mar y la tierra firme.

En el dominio continental de Venezuela, las áreas de manglar están circunscritas a dos unidades geomorfológicas: lagunas costeras y planos aluviales expuestos a las mareas. En los planos aluviales pueden distinguirse tres unidades: 1) las de deposición sedimentaria marina, como en la ciénaga de Los Olivitos, golfo de Morrocoy y golfo de Paria; 2) pantanos deltaicos con deposición marino-fluvial, como el río San Juan y el golfo de Paria; y 3) deltas pantanosos con deposición predominante aluvial, como en el delta del Orinoco (Conde & Alarcón 1993).

Los manglares proveen importantes servicios ecosistémicos a la sociedad, destacando su capacidad de prevenir la erosión costera y su alta productividad biológica que sustenta a peces, moluscos, crustáceos y otros invertebrados. Junto con los arrecifes de coral y las praderas marinas dominadas por la planta acuática *Thalassia testudinum*, los manglares son los ecosistemas marinos de mayor importancia para la fauna costera del mundo. Se considera que gran parte de las pesquerías dependen del manglar y de su capacidad para producir nutrientes orgánicos y servir de criaderos (Aburto-Oropeza *et al.* 2008).

Distribución

Los bosques de manglar se distribuyen a lo largo de las costas e islas de Venezuela en forma discontinua (**Figura 1**). El bosque de manglar más occidental es la Laguna de Cocinetas en la península de la Guajira en el estado Zulia (**Foto 3**), mientras que el ubicado más al oriente está al sur de la boca del río Orinoco en el estado Delta Amacuro. Entre estos dos extremos, se observan bosques de manglar prácticamente en todos los estados costeros (**Tabla 1**), resaltando las desembocaduras de los grandes ríos que surten el Golfo Triste, el golfo de Cariaco, las lagunas de Píritu, Unare, Tacarigua y Carenero (**Fotos 4 y 5**), la costa de los estados Carabobo y Falcón, y la costa del lago de Maracaibo. En la región insular se presentan bosques de manglar en la isla de Margarita (**Foto 2**) y en el archipiélago de Los Roques, así como pequeños parches en las islas de Aves, La Orchila, La Tortuga, La Blanquilla, Los Hermanos y Los Testigos (MARNR 1986, Rodríguez 1994, Conde & Carmona-Suárez 2003, Dávalos 2010).



Foto 4. **Bosques de manglares, ruta a Puerto Francés, costa del estado Miranda.** José Antonio González-Carcacia



Foto 5. **Bosques de manglares con raíces en forma de zancos, Barlovento, estado Miranda.** Rebecca Miller

Los bosques de manglar más extensos, estructuralmente complejos y diversos de Venezuela son los ubicados en la planicie deltaica del río Orinoco y sur de Paria (Conde & Alarcón 1993). Pueden llegar a formar cinturones continuos, interrumpidos sólo por ríos y pequeños cursos de agua, desde Yaguaraparo, en el estado Sucre, hasta Guyana. Estos bosques son los más altos del país, con portes entre 25 y 35-40 m (Conde & Alarcón 1993, Colonnello *et al.* 2009), lo que puede observarse al contrastar las **fotos 1-5**.

En algunas áreas se desarrollan bosques de manglares enanos, posiblemente asociados a factores edáficos (Huber y Riina 1997). Este parece ser al caso en la laguna Aguas Blancas al norte del parque nacional Turuépano, donde se cree existe una alta concentración natural de aluminio (Colonnello *et al.* 2009).

Situación

La superficie estimada de bosque de manglar en 2010 a la escala de trabajo de este libro es 8.530 km², lo que representa un poco menos de 1% del territorio continental venezolano. Esta cifra no puede ser contrastada a nivel nacional con la extensión de manglares de 1988 (**Tabla 1**), ya que para algunas localidades esta formación fue representada, en aquel momento, de una forma esquemática que no es cuantificable. No obstante, las estimaciones de cobertura de manglar son difíciles de comparar entre diferentes fuentes, por las diferencias en criterios y metodologías que cada autor establece. En la **tabla 1**, se presentan los datos a partir de Huber & Alarcón (1988), Conde & Alarcón (1993) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid supra*, cap. I: figura 8), y como se aprecia, no existen tendencias claras para los distintos estados, aún teniendo en cuenta las limitaciones antes mencionadas.

En el ámbito nacional, los bosques de manglares se encuentran bajo la condición de preocupación menor (LC) de acuerdo al criterio C2. No obstante, a nivel estatal (**Figura 1c**) la formación está en peligro crítico (CR) en los estados Aragua y Yaracuy, y en peligro (EN) en los estados Anzoátegui, Carabobo, Dependencias Federales, Falcón, Miranda, Nueva Esparta, Trujillo y Zulia. Por su parte, los bosques de manglares de los estados Monagas y Sucre están bajo la condición de vulnerable. Para el estado Delta Amacuro el riesgo de amenaza es de preocupación menor (LC).

Como unidades discretas, los bosques de manglares pueden evaluarse localmente por sitios de ubicación, ya que las presiones pueden variar dependiendo de su localización. Por ejemplo, Conde & Carmona (2003) indican que existe una reducción de los manglares en diferentes zonas del país: Sistema de Maracaibo, Adícora en el estado Falcón, Cumaná en el estado Sucre, lagunas de Píritu y Unare en el estado Anzoátegui y las costas del estado Carabobo. De la misma manera se señala que en localidades como Caño Mánamo en el estado Delta Amacuro ha aumentado la superficie de manglar. Es decir, algunas comunidades pueden encontrarse muy amenazadas (**Tabla 2**), mientras otras posiblemente están en un proceso de expansión. Si sólo se realiza un análisis a nivel país, las amenazas locales, e incluso estatales, no pueden detectarse y, por ejemplo, las pesquerías

a) Distribución 1988¹
Costa Occidental



Costa Central



b) Distribución 2010²
Costa Occidental



Costa Central



c) Grado de amenaza 2010
Costa Occidental



Costa Central



Figura 1. Distribución y grado de amenaza de los bosques de manglares en Venezuela.
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Costa Oriental



LEYENDA
Grado de intervención

- Muy intervenido
- Medio alto
- Bajo o información no disponible

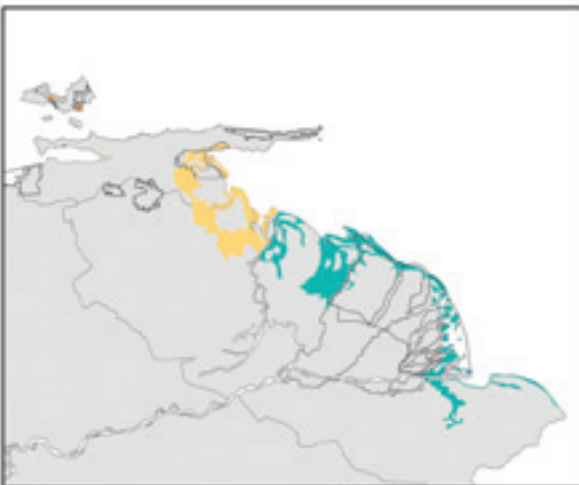
Costa Oriental



LEYENDA
Grado de intervención

- Muy intervenido
- Medio alto
- Bajo o información no disponible

Costa Oriental



LEYENDA

- Eliminado
- En Peligro Crítico
- En Peligro
- Vulnerable
- Casi Amenazado
- Preocupación Menor
- Datos insuficientes
- No evaluado
- Áreas protegidas con fines de conservación



Foto 6. **Bosque de manglares degradado, Refugio de Fauna Silvestre Hueque-Sauca, estado Falcón.**
Giuseppe Colonnello.

Localidad	Extensión (km ²) ¹	Condición de amenaza criterio D ²
Delta del Orinoco	468,0	LC
Golfo de Paria	451,5	LC
Río San Juan	413,1	LC
Río Limón-Isla San Carlos	90,3	VU
Bahía Morrocoy	45,0	EN
Ciénaga Los Olivitos	40,0	EN
Laguna Tacarigua	39,0	EN
Isla de Margarita	23,4	EN
Península de la Guajira	20,3	EN
Delta Yaracuy	15,0	EN
Maracaibo (costa este)	9,2	CR
Puerto Cabello	7,0	CR
Boca de Aroa	3,0	CR
Laguna Cocinetas	2,7	CR
Maracaibo (costa oeste)	2,6	CR

Tabla 2. **Extensión y grado de amenaza de comunidades de manglar a lo largo de la costa de Venezuela.**

Nota: ¹ Conde & Alarcón (1993), ² Rodríguez *et al.* (*vid. supra*, cap. II)

LEYENDA

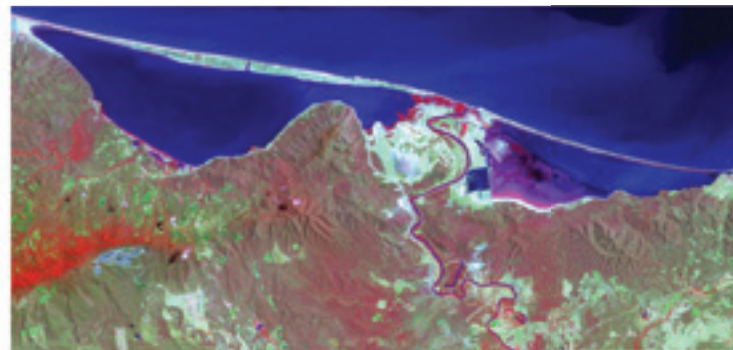
Manglar

y ambientes en general que dependen de los bosques de manglares podrían estar afectando muy seriamente. Adicionalmente, es necesario poder seguir las comunidades en el tiempo, ya que eso da cuenta de condiciones, como integridad ecosistémica, que no pueden evaluarse con una única fotografía en una ventana temporal particular. Tres casos que ilustran la necesidad de evaluaciones a diferentes escalas espaciales y temporales son la Ciénaga de Los Olivitos, en el estado Zulia (Figura 5, Capítulo III), las Lagunas de Unare y Píritu (Figura 2) y los humedales del Hueque y Sauca (Foto 6), donde la instalación de camaronerías y la extracción de sal han tenido diferentes impactos sobre el ecosistema (Sebastiani *et al.* 1994, Casler & Castellano 2008) y requieren ser monitoreadas en el tiempo.

Amenazas

Los bosques de manglares en Venezuela están sujetos a presiones de diferente índole, dependiendo de su ubicación. Aquellos en Miranda, Carabobo, Aragua, Zulia, Falcón y Anzoátegui han sido transformados por construcciones de urbanizaciones residenciales turísticas, marinas, complejos industriales, extracción de madera, construcción de presas, instalación de camaronerías, extracción industrial de sal y contaminación asociada al uso de agroquímicos, por actividades agropecuarias, manejo de instalaciones y derrames petroleros (MARNR 1986, Lentino & Bruni 1994, Rodríguez 1994,

a) 1991, Landsat TM, combinación de bandas 472



b) 2003, Landsat ETM+, combinación de bandas 472

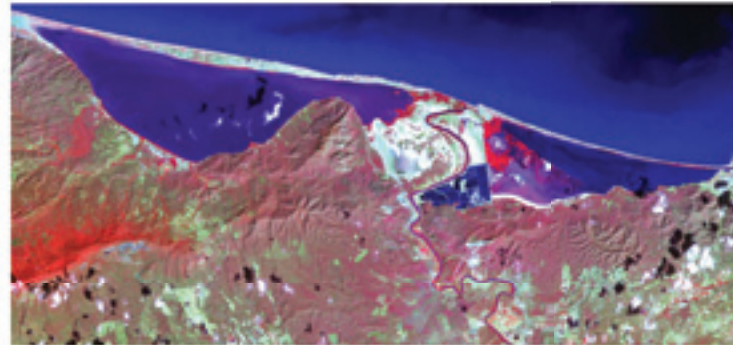


Figura 2. **Lagunas de Unare (izquierda) y Píritu (derecha).** Los recuadros al este del río Unare corresponden a las camaronerías. Se aprecia la construcción de un canal.

Sebastiani *et al.* 1994, Conde & Carmona-Suárez 2003, Lentino *et al.* 2005, Casler y Castellano 2008).

En contraposición, en áreas como el delta del Orinoco, la explotación del mangle para su uso como madera de construcción (**Foto 7**) (viviendas, barcos, postes de líneas de servicio), como fuente de leña, carpintería, extracción comercial de taninos, pesca y cacería ilegal constituían las amenazas tradicionales de esta formación boscosa (MARNR 1986, Rodríguez 1994, Conde & Alarcón 1993, Conde & Carmona-Suárez 2003, Colonnello 2004, Colonnello *et al.* 2009). No obstante, en los últimos años reaparece lo que fue una amenaza a principios del siglo XX, la actividad petrolera (Colonnello 2004, Gonzalez 2004, Monente & Colonnello 2004), y se reconoce que ella y otras actividades conexas se constituyen en amenazas para los manglares y otras formaciones vegetales del sur de Paria y delta del Orinoco. Entre las otras actividades tenemos: dragado y regulación de flujo de agua, contaminación del agua y descarga de aguas servidas, intensificación en la extracción de madera (mangle como foco principal), actividades de puertos y la actividad petrolera en sí misma (Klein & Cárdenas 2009).



Foto 7. Extracción de mangle para construcción, caño Aruca, Parque Nacional Turuépano, estado Sucre. Giuseppe Colonnello

Conservación

Del total de la superficie de bosques de manglares cuantificados para Venezuela, 24% se encuentra en áreas de protección como parques nacionales y monumentos naturales y refugios de fauna silvestre (**Figura 1c**), es decir, áreas de protección con prioridades de conservación estricta, mientras 39% está incluida en áreas de protección, que hemos llamado de manejo, porque permiten otros usos en el presente o constituyen reservas de recursos para el futuro. Adicionalmente, los manglares están protegidos por legislaciones específicas que buscan garantizar su integridad, dado el reconocimiento a la importancia de estos ecosistemas como soporte estructural para otras comunidades y en la productividad primaria del sitio donde se encuentra, además de su relación con la pesquería (Sebastiani *et al.* 1994, Lentino *et al.* 2005, Aburto-Oropeza *et al.* 2008).

Como parte del marco legal que protege los ecosistemas de manglar en Venezuela se incluye un instrumento específico como lo es las Normas para la Protección de los Manglares y sus Espacios Vitales Asociados (Venezuela 1991), y luego otros como la Ley de los Espacios Acuáticos e Insulares (Venezuela 2001) y la Ley de Zonas Costeras (Venezuela 2001). Igualmente, Venezuela es signataria de la Convención de Ramsar relativa a los humedales como hábitat de especial importancia para aves acuáticas (Venezuela 1988). En ese sentido, Venezuela cuenta con cinco Sitios Ramsar, además de otros humedales costeros, de importancia para la conservación del manglar y de los ecosistemas marino-costeros, los cuales están incluidos en figuras de protección: Refugio de Fauna Silvestre (RFS) de Cuare, RFS Ciénaga de Los Olivitos (también reserva de pesca), RFS Hueque-Sauca y los parques nacionales Laguna de Tacarigua, Laguna de La Restinga, Archipiélago de Los Roques.

Además de estas áreas, los parques nacionales Turuépano y Delta del Orinoco, así como la reserva de biosfera Delta del Orinoco, en el oriente de Venezuela (**Figura 1c**), protegen un área importante de este ecosistema donde se encuentran los mangles de mayor porte del país (**Foto 1**).

Como se puede apreciar, la existencia de un marco legal, de áreas protegidas de conservación y/o de manejo, no es garantía para la conservación ni de éste ni de otros ecosistemas del país. No obstante, su existencia permite el diseño de estrategias y facilita la consecución de fondos con fines de conservación y manejo. Adicionalmente, permite que diferentes organismos gubernamentales tengan ingerencia para la vigilancia y control de estas áreas y garantizar que, al menos dentro de ellas, exista el nivel de protección adecuado para garantizar la permanencia de las condiciones que posibilitan la subsistencia de estos ecosistemas.

BOSQUES SEMIDECIDUOS



Foto 1. Bosque semideciduo intervenido para uso agrícola, carretera desde San Cristóbal (estado Zulia) hacia Piñango (estado Mérida). Giuseppe Colonnello

150

Descripción

La característica más resaltante de los bosques semideciduos es que sus especies arbóreas dominantes pierden entre 25% y 75% del follaje durante la época de sequía. En Venezuela están restringidos a las regiones macrotérmicas ($>24^{\circ}\text{C}$) y submesotérmicas ($18-24^{\circ}\text{C}$), aunque de acuerdo con la disponibilidad de agua pueden ser desde estacionales (tropófilos) hasta húmedos (ombrófilos). En cuanto a su ubicación altitudinal, es posible encontrarlos tanto en tierras bajas en la depresión del lago de Maracaibo como en los Llanos occidentales, y hasta a 1.200 m en las cordilleras de los Andes y de la Costa, por lo que se consideran basimontanos y montanos (Huber & Alarcón 1988). Presentan dos o tres estratos arbóreos y con individuos que pueden alcanzar hasta 35 m de altura, con abundancia de lianas y epífitas.

Al norte del río Orinoco entre las familias más comunes para esta formación se encuentran Fabaceae, Rutaceae, Boraginaceae y Bignoneaceae, y en bosques semideciduos del estado Bolívar especies de las familias Leguminosae, Lecythidaceae y Sapotaceae, Burseraceae, Meliaceae y Chrysobalanaceae (Díaz 2007).

Distribución

Los bosques semideciduos en Venezuela se distribuyen en los principales sistemas montañosos del norte del país y en algunas áreas del sur (**Figura 1**). Al norte del río Orinoco se desarrollan en las vertientes y valles húmedos de la cordillera de Mérida (**Fotos 1 y 2**), en el macizo de El Tamá, en las laderas norte de la sierra de Perijá, en el sistema Lara-Falcón, en la cordillera de la Costa, en las serranías del Interior Central y Oriental, en la cordillera Araya-Paria, y en cerro Copey (Ataroff 2003). En Guayana, los bosques semideciduos pueden encontrarse a alturas entre 400 y 800 m en el cinturón submesotérmico (Huber 1995c).

Tienen una distribución amplia en el ámbito nacional con representación en todos los estados, aunque sus mayores extensiones se localizan en Bolívar, Amazonas, Falcón, Zulia, Barinas y Sucre (**Tabla 1**). Están

presentes en tres regiones (llanuras bajas, colinas y montañas), 12 subregiones y 11 sectores de las unidades de paisaje definidas para Venezuela.

Situación

La superficie de los bosques semidecuidos abarca 56.691 km², lo que representa 6% del área continental venezolana (**Tabla 1**). Cerca de 83% enfrenta un nivel de intervención medio o superior, de los cuales 14% se ha perdido prácticamente, ya que su grado de transformación es de alto a muy alto. Al comparar la superficie estimada en 2010 con la existente en 1988, para todo el país se muestra una reducción de 19% (**Figura 1a y 1b**), que de mantenerse hasta el año 2040 generaría un estimado de pérdida de 43% y calificaría Vulnerable (VU) según el criterio A3. Si se contabiliza la degradación de la vegetación remanente el riesgo de eliminación aumenta. Entre 1988 y 2010 se pasó de 45% a 82% con intervención media o superior. De mantenerse esta tendencia, podría esperarse que para el año 2040 la mayor parte de los bosques semidecuidos experimenten al menos una reducción severa en su función ecológica, por lo cual calificarían en la categoría En Peligro (EN) de acuerdo al criterio A4(b2). Siguiendo el principio precautorio del *Convenio Sobre la Diversidad Biológica*, la categoría que corresponde es la que refleje el mayor riesgo, por lo que se concluye que a nivel nacional los bosques semidecuidos se consideran bajo la categoría En Peligro (EN).

Con respecto a los estados, el grado de amenaza fue evaluado empleando diferentes criterios, y al igual que a nivel nacional se adoptó la categoría de mayor riesgo (**Figura 1c, Tabla 2**). Para asignar la categoría de amenaza también se consideró la información histórica sobre la transformación de estos ambientes (Silva *et al.* 1971, Veillon 1977). A esta escala, los bosques semidecuidos en 12 estados (88%) se encuentran En Peligro Crítico (CR), en Vargas En Peligro (EN), en Bolívar Vulnerable (VU) y en Amazonas calificarían como Preocupación Menor (LC) [**Tabla 2**].

Amenazas

Este análisis evidencia la alta tasa de transformación de los bosques semidecuidos en Venezuela. En el pasado ocupaban grandes extensiones, pero han sido reemplazados por deforestación y por degradación, al igual que lo ocurrido con otras formaciones boscosas del país (Veillon 1977, Catalán 1993). Es difícil encontrarlos en su forma original no perturbada, especialmente al norte del Orinoco. Entre las principales causas de su situación actual destacan las siembra de café (**Foto 2**), caña de azúcar y otros cultivos de subsistencia, la ganadería extensiva, las siembras de pastos, la conversión a áreas urbanas y suburbanas, la minería y la explotación forestal (Ataroff 2003, Moreno-Urdaneta 2006, Bermúdez *et al.* 2008, Rojas-Runjaic & Infante 2008, Sevilla &



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	7.940	10.412
Anzoátegui	1.068	1.162
Apure	1.845	2.042
Aragua	2.013	306
Barinas	5.207	3.302
Bolívar	23.534	15.499
Carabobo	1.097	693
Cojedes	189	174
Delta Amacuro	1.853	1.363
Distrito Capital	45	14
Falcón	2.653	5.975
Guárico	3.117	385
Lara	438	1.866
Mérida	343	466
Miranda	2.472	2.141
Monagas	1.171	11
Nueva Esparta	85	111
Portuguesa	2.122	1.124
Sucre	3.210	2.803
Táchira	268	530
Trujillo	87	206
Vargas	272	360
Yaracuy	2.210	1.165
Zulia	6.445	4.580
Total	69.682	56.691

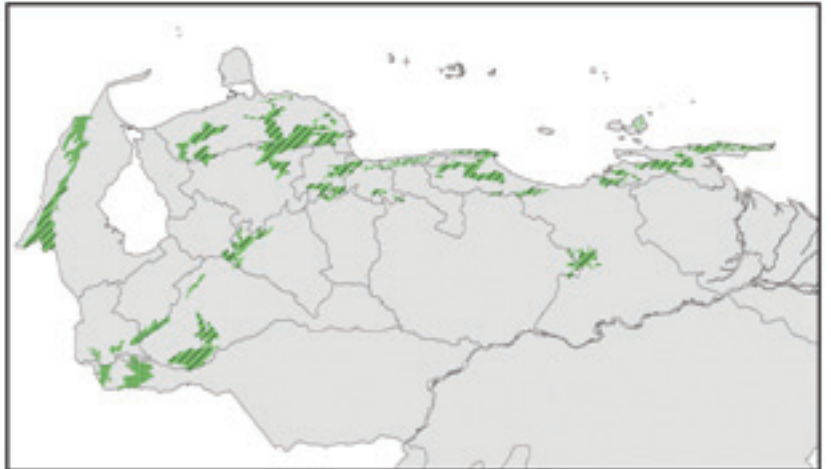
Tabla 1. Superficie estimada para los bosques semidecuidos en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

a) Distribución 1988¹
Norte del Orinoco



b) Distribución 2010²
Norte del Orinoco

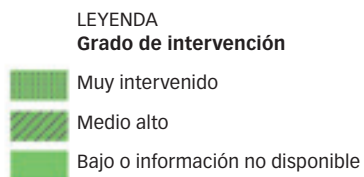


c) Grado de amenaza 2010
Norte del Orinoco

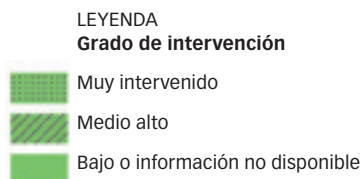


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los bosques semidecíduos en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Sur del Orinoco



Sur del Orinoco



Sur del Orinoco

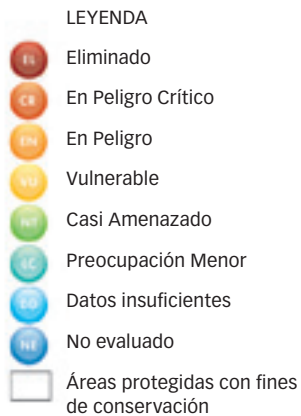
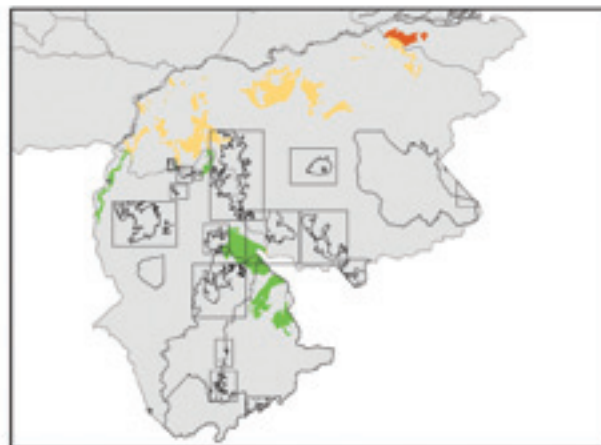




Foto 2. **Bosque semidecíduo intervenido con cultivo de café, Calderas, estado Barinas.** Alexis Bermúdez

Comerma 2009). Muy especialmente la deforestación, que en ciertos lugares ha conducido a la sabanización de los bosques semidecíduos, se ha acelerado en las últimas décadas, por lo que en algunas áreas sólo se encuentran relictos de este tipo de bosque (Jácome 2002, Espinoza & Castillo 2005).

Aunque en todo el territorio nacional las amenazas son similares, existen particularidades en algunas regiones. Por ejemplo, en la zona andina los bosques han sido sustituidos primordialmente por siembras de pastos para la cría del ganado lechero (Ataroff 2003). En el macizo de Turimiquire, la sierra de Perijá y algunas otras localidades de los Andes, la principal amenaza es el cultivo de café y otros productos agrícolas comerciales y de subsistencia (**Foto 1**) [Lentino *et al.* 2005, Bermúdez *et al.* 2008, Rojas-Runjaic & Infante 2008]. También en Turimiquire resalta la construcción de presas y acueductos (MARNR 1992). En la zona central del país la ganadería extensiva se señala como la causa principal (Moreno-Urdaneta 2006). Una de las amenazas generalizadas a nivel nacional es la expansión de áreas urbanas y suburbanas (Moreno-Urdaneta 2006, Sevilla & Comerma 2009). En Barinas y los llanos occidentales, la extracción de productos forestales y la sustitución de bosques por tierras agropecuarias, era ya un proceso avanzado en la década de los setenta (Silva *et al.* 1971, Veillon 1977).

Al sur de Venezuela, en los estados Amazonas y Bolívar, los bosques semidecíduos se encuentran, relativamente, en mejores condiciones. En buena medida, los cambios ocurridos entre 1988 y 2010 (tanto aumentos como reducciones) responden a mejoras en la clasificación de algunas unidades de vegetación, más que a las reducciones o a la regeneración del bosque (**Tabla 1**). Sin embargo, aunque su extensión haya permanecido relativamente constante en los últimos 20 años, la intervención es notoria, principalmente por la minería ilegal y los efectos que subyacen tras esta actividad. Dada la ausencia de indicios que hagan pensar en la disminución de la minería en las próximas décadas, la clasificación del riesgo de eliminación se hizo bajo el supuesto de que las perturbaciones continuarán (**Tabla 2, Figura 1c**).

Conservación

Aproximadamente 20% de los bosques semidecuidos se encuentra en áreas protegidas de conservación, como los parques nacionales (PN) Henri Pittier, San Esteban, Guatopo, Terepaima, Sierra de Perijá, El Tamá, Tapo-Caparo, Sierra Nevada, Río Viejo-San Camilo, Duida-Marahuaka, Jaua-Sarisariñama y Parima-Tapirapeco. Así mismo, 40% de los bosques se ubican en áreas protegidas de manejo, como la Reserva Forestal Imataca y la Zona Protectora del Macizo de Turimiquire, entre otras ABRAE. Considerando que estos niveles de resguardo de superficie son relativamente altos, las medidas de conservación requeridas deberían enfocarse en el mantenimiento de la calidad de estos ecosistemas y la integridad de sus funciones ecológicas en el corto y mediano plazo.

Por ejemplo, en la vertiente sur del PN Henri Pittier los bosques semidecuidos se presentan entre 700 y 900 m de altitud, en el PN Guatopo se encuentran por debajo de 800 m y en el PN Terepaima entre 500 y 700 m (Aponte & Salas 2003, Castillo & Aponte 2004). Al tratarse de ambientes relativamente húmedos, pocas veces son alcanzados por los incendios de vegetación originados en las zonas secas a menor altitud, pero ocasionalmente el fuego consume la capa de hojarasca que protege el suelo, siendo una de las causas de derrumbes y movimientos de tierra masivos que ocurren una vez que se alcanza un nivel crítico de erosión (Badillo 1997). Aunque el impacto de los incendios sobre los bosques semidecuidos no es visible de inmediato, al poco tiempo de la perturbación su efecto acumulado puede causar pérdidas en procesos ecológicos vinculados con el mantenimiento de su integridad.

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4	C2
Amazonas	-	NT	LC
Anzoátegui	-	CR	VU
Apure	-	CR	NT
Aragua	CR	CR	EN
Barinas	CR	CR	LC
Bolívar	VU	VU	LC
Carabobo	CR	CR	VU
Cojedes	-	CR	EN
Delta Amacuro	EN	CR	VU
Distrito Capital	CR	CR	EN
Falcón	-	CR	LC
Guárico	CR	CR	EN
Lara	-	CR	VU
Mérida	-	CR	EN
Miranda	VU	CR	NT
Monagas	CR	CR	CR
Nueva Esparta	-	CR	EN
Portuguesa	CR	CR	VU
Sucre	VU	CR	NT
Táchira	-	CR	VU
Trujillo	-	CR	EN
Vargas	-	DD	EN
Yaracuy	CR	CR	VU
Zulia	EN	CR	LC

Tabla 2. Grado de amenaza por estados para los bosques semidecuidos.

Nota: ¹ Rodríguez *et al.* (vid. *supra*, cap. II)

BOSQUES DECIDUOS



Foto 1. Bosque deciduo bajo, estado Cojedes. José Antonio González-Carcacia

Descripción

Los bosques deciduos se caracterizan porque al menos 75% de los individuos arbóreos pierden su follaje durante la época de sequía (Huber & Alarcón 1988, Huber 1995c). Están restringidos a zonas macrotérmicas ($>24^{\circ}\text{C}$) y de acuerdo al régimen climático que predomina son principalmente tropófilos (estacionales), con precipitaciones promedio anual menores a 1.400 mm. Con frecuencia se les conoce como “bosques secos tropicales”, aunque no son sinónimos, ya que entre éstos se incluyen varias comunidades arbóreas semideciduas o con cierto grado de caducifolia, siempre que sean afectados por un período relativamente prolongado de sequía (típicamente de 3 a 6 meses). Los bosques deciduos son equivalentes al denominado bosque estacional caducifolio por sequía (Murphy & Lugo 1986, González 2003). En ocasiones, dada su asociación con bosques secos, y las diferentes clasificaciones y nomenclaturas existentes en la literatura, esta formación es confundida con los arbustales secos o espinosos, en especial cuando los conforman leguminosas y especies deciduas.

El período durante el cual los bosques deciduos se encuentran defoliados coincide con la estación seca de enero a abril (**Fotos 1 a 4**), que también coincide con la floración de algunos de sus árboles típicos (**Foto 5**). La brotación foliar comienza a mediados de abril, antes del comienzo de las lluvias (González 2003).

Existe una gran variación en cuanto a la riqueza florística y en la complejidad estructural de este tipo de bosque, asociada a la pluviosidad total anual y a su distribución durante el año. En ambientes áridos los bosques deciduos tienden a estar dominados por una sola especie, como los constituidos por especies del género *Prosopis* (Gentry 1995, González 2003). Sin embargo, el patrón general es que presentan varios estratos: el superior con árboles emergentes de copas redondeadas y en algunos casos aplanadas, un estrato arbóreo inferior con copas cónicas, piramidales o aplanadas, y un sotobosque con poca vegetación y en algunas localidades con colonias extensas de bromelias terrestres (*Bromelia pinguin*). Las lianas leñosas son relativamente abundantes, y las palmas y las epífitas muy escasas o ausentes, aunque donde se observan epífitas usualmente son bromelias del género *Tillandsia* (González 2003). El estrato inferior suele contener árboles de hasta 10 m de alto y en el superior destacan individuos que alcanzan entre 10 m y 15 m (**Foto 2**), aun cuando los árboles emergentes pueden tener hasta 25 m (Díaz 2007).

Si bien los bosques deciduos son menos diversos que los bosques húmedos, algunas familias como Zygophyllaceae, son exclusivas de estas formaciones (Gentry 1995). También contienen una gran variedad de árboles de las familias Capparidaceae y Erythroxylaceae, y en mayor proporción que los bosques húmedos. Entre los géneros exclusivos de las localidades de bosques deciduos más secos se incluye *Guaiaacum* (Zygophyllaceae),



Zizyphus (Rhamnaceae) y *Cnidocolus*, *Jatropha* y *Pedilanthus* (Euphorbiaceae). Los géneros señalados no están presentes en bosques húmedos (González 2003).

Los bosques deciduos, asociados a un intervalo de pluviosidad entre 800 mm y 1.200 mm y a suelos con poco desarrollo pedogénico, exhiben pocas variaciones fisionómicas y florísticas, independientemente de la localidad de Venezuela que se considere (González 2003). Los cambios que se detectan están relacionados con la presencia de especies exclusivas o la predominancia de alguna de ellas. Las especies arbóreas características de esta formación son *Acacia polyphylla*, *Guapira pacurero* y *Erythroxylum havanense* (González 2003, Calzadilla & Lárez 2008). Estos bosques, asociados a los llanos, suelen presentar un único estrato, con árboles cuya altura casi siempre no sobrepasa los 12 m. En contraste, cuando la pluviosidad es mayor, como en los bosques deciduos del estado Zulia, los más húmedos del país, se aprecia una mayor diversidad estructural y florística, encontrándose hasta tres estratos. En estos bosques zulianos resalta la presencia y abundancia relativa de tres especies del género *Tabebuia*, *T. billbergii*, *T. guayacan* y *T. serratifolia*, acompañadas por *Astronium graveolens*. Estas especies son muy preciadas por su madera (González 2003).

En el cerro Chichiriviche del estado Falcón, en su vertiente este, se encuentra un bosque deciduo intermedio entre los dos anteriores, con dos estratos y especies que sólo están presentes en esa localidad, pero fitogeográficamente asociadas con los bosques de las islas del Caribe: *Pseudobombax septenatum*, *Cordia collococca*, *Chionanthus caribea*, *Helietta plaeana*, *Krugiodendron ferreum*, y *Zizyphus cinnamomum*. No obstante, las especies dominantes son *Bursera simaruba* (indio desnudo), que destaca por su corteza cobriza, y *Lonchocarpus punctatus* (mamoncillo),

Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	323 ¹	0
Anzoátegui	8.033	4.579
Aragua	709	1.993
Barinas	35	0
Bolívar	1.484	3.904
Carabobo	1.855	1.287
Cojedes	1.877	1.363
Delta Amacuro	0	151
Distrito Capital	14	28
Falcón	8.751	2.876
Guárico	6.313	804
Lara	7.494	6.786
Miranda	1.222	1.465
Monagas	1.882	196
Nueva Esparta	0	22
Portuguesa	1	581
Sucre	2.185	1.167
Trujillo	1.766	781
Vargas	370	146
Yaracuy	1.518	518
Zulia	2.789	211
Total	48.620	28.858

Tabla 1. Superficie estimada para los bosques deciduos en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)

Nota: ¹Por limitaciones de escala en 2010 Amazonas se excluye del análisis por estados (Tabla 2), debido a que no fue detectado un sector de bosque señalado para el valle del río Ocamo en 1988 (Huber & Alarcón 1988, Huber 1995b).



Foto 2. **Bosque seco en período de sequía con árboles desprovistos de hojas.** José Antonio González-Carcacia



Foto 3. **Aceite (*Copaifera officinalis*) frecuente en bosques deciduos.** José Antonio González-Carcacia

así como varias especies de los géneros *Acacia*, *Cordia*, *Capparis*, *Bursera* y *Sapindus*, como ocurre en otros bosques deciduos (Steyermark 1994).

Entre las especies endémicas asociadas a los bosques deciduos se encuentran *Lonchocarpus dipteroneurus* en los estados Miranda, Aragua y Distrito Capital, y la liana *Arrabidaea grosourdyana* en los pequeños bosques deciduos del piedemonte norte de la sierra de Imataca, entre los estados Bolívar y Delta Amacuro (González 2003). En los bosques de Bolívar las familias predominantes son Leguminosae (s.l.), Sapotaceae, Burseraceae y Verbenaceae, mientras las especies arbóreas más importantes desde el punto de vista de su abundancia relativa son *Spondias mombin*, *Tetragastris* sp., *Pouteria* sp., *Guazuma ulmifolia* y *Genipa americana* (Díaz 2007).

Distribución

Se ubican principalmente en tierras bajas al norte de Venezuela, pero en algunas zonas colinosas pueden alcanzar de 500 m a 600 m de elevación. Su extensión total (28.858 km²) representa 3,2% del país. Los estados con mayor área de bosques deciduos son Lara, Anzoátegui, Bolívar y Falcón (**Figura 1, Tabla 1**). En el estado Amazonas, entre 1988 y 1995, fue reportada una pequeña extensión de bosque asociada al valle del río Ocamo (Huber & Alarcón 1988, Huber 1995c). Para 2010 ese sector no pudo cuantificarse por la escala de análisis de esta investigación. Por esta razón, es probable que la determinación precisa de la distribución de los bosques deciduos del país requiera análisis más detallados. En aquellos estados donde hay un aumento de la cobertura de los bosques deciduos, se debe a mejoras en la clasificación de las unidades de vegetación y a los avances metodológicos (**Tabla 1**).

Los bosques deciduos están presentes en las cuatro regiones del país, en doce subregiones y diez sectores (*vid. supra*, cap. I: Figura 9). En la subregión de los llanos se encuentran en prácticamente todos los sectores, lo que posiblemente sea el remanente de una distribución anterior más extensa.



Foto 4. **Bosque seco en la estación lluviosa con recuperación de cobertura foliar.** José Antonio González-Carcacia

Situación

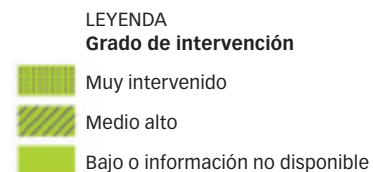
Es una de las formaciones vegetales más amenazadas de Venezuela y gran parte de su extensión ya ha sido eliminada (Fajardo *et al.* 2005, Rodríguez *et al.* 2008). Entre 1988 y 2010 se perdió alrededor de 40% de su superficie, pasando de 48.260 km² a 28.858 km² (**Tabla 1, Figura 1a y 1b**). Cerca de 96% de su área actual tiene algún nivel de intervención y de ésta, 43% una modificación de alta a muy alta. El porcentaje de pérdida neta para esta formación vegetal equivale a 65% de su cobertura en 1988, y de continuar esta tendencia, en el año 2040 los bosques deciduos podrían desaparecer. Por lo tanto, de acuerdo al criterio A3, en el ámbito nacional los bosques deciduos clasifican En Peligro Crítico (CR).

Se encuentran amenazados en todos los estados donde están presentes: en uno Vulnerable (VU), en 9 En Peligro (EN) y en otros 9 En Peligro Crítico (CR) [**Figura 1c y Tabla 2**]. Los bosques deciduos del estado Barinas se clasifican en la categoría Eliminado (EL), ya que el área que ocupaban en 1988 fue completamente transformada por actividades agropecuarias.

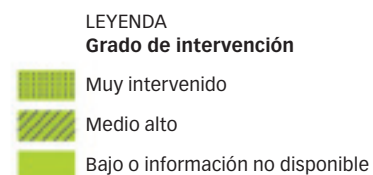
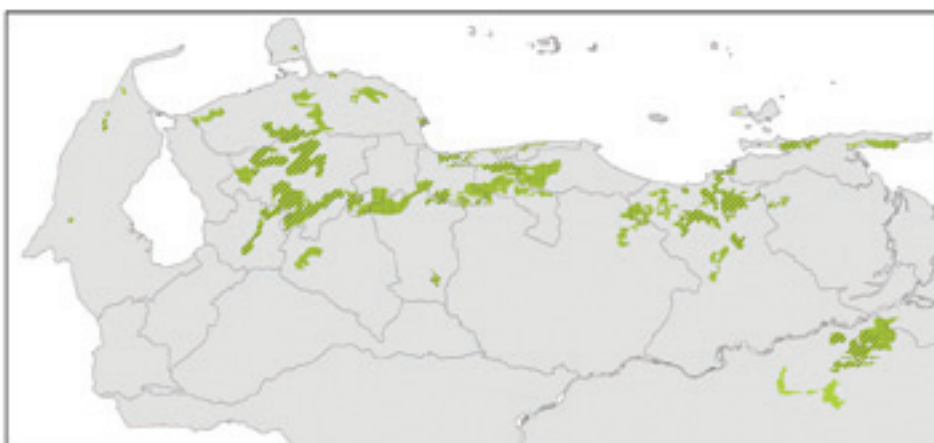
Amenazas

Por sus condiciones climáticas, sus suelos relativamente fértiles y su fácil acceso en tierras bajas, los bosques deciduos han sido uno de los ecosistemas más transformados por la agricultura, la ganadería y los urbanismos (**Fotos 6 y 7**) [Murphy & Lugo 1986, Fajardo *et al.* 2005, Rodríguez *et al.* 2008]. Un ejemplo representativo son los bosques deciduos de la costa occidental del lago de Maracaibo, entre Villa del Rosario y Machiques, en su mayor parte deforestados para sembrar la gramínea africana *Panicum maximum*, quedando del bosque original sólo pequeños fragmentos dispersos y aislados. En los llanos centrales han ocurrido transformaciones similares, por ejemplo, a lo largo de la carretera que une El Sombrero con Santa María de Ipire, el bosque deciduo ha sido sustituido por cultivos de cereales, algodón y maíz, este último en menor grado. En la región centro norte, en los estados Aragua, Carabobo y Miranda, la conversión se atribuye principalmente a la

a) Distribución 1988¹
Norte del Orinoco



b) Distribución 2010²
Norte del Orinoco



c) Grado de amenaza 2010
Norte del Orinoco

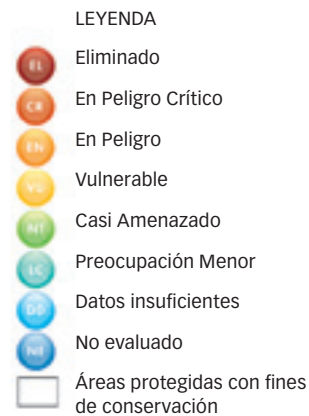
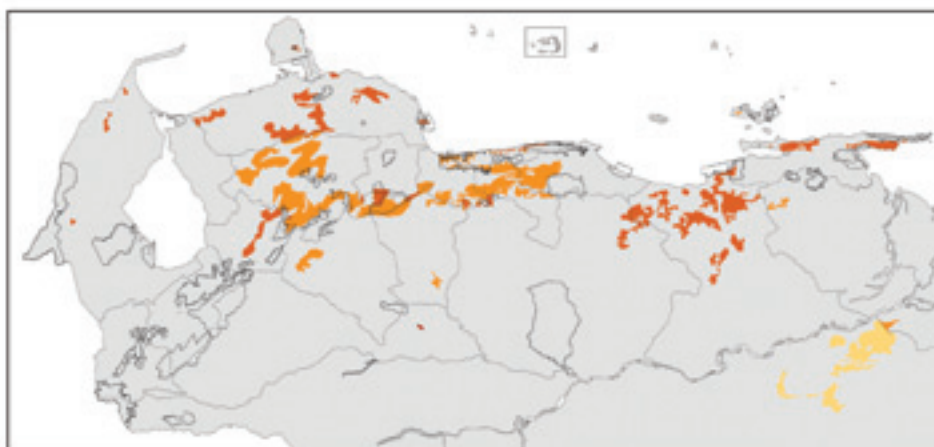


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los bosques deciduos en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 5. **Araguaney (*Tabebuia chrysantha*)** en bosque deciduo durante el período seco. Giuseppe Colonnello

generación de pastizales para el ganado y a la expansión de las zonas urbanas más densamente pobladas del país (González 2003, Rodríguez *et al.* 2008). Los bosques deciduos del macizo de Turimiquire han experimentado el efecto combinado de la agricultura y la construcción de infraestructuras. En las zonas de baja y mediana elevación, la vegetación natural ha sido intervenida y degradada, causando un proceso de sabanización (MARNR 1992, MARN 2000). Se han expandido rápidamente los cultivos de piña, caracterizados por la remoción total de la vegetación, el suelo desnudo expuesto a la erosión y el uso intenso de agroquímicos. Las obras hidráulicas probablemente hayan afectado más a los bosques deciduos que a otros ecosistemas de la región, ya que la mayoría de los embalses coinciden con su distribución histórica: Clavellinos (135 millones m³), El Guamo (94 millones m³), Alto Neverí (636 millones m³) y Mundo Nuevo (147 millones m³), tres acueductos regionales (Nor-Oriental, Campanero y Maturín) y numerosos acueductos locales (MARNR 1992, Lentino *et al.* 2005).

A las amenazas anteriores, se suma la explotación comercial y artesanal de la madera, incluyendo la producción de leña y carbón vegetal para uso doméstico. Algunas de las especies comerciales más preciadas en el mercado maderero nacional son predominantemente de bosques deciduos: caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), pardillo negro (*Cordia* sp.), samán (*Pithecellobium saman*) y saqui saqui (*Pachira quinata*). Una amenaza importante en el pasado fue el uso de leña en las regiones ocupadas por bosques deciduos, práctica que en las últimas décadas se había reducido debido a las alternativas de fuentes de energía (gas y electricidad), sin embargo, en la actualidad los niveles de consumo sugieren que la extracción de leña es frecuente en el sector rural.

Entre las especies utilizadas para leña se incluyen: guatacaro (*Bourreria cumanensis*), yaque (*Prosopis juliflora*), cují blanco (*Acacia macracantha*), caimito (*Sideroxylon obtusifolium*) y ojo de zamuro (*Machaerium arboreum*).



Foto 6. **Bosque deciduo transformado para cultivos, con pastizales y cocotales en el piedemonte, entre Bejuma y Morón, estado Carabobo.** Giuseppe Colonnello

Conservación

Sólo 6% de los bosques deciduos remanentes en 2010 están ubicados dentro de áreas protegidas de conservación, mientras que 29% se encuentran en áreas reservadas para usos posteriores. La distribución histórica de los bosques deciduos de Venezuela abarcó cerca de 40% del territorio nacional, pero en la actualidad escasamente supera 3% (Fajardo *et al.* 2005). Un agravante adicional es que el área remanente está severamente degradada. Es fundamental promover la creación de al menos 3 ó 4 áreas protegidas grandes (> 5.000 ha) que contengan la variedad y variabilidad de estos ecosistemas, con diferentes condiciones climáticas y orográficas, en combinación con la recuperación de especies amenazadas, la restauración de sistemas degradados y la implementación de proyectos de desarrollo sostenible basados en el manejo de los recursos naturales (Fajardo *et al.* 2005). Así mismo, se debería dar especial atención a la creación de corredores ecológicos para la interconexión de los parches remanentes de esta formación vegetal (González 2003). Dada la resiliencia de este ecosistema, con el manejo adecuado se podría restaurar y mantener su integridad ecológica (Fajardo *et al.* 2005).



Foto 7. Bosque deciduo transformado para pastizales, con obras de nivelación (camellones) e inundación artificial, estado Zulia. Giuseppe Colonnello

Existe abundante experiencia con la propagación de especies de bosque seco mediante la germinación de semillas en condiciones de invernadero. El programa de reforestación *Misión Árbol*, una iniciativa gubernamental, aprovecha esta capacidad al promover la siembra de especies características de bosque seco: caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), pardillo negro (*Cordia* sp.), mijao (*Anacardium excelsum*), samán (*Pithecellobium saman*), saqui saqui (*Pachira quinata*), apamate (*Tabebuia rosea*), jabillo (*Hura crepitans*) y araguaney (*Tabebuia chrysantha*) [Anónimo 2010]. Aunque no es explícitamente un programa de conservación de bosques deciduos, en la práctica *Misión Árbol* podría ser fundamental para su protección y restauración, ya que la meta es la siembra de 100 millones de árboles en 150.000 ha para 2011 (Roa 2007). La colaboración con esta iniciativa, por parte de la academia, el sector privado, los medios de comunicación y la sociedad civil organizada, ofrece la mejor alternativa de conservación de los bosques deciduos del país (Rodríguez *et al.* 2008).

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4 (b2)	C2
Anzoátegui	CR	EN	-
Aragua	-	EN	VU
Barinas	EL	-	CR
Bolívar	-	VU	LC
Carabobo	EN	EN	VU
Cojedes	EN	EN	VU
Delta Amacuro	-	EN	EN
Distrito Capital	-	EN	EN
Falcón	CR	EN	NT
Guárico	CR	EN	EN
Lara	NT	EN	LC
Miranda	-	EN	VU
Monagas	CR	EN	EN
Nueva Esparta	-	-	EN
Portuguesa	-	EN	VU
Sucre	CR	EN	VU
Trujillo	CR	EN	VU
Vargas	CR	EN	EN
Yaracuy	CR	EN	VU
Zulia	CR	EN	EN

Tabla 2. Evaluación del grado de amenaza de los bosques deciduos en Venezuela.

Nota: ¹ Rodríguez *et al.* (vid. supra, cap. II)

BOSQUES RIBEREÑOS



Foto 1. Bosque ribereño de montaña, río Cuyagua, estado Aragua. César Molina

Descripción

Los bosques ribereños se ubican en las orillas de ríos, normalmente sobre bancos y albardones fluviales. Están asociados a climas macrotérmicos ($>24\text{ }^{\circ}\text{C}$), con un régimen de precipitación que puede ser húmedo (ombrófilos), estacional (tropófilos) o incluso seco (xerófilo). Factor determinante de la presencia de un bosque ribereño es una mayor humedad del suelo, regulada por la dinámica del cuerpo de agua que drena los terrenos adyacentes. En algunos casos, generalmente debido a variaciones bioclimáticas, este tipo de bosque traza mosaicos con formaciones de sabanas, como ocurre a lo largo de los ríos Caura, Cuchivero y Suapure (Rosales 2003).

Presentan diversidad en su estructura, pudiendo tener dos o tres estratos y un dosel que varía entre 3 y 40 m de altura (Huber & Alarcón 1988, Huber 1995c, Rosales *et al.* 1997, Rosales *et al.* 2003, CVG-Edelca 2004, Fernández *et al.* 2007). Con frecuencia están sometidos a regímenes de inundación, en cuyo caso suelen ser de menor heterogeneidad florística y menor altura de dosel que los no inundables (Salamanca 1983, Huber & Alarcón 1988, Huber & Riina 1997). Por ejemplo, al sur de Venezuela los bosques ribereños sometidos a inundación alcanzan de 15 a 20 m, mientras que los no inundables tienen desde 20 hasta 25 m de altura y árboles emergentes de 30 a 40 m. En el caso de bosques ribereños inundables, el sotobosque es ralo o relativamente poco denso (Rosales *et al.* 1997).

Debido a la diversidad bioclimática, geológica e hidrológica de las cuencas hidrográficas de Venezuela, los bosques ribereños ubicados en diferentes regiones pueden ser muy distintos entre sí. Se puede encontrar desde bosques ribereños que pierden todas las hojas en la época seca (caducifolios) hasta aquéllos que permanecen con follaje durante todo el año (siempreverdes), y que además ocupan una gran variedad de altitudes (Huber & Alarcón 1988, Rosales 2003).

Uno de los tipos de bosque ribereño es el que se constituye en bosques de galería (Rosales 2003). Presentan un sólo estrato de árboles siempreverdes y crecen a orillas de los cursos de agua, tanto en zonas de vegetación baja (sabanas) como dentro de las masas boscosas (MARNR 1982). Sin embargo, algunos autores reservan el término “bosque de galería” a los bosques ribereños que se encuentran en un paisaje de sabana, rodeados por vegetación de menor porte (Rosales 2003).

Los bosques de galería del río Caura han sido objeto de numerosas investigaciones, donde se demuestra que la distribución de sus especies características (provenientes principalmente de las familias Fabaceae, Caesalpiniaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Arecaceae, Burseraceae, Moraceae y Chrysobalanaceae), guarda estrecha relación con el gradiente de humedad del suelo y el nivel de inundación estacional (Briceño *et al.* 1997, Rosales *et al.* 1997). También comparten especies con otras formaciones boscosas contiguas y con bosques ribereños en otras regiones del país. Por ejemplo, algunas especies de las familias Fabaceae, Mimosaceae y Caesalpiniaceae, también están presentes en bosques ribereños del norte de Venezuela, donde además hay numerosas plantas de otras familias como Bignoniaceae y Sapindaceae (Guerra & Pietrangeli 2007, Calzadilla & Lárez 2008).



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	5.708	3.622
Anzoátegui	8.904	12.747
Apure	18.001	17.842
Aragua	0	27
Barinas	8.782	5.024
Bolívar	8.505	8.560
Cojedes	2.287	1.222
Delta Amacuro	0	639
Falcón	0	65
Guárico	12.022	10.839
Monagas	1.448	2.189
Portuguesa	5.273	2.423
Trujillo	0	118
Zulia	0	1.390
Total	70.931	66.707

Tabla 1. Superficie estimada para los bosques ribereños en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 2. Bosque ribereño llanero, río Guaritico, estado Apure. César Molina





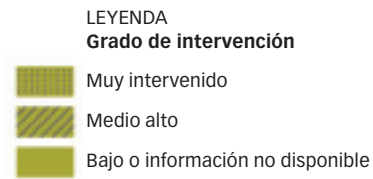
Foto 3. Bosques ribereños inundables, Orinoco medio, Reserva de Fauna Silvestre Tortuga Arrau. César Molina

Pero los bosques ribereños no están ubicados solamente a lo largo del curso de grandes ríos como el Caura. Hay pequeñas zonas con estas formaciones en las sabanas de Caracas y el Litoral Central (**Foto 1**), en las llanuras bajas del alto Orinoco y en las altiplanicies tepuyanas. También existen en zonas intermedias, como la depresión del lago de Maracaibo, la depresión de Unare o la parte superior del delta del Orinoco, donde son un elemento prominente del paisaje (Rosales 2003). No obstante, las zonas más importantes y más conocidas por la presencia de bosques ribereños son los llanos (**Foto 2**), la Gran Sabana y otras áreas del Escudo Guayanés (**Fotos 3 a 5**) (Rosales 2003).

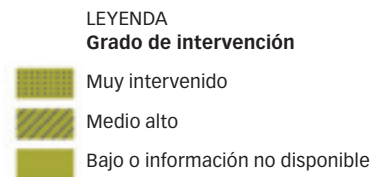
Distribución

La distribución de los bosques ribereños está claramente asociada a la red hidrográfica nacional. De acuerdo al análisis de imágenes de satélite, su superficie en 2010 era aproximadamente de 66.707 km², equivalente a 7% del territorio continental de Venezuela (**Figura 1, Tabla 1**). En la subregión de los Llanos (B2) los bosques ribereños resultan más conspicuos. La vegetación que los rodea, más seca y de menor porte, proporciona un mayor contraste en las imágenes de satélite. Extensiones importantes de esta formación se encuentran también al sur del país (**Figura 1, Tabla 1**).

a) Distribución 1988¹



b) Distribución 2010²



c) Grado de amenaza 2010

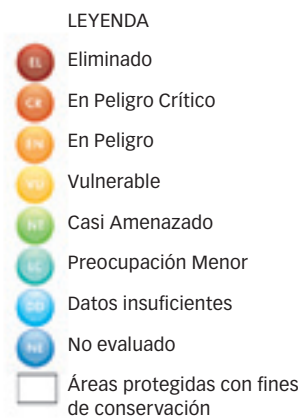


Figura 1. Distribución y grado de amenaza de los bosques ribereños en Venezuela. Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Situación

Entre 1988 y 2010, particularmente en Barinas y Portuguesa, la distribución de los bosques ribereños se redujo (**Figura 1a y 1b, Tabla 1**). Sin embargo, tanto la contracción observada en Amazonas como la expansión detectada en Anzoátegui, Aragua, Delta Amacuro, Falcón, Monagas, Trujillo y Zulia, se debe a diferencias metodológicas en la delimitación de las unidades en 1988 y 2010. Aunque no se pudo cuantificar de manera inequívoca la disminución de los bosques ribereños para todo el país, fue posible determinar un aumento significativo del grado de intervención, que pasó de 3% a 5% a nivel nacional, a un estimado de entre 85% y 90% para el total de su superficie. Adicionalmente, la intensidad de la intervención de los bosques ribereños remanentes fue muy alta (36%), es decir, más de un tercio fue convertido a áreas intervenidas. En consecuencia, en el ámbito nacional califican Vulnerable (VU), según el criterio A4(c1).

Los bosques ribereños están presentes en 14 estados, predominantemente en las cuencas del río Orinoco y el lago de Maracaibo. Barinas, Cojedes y Portuguesa son los estados con mayores niveles de riesgo, aunque todos los bosques ribereños del norte del país se encuentran En Peligro (EN) o En Peligro Crítico (CR) [**Tabla 2**]. Si el análisis considerase una serie histórica más larga, probablemente se revelaría un riesgo de eliminación aún mayor. Por ejemplo, aunque Steyermark (1977) indicó que los bosques de galería en los estados Apure y Barinas, asociados a los ríos Apure, Arauca, Capanaparo, Cinaruco, Meta y Sarare, originalmente cubrían millones de hectáreas, ya para esa fecha se habían reducido sustancialmente. Los bosques de Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro se encuentran en mejor estado de conservación, y se clasifican como Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT) y Vulnerable (VU), respectivamente.

Amenazas

Los bosques ribereños son afectados directamente por amenazas a los ambientes terrestres y a los acuáticos. Han sido transformados por incendios y sobrepastoreo en las sabanas adyacentes, tala para la creación de conucos y expansión de la frontera agrícola mecanizada. La contaminación de los cuerpos de agua modifica su carga de nutrientes y altera la composición de especies de flora y fauna. La canalización de ríos, la construcción de represas y la minería alteran la dinámica hidrológica de los ríos, con el consecuente impacto sobre la vegetación ribereña (Rosales 2003, Rosales *et al.* 2003).

Refiriéndose a Apure y Barinas, Steyermark (1977) alertaba sobre la construcción de obras de drenaje de gran magnitud que podrían destruir las comunidades a lo largo de los cursos de los ríos, y secar las ciénagas y los esteros. Señalaba también que los bosques ribereños de las reservas forestales de San Camilo y Ticoporo estaban amenazados, ya que una parte había sido eliminada para la implantación de conucos. Por su parte, Calzadilla y Lárez (2008) identificaron como los principales causantes de la degradación de los bosques en Monagas, el fuego, la agricultura y la extracción no sustentable de madera. De manera similar, los bosques ribereños de Zulia han sido prácticamente eliminados por la expansión agropecuaria y la extracción de madera



Foto 4. Bosques ribereños inundables, río Orinoco a la altura de Puerto Ayacucho, Monumento Natural Piedra de La Tortuga, estado Amazonas. César Molina



Foto 5. Bosques ribereños, estado Bolívar. Rebecca Miller



Foto 6. Extracción de madera de samán, orillas del río Palmar, estado Zulia. Giuseppe Colonnello

y el desarrollo de la industria petrolera. Un ejemplo representativo son los bosques asociados a los ríos Palmar y Socuy, severamente intervenidos por actividades humanas (Fernández *et al* 2007, Guerra & Pietrangeli 2007) [Foto 6].

Al sur de Venezuela, aunque a menor escala que en los estados del norte, las amenazas principales son la deforestación y la minería (Foto 7). Por ejemplo, en el Delta del Orinoco los indígenas warao y en el Caura la etnia Ye'kwana, dependen del bosque ribereño y algunas de sus prácticas de subsistencia están asociadas a la deforestación. Para estas comunidades, el bosque es proveedor de plantas básicas de su régimen de alimentación, así como recurso primordial para la elaboración tradicional de sus medicinas, para la obtención de combustible o leña, para la confección de sus instrumentos musicales y herramientas de recolección, caza o pesca, para la construcción de viviendas y curiaras, y para la producción de artesanía comercial y utilitaria. A estas prácticas ancestrales se suma la de los cultivos en la modalidad de conucos (Rosales *et al.* 1997).

Conservación

Los bosques ribereños conforman corredores ecológicos que posibilitan la dispersión de organismos y su intercambio genético, proporcionan energía y nutrientes para peces, aves y mamíferos, y actúan como refugios de flora y fauna silvestre en paisajes caracterizados por una dinámica de cambios frecuentes (Rosales *et al.* 1997, Rosales 2003, Rodríguez & Rosales 2008). En muchos casos son más productivos en biomasa vegetal y animal que los ecosistemas adyacentes, por lo que proporcionan recursos imprescindibles para las comunidades cercanas (Acosta *et al.* 2008). Son ecosistemas cruciales en lo que respecta a la regulación climática y agentes activos de la calidad del agua, además de prevenir la erosión y estabilizar sedimentos (Rosales *et al.* 1997, Rosales *et al.* 2003).

Aproximadamente 8% de los bosques ribereños se encuentra en los parques nacionales Cinaruco-Capanaparo y Aguaro-Guariquito, y en el monumento natural de los Tepuyes (por ejemplo, en cerro Morrocoy y macizo Cuao-Sipapo) (Figura 1c). Amparados por figuras de protección destinadas al manejo o en reserva para uso futuro, se encuentra aproximadamente 9% de estas formaciones, primordialmente en reservas forestales, de las que se sabe que son poco efectivas en la prevención de actividades ilegales como la deforestación por



Foto 7. Bosque ribereño clareado por actividades de pobladores locales, sur del Orinoco. Rebecca Miller

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4	C2
Amazonas	(*)	LC	
Anzoátegui	(*)	EN	
Apure	LC	EN	
Aragua	(*)	EN	EN
Barinas	CR	EN	
Bolívar	LC	NT	
Cojedes	CR	EN	VU
Delta Amacuro	(*)	VU	VU
Falcón	(*)	VU	EN
Guárico	NT	EN	
Monagas	(*)	EN	NT
Portuguesa	CR	EN	NT
Trujillo	(*)	EN	EN
Zulia	(*)	EN	VU

colonos agrarios y la minería (Veillón 1977, Catalán 1993, López *et al.* 1996, Bevilacqua *et al.* 2006b). La cuenca del río Caura, catalogada como un área prioritaria para la conservación, es abarcada prácticamente en su totalidad por una reserva forestal (Huber & Foster 2003).

La legislación ambiental venezolana no contempla estrategias suficientes para la protección de los bosques ribereños. El Decreto 2.220 (Venezuela 1992) sobre las normas para regular las actividades capaces de provocar cambios de flujo, obstrucción de cauces y problemas de sedimentación, ha tenido un impacto limitado en la protección de los bosques de galería, debido a que en muchos casos el ancho estipulado de las franjas de protección es insuficiente (Rosales 2003).

Tabla 2. Evaluación del grado de amenaza de los bosques deciduos en Venezuela.

Nota: ¹ Rodríguez *et al.* (vid. supra, cap. II)

ARBUSTALES SIEMPREVERDES PER SE



Foto 1. Arbustales siempreverdes esclerófilos, Parque Nacional Yapacana, estado Amazonas. Otto Huber



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	296	4.396
Bolívar	1.670	5.738
Total	1.966	10.134

Tabla 1. Superficie estimada para los bosques ribereños en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Descripción

Los arbustales siempreverdes *per se* son un subtipo de la categoría arbustales siempreverdes. Se trata de una comunidad vegetal con predominio de plantas arbustivas que no exceden los 5 m de altura, asociadas a ambientes húmedos (precipitación anual > 1.400 mm), macrotérmicos (> 24°C) y submesotérmicos (18-24°C). Sus elementos arbustivos se caracterizan porque la sustitución de la masa foliar ocurre gradualmente a lo largo del año, de manera que los arbustos nunca están desprovistos de hojas y sólo una fracción las pierde durante los meses más secos. Su existencia como comunidad natural fue reconocida recientemente en la cartografía vegetal (Huber 1995c, Riina & Huber 2003).

En las tierras bajas y medias de Guayana son comunidades conformadas por plantas con hojas predominantemente coriáceas (gruesas y rígidas), por lo que reciben el nombre de arbustales esclerófilos siempreverdes (**Foto 1**) [Huber & Alarcón 1988, Huber 1995c]. Entre sus especies más comunes se encuentran: *Humiria balsamifera*, *Illex divaricata*, *Emmotum glabrum*, *Pradosia schomburgkiana*, *Ormosia macrophylla*, *Calliandra tsugoides*, *Biophytum* sp., *Euphonia guianensis*, *Bonyunia minor*, *Ternstroemia pungens*, *T. crassifolia*,

Thibaudia nutans y *Gongylolepis benthamiana*. La composición florística y los endemismos de esta unidad vegetal varían entre las diferentes localidades, e incluyen un género endémico (*Pentamerista*) de una familia (Tetrameristaceae) considerada originalmente como exclusiva del sureste asiático (**Foto 2**) [Maguire *et al.* 1972, Huber & Alarcón 1988].

Distribución

A la escala del análisis de esta investigación, los arbustales siempreverdes *per se* ocupan aproximadamente 10.134 km² o ligeramente más de 1% de la superficie terrestre continental de Venezuela. Su mayor extensión la alcanza en Amazonas, pero también están presentes en Bolívar (**Figura 1, Tabla 1**). Al sureste de Bolívar, entre 800 y 1.500 m, se localizan en la altiplanicie de la Gran Sabana (**Foto 3**), donde crecen sobre sustratos rocosos de arenisca y en algunas ocasiones sobre arena blanca profunda de origen fluvial. También se observan en la base del Guaiquinima (unidad de paisaje D74, **Foto 4**) y en la región del río Caroní medio (Huber 1995a, Huber & Riina 1997). En Amazonas se ubican principalmente en zonas inundables de la penillanura de los ríos Ventuari y Casiquiare (unidad de paisaje B5, **Foto 5**), entremezclados con herbazales sobre arena blanca (*vid. supra*, cap. I: Figura 9).

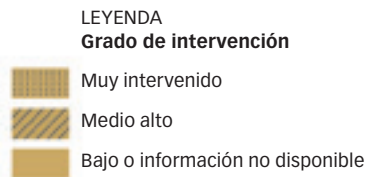
Situación

Los estimados de superficie de los arbustales siempreverdes *per se* de 1988 y 2010 difieren de manera sustancial (**Figura 1, Tabla 1**). Esto se debe principalmente a la disponibilidad de imágenes satelitales nuevas y a métodos de interpretación mejorados. Sin embargo, aún es necesario realizar otros estudios de verificación en campo para optimizar la delimitación de las unidades y profundizar el conocimiento de su historia natural. Por lo tanto, los análisis sobre el nivel de amenaza se restringen a los datos de 2010.

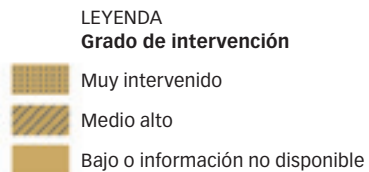


Foto 2. *Pentamerista neotropica*, género y especie endémicos de los arbustales siempreverdes esclerófilos, estado Amazonas. Otto Huber

a) Distribución 1988¹



b) Distribución 2010²



c) Grado de amenaza 2010

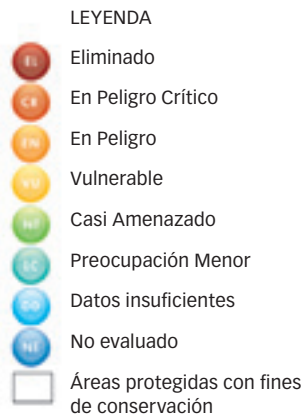
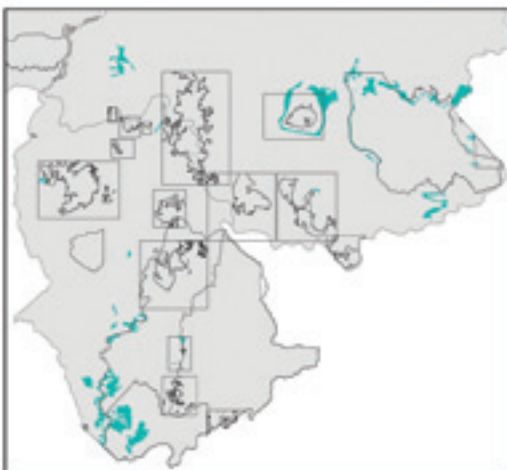


Figura 1. Distribución y grado de amenaza de los arbustales siempreverdes *per se* en Venezuela.
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 3. **Arbustal esclerófilo (vista aérea), Gran Sabana, estado Bolívar.** Otto Huber



Foto 4. **Arbustal siempreverde denso, sección sur del cerro Guaiquinima, estado Bolívar.** Otto Huber



Foto 5. **Arbustales esclerófilos sobre arena blanca (alineados en relación con la disponibilidad hídrica de los suelos), río Yagua, estado Amazonas.** Otto Huber

Tanto en el ámbito nacional como estatal los arbustales siempreverdes *per se* califican en Preocupación Menor (LC), al no alcanzar los umbrales mínimos de pérdida de funcionalidad ecológica o tamaño de fragmento de los criterios A4 y C2, respectivamente (**Figura 1c**). Sin embargo, en 2010 se reconoce un nivel de intervención de bajo a medio en los dos estados (**Figura 1c**): en un área de 30% de su superficie en Amazonas y 55% en Bolívar. Aunque las modificaciones antrópicas de estos arbustales son relativamente recientes, es importante monitorizarlas para prevenir que alcancen niveles de riesgo superiores (Huber 1995b).

Amenazas

Los arbustales presentes en la cuenca del Caroní se encuentran entre las formaciones vegetales más susceptibles a la intervención humana, debido al incremento de los incendios, la tala y la pérdida de suelos por la actividad minera (Huber 1995b, Huber & Foster 2003, Corrales 2004). La altiplanicie de la Gran Sabana es una zona que presenta un alto riesgo de incendio, atribuido primordialmente a la acción premeditada de las comunidades locales (Huber, 1995b, Corrales 2004). Sin embargo, es posible que el control del impacto negativo del fuego requiera el fortalecimiento de las prácticas ancestrales que lo emplean como una herramienta controlada de manejo ecosistémico (Rodríguez 2004, Rodríguez & Sletto 2009). La extracción de la marantácea *Ischnosiphon obliquus* (yarumo rojo) para obtener su fibra, y que es empleada en la elaboración de artesanía, constituye una amenaza para los arbustales de la Gran Sabana (Huber & Foster 2003). Por otra parte, tanto en Bolívar como en Amazonas la actividad minera no controlada ha generado impactos considerables sobre esta formación vegetal. Ejemplos representativos son los arbustales que rodean el cerro Guaiquinima y los ubicados al sur de la Gran Sabana, donde la acción conjunta de la minería y el crecimiento de los asentamientos humanos asociados, suscitan los más importantes procesos transformadores del paisaje. En Amazonas la destrucción por quemaduras recurrentes es una de las principales amenazas para su permanencia (**Foto 6**).

Conservación

Aproximadamente 50% de los arbustales siempreverdes *per se* está contenido en áreas protegidas de conservación (**Figura 1c**), como el parque nacional Canaima, el monumento natural Tepuyes (Guaiquinima) y la reserva de biosfera Alto Orinoco. Otro 13% de la unidad se encuentra en ABRAE de diferentes tipos, como zonas protectoras de cuenca y la reserva forestal de Imataca. Sin embargo, en función de los patrones espaciales de intervención detectados en esta investigación, la presencia de arbustales en áreas protegidas no es suficiente para evitar su degradación. Es necesario generar propuestas innovadoras de seguimiento y control de la deforestación sustentadas en la participación preponderante de las comunidades locales, con miras a prevenir que los arbustales siempreverdes *per se* pasen a engrosar la lista de ambientes amenazados.



Foto 6. Arbustal esclerófilo quemado (al fondo, después del herbazal). El color grisáceo indica al menos dos años de su quema, caño Yagua, estado Amazonas. Otto Huber

ARBUSTALES ESPINOSOS



Foto 1. **Cardonal en Tierra Negra, estado Mérida.**
Mariana Hernández-Montilla



Foto 2. **Cardonal litoral, isla Los Frailes, Dependencias Federales.** María José Chávez



Foto 3. **Arbustal espinoso dominado por leguminosas, península de Macanao, isla de Margarita.** Franklin Rojas-Suárez

Descripción

Los arbustales espinosos son comunidades vegetales cuya composición florística está conformada por cactáceas, arbustos y arbolitos bajos (usualmente <5 m de alto), la mayoría provistos con espinas (Huber & Alarcón 1988). A lo largo de su distribución en Venezuela, se encuentran en un gradiente que abarca desde áreas dominadas estrictamente por cactáceas que reciben el nombre de cardonal (**Fotos 1 y 2**), hasta otras donde predominan especies de leguminosas con espinas (e.g. *Prosopis* sp.) señaladas como espinar (**Fotos 3 y 4**). La condición más frecuente en estas comunidades vegetales es una mezcla de espinares y cardonales (**Fotos 5 y 6**), que pueden tener zonas con suelos relativamente desprovistos de vegetación (**Fotos 1, 2 y 5**). Un subtipo de esta formación vegetal son los arbustales litorales (**Foto 3**), que se diferencian principalmente por su ubicación en las zonas costeras y por la presencia de especies con mayor tolerancia a la concentración de sales y, en algunos casos, a una menor disponibilidad de agua. La composición de especies a lo largo de la distribución de los arbustales espinosos responde a la disponibilidad de agua, tipos de suelo y salinidad, entre otros aspectos ambientales. Esta formación se desarrolla en ambientes secos o muy secos con temperaturas anuales superiores a los 24°C (macrotérmicos) y generalmente con una pluviosidad anual inferior a los 600 mm, con algunas excepciones.

Los arbustales espinosos se caracterizan por tener un estrato superior, cuyo dosel asciende hasta 3 y 6 m de altura y puede mostrar diferentes grados de apertura. Está constituido principalmente por mimosáceas, cesalpináceas y caparidáceas de los géneros *Prosopis*, *Acacia*, *Cercidium* y *Capparis*. Se observan cactáceas columnares emergentes, de los géneros *Stenocereus*, *Subpilocereus* y *Pilosocereus*, que alcanzan entre 6 y 8 m de altura. En el estrato intermedio, entre 0,5 y 2 m, destacan especies de los géneros *Croton*, *Opuntia*, *Jatropha* y *Cnidoscolus*. En el estrato inferior se encuentran plantas herbáceas de los géneros *Lantana*, *Digitaria*, *Evolvulus*, *Sida*, *Sporobolus* y cactáceas de los géneros *Opuntia*, *Mammillaria* y *Melocactus* (Soriano & Ruiz 2003, Fernández et al. 2007).

Los arbustales litorales suelen estar conformados por arbustos de 1 a 2 m de altura en grupos densos, formando barreras contra el viento, evitando la erosión eólica de los suelos. En ellos predominan especies como el salcedo (*Suriana maritima*), con flores amarillas, el romerillo (*Heliotropium gnaphalodes*), de flores blancas, la garrapata de playa (*Caesalpinia bonduc*), de flores amarillas y una especie de cariaquito con flores violeta (*Lantana involucrata*), poco común en Venezuela. Las gramíneas presentes en el área sirven como fijadoras de las dunas de arena, en especial la saladilla (*Sporobolus virginicus*) y la grama (*Paspalum vaginatum*) [Steyermark 1994]. En las zonas más secas es posible encontrar varias especies de cactus, como la flor de baile (*Epiphyllum*



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Anzoátegui	52	428
Aragua	275	233
Dependencias Federales	728	725
Falcón	10.071	8.422
Lara	6.636	4.223
Mérida	275	1.164
Miranda	494	204
Nueva Esparta	625	492
Sucre	2.030	861
Táchira	401	429
Trujillo	90	1.461
Vargas	144	32
Yaracuy	0	65
Zulia	3.351	1.558
Total	25.172	20.297

Tabla 1. Superficie estimada para los arbustales espinosos en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 4. Espinar con cuji (*Prosopis juliflora*) en época de lluvias, valle del río Tocuyo, estado Lara. Otto Huber

hookeri), la trepadora pitahaya (*Hylocereus lemairei*) y el cardón de guanajo (*Pilosocereus moritzianus*), de tallo erecto ramificado que puede alcanzar 5 m de alto (Steyermark 1994).

Distribución

Los arbustales espinosos (incluyendo los litorales) están distribuidos en la zona costera desde La Goajira hasta el golfo de Cariaco, en varias de las Dependencias Federales, en la cordillera de los Andes y en la altiplanicie de Barquisimeto, que incluye a Lara y Falcón (**Figura 1**). De acuerdo con Matteucci (1986), su distribución responde a diferentes causas dependiendo de su ubicación geográfica. En las costas orientadas en dirección este-oeste se asocia a la interacción entre la topografía y el aire fresco del mar Caribe, mientras que en los Andes y la zona de Barquisimeto y Falcón, se asocia más con su ubicación en la sombra de lluvia de las montañas. Se trata de una distribución fragmentada, en particular en la región fisiográfica de montañas.

La superficie ocupada por esta formación es de aproximadamente 20.300 km² (**Tabla 1**), lo que representa 2% del territorio nacional. Los dos estados con mayor representación de arbustales espinosos son Falcón y Lara, en orden decreciente (**Figura 1** y **Tabla 1**).

Desde el punto de vista de las unidades de paisajes, esta formación se concentra en la subregión Sistema de colinas y tierras bajas Lara-Falcón (C1), en la región A, de costas e islas, así como en la subregión Depresión de Maracaibo (B1), la subregión Cordillera de Los Andes (D2) y en menor proporción, en dos sectores de las subregiones Cordillera de la Costa Central (D43) y Oriental (D51) [*vid. supra*, cap. I: Figura 9].



Foto 5. Arbustales espinosos (médanos al fondo), Tapuri, camino hacia Castillete, península de La Goajira, estado Zulia. María Gabriela Montiel-Villalobos

a) Distribución 1988¹
Occidente



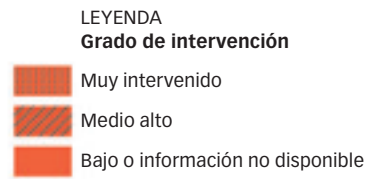
b) Distribución 2010²
Occidente



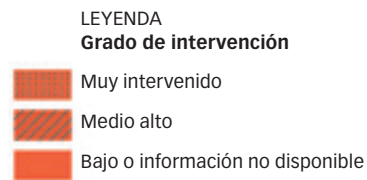
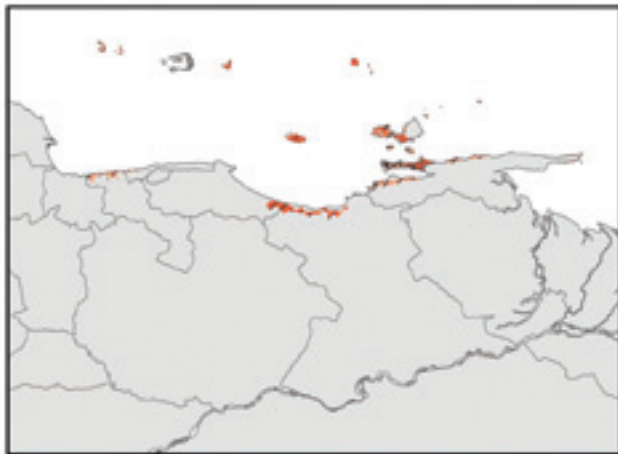
c) Grado de amenaza 2010
Occidente



Centro-este



Centro-este



Centro-este

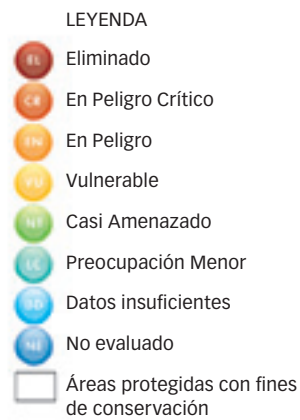
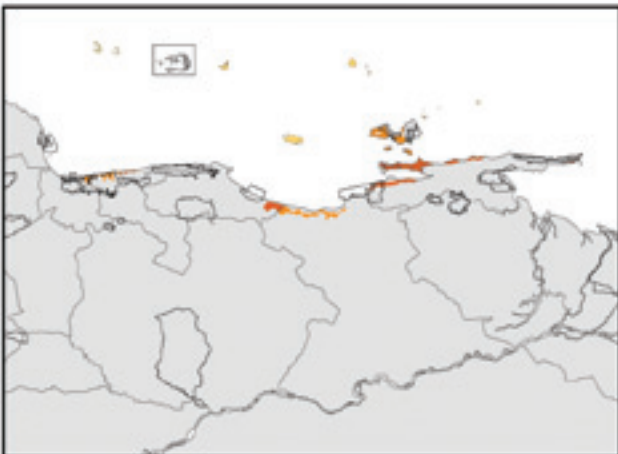


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los arbustales espinosos en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4	C2
Anzoátegui	-	EN	EN
Aragua	LC	VU	EN
DF	LC	VU	VU
Falcón	VU	EN	LC
Lara	CR	VU	LC
Mérida	-	EN	VU
Miranda	CR	VU	EN
Nueva Esparta	EN	VU	EN
Sucre	CR	VU	VU
Táchira	-	EN	EN
Trujillo	-	EN	VU
Vargas	CR	VU	EN
Yaracuy	-	EN	EN
Zulia	EN	VU	VU

Tabla 2. Evaluación del grado de amenaza de los arbustales espinosos en Venezuela.

Nota: ¹ Rodríguez et al. (vid. supra, cap. II)



Foto 6. Interior del arbustal espinoso, isla Fraile Grande (sotavento), archipiélago Los Frailes. Oscar Lasso-Alcalá

Situación

El análisis de los arbustales espinosos requiere considerar dos aspectos. El primero es que en 1988 los arbustales litorales se manejaron, en algunas localidades, en forma conjunta con los herbazales litorales (Huber & Alarcón 1988). Esto tiene sentido por tratarse, en muchos casos, de representaciones con muy poca superficie sobre la línea de costa (Matteucci 1986), por lo que resulta muy difícil separarlos a la escala de 1:2.000.000, a la cual se realizó el citado trabajo. El segundo aspecto es que para ese momento (1988), los arbustales espinosos de la cordillera de los Andes fueron considerados, en parte, como matorrales xerófilos, y para efectos comparativos y atendiendo a lo descrito en la literatura se les clasificó como arbustales espinosos (Matteucci 1986, Soriano & Ruiz 2003). Tomando en cuenta estos elementos, además de la muy baja representación de la formación herbazal litoral, los análisis consideraron como arbustales espinosos a lo reconocido directamente bajo esa denominación, a los arbustales litorales y a la modalidad conjunta de herbazales y arbustales litorales.

La extensión de arbustales espinosos estimada para Venezuela en 2010 muestra una reducción de 19% con respecto a 1988 (Tabla 1, Figura 1a y 1b). Los estados Falcón y Lara son los que presentan la disminución más notable. En otros casos se evidencian las diferencias relacionadas con las técnicas empleadas para identificar las formaciones, así como la aparición de nueva información. La reducción experimentada en la mayoría de los lugares, de acuerdo con la interpretación de las imágenes de satélite, la literatura revisada y el conocimiento de campo existente, guarda relación con su transformación completa en áreas intervenidas y en especial con la expansión de las áreas urbanas y centros poblados, el crecimiento de las actividades agropecuarias asociadas a zonas áridas o semi-áridas y las actividades de minería para la extracción de materiales de construcción.

Con respecto al grado de intervención, para 2010 se reconoce que alrededor de 90% de la superficie ocupada por arbustales espinosos tiene algún nivel de modificación, y alrededor de 43% del total de la distribución, muestra intervalos de intervención de altos a muy altos (Figura 1b). Considerando el criterio A3, y suponiendo un proceso similar al ocurrido entre 1988 y 2010, los arbustales espinosos en Venezuela se encuentran En Peligro (EN). Si se considera la alteración del ecosistema conducente a una reducción de sus funciones ecológicas bajo el criterio A4, estos arbustales se encuentran también En Peligro (EN).

Al aumentar la escala del análisis, e ir a nivel de estados, el grado de amenaza varía dependiendo de los criterios considerados y, por supuesto, de la unidad evaluada.

En la **Tabla 2** se observan las diferencias y en la **Figura 1c** el grado de amenaza síntesis que corresponde a cada estado. En esta evaluación se aplicó el principio precautorio del *Convenio sobre Diversidad Biológica* y se seleccionó aquél que reflejara el mayor riesgo. Como se aprecia en la **Figura 1c**, los arbustales espinosos se encuentran bajo amenaza en todos los estados del país. En algunos casos, como en Lara, la tasa de cambio es tan elevada que a pesar de su extensión, el ecosistema califica En Peligro Crítico (CR).

Para 1986, Matteucci reportaba que las zonas áridas y semiáridas venezolanas ocupaban 41.023 km², lo que representa 5% del territorio nacional. Sin embargo, este dato se refiere a áreas definidas por su régimen climático, no así a la formación vegetal específica de los arbustales espinosos. Es decir, en las zonas áridas y semiáridas están presentes diferentes tipos de formaciones vegetales, no sólo los arbustales espinosos.

Amenazas

Este tipo de ambiente, asociado a condiciones de aridez y a baja estabilidad y capacidad de carga por la simplicidad en su estructura, ha tenido escasa atención y sujeto por años a fuerte modificación antrópica. La cría de ganado caprino (**Foto 7**) desde tiempos coloniales en tierra firme y recientemente en las islas (**Foto 8**) es la principal actividad de producción en estas zonas (Matteucci 1986). Esta práctica ha incidido en la aceleración de la pérdida del suelo, cuya naturaleza es altamente susceptible. La extracción de madera a partir de especies como el cardón (*Subpilocereus repandus*), el cují (*Prosopis juliflora*), la vera (*Bulnesia arborea*), la mora (*Maclura tinctoria*), el dividive (*Caesalpinia coriaria*) y el palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) ha ocasionado degradación y pérdida de cobertura vegetal (Matteucci 1986) [**Foto 9**]. Este mismo efecto ha sido causado

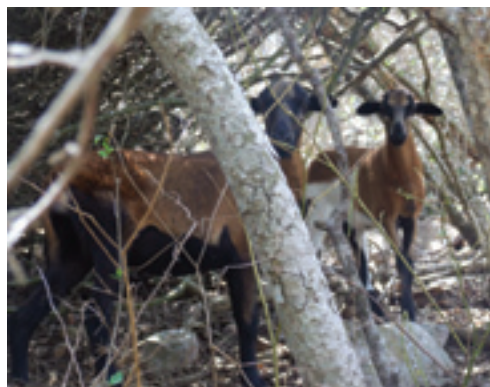


Foto 8. **Ganado caprino, archipiélago Los Frailes, Dependencias Federales.**
Oscar Lasso-Alcalá



Foto 9. **Arbustal espinoso con extracción de especies vegetales, isla Los Frailes.**
Oscar Lasso-Alcalá



Foto 7. **Ganado caprino, carretera perimetral de la península de Paraguaná.** Ángela Martino

por la minería a cielo abierto (**Foto 10**) [Fajardo 2007]. Adicionalmente, es frecuente su uso como zonas de disposición de desechos (**Fotos 11 y 12**) y son evidentes los desarrollos urbanísticos (**Foto 13**) poco planificados, con fines recreativos y vacacionales (Soriano & Ruiz 2003). La edificación de infraestructura de gran escala y sus servicios conexos constituyen la principal amenaza en la región de la cordillera de la Costa Central (Matteucci 1986). El alto nivel de intervención para los arbustales espinosos es una condición reportada por diferentes autores (Matteucci 1986, Matteucci 1987, Soriano & Ruiz 2003, Fajardo *et al.* 2005, Fajardo 2007, Fernández *et al.* 2007).

En el caso de la isla de Margarita, los arbustales espinosos han sufrido un impacto asociado a la explotación de arena a cielo abierto (**Foto 10**), agravado por tratarse de ecosistemas insulares ya de por sí restringidos. El deterioro ambiental de esta actividad ha sido selectivo, afectando principalmente los cauces de los ríos



Foto 10. **Arbustales espinosos con extracción de arena a cielo abierto, península de Macanao, isla de Margarita.**
Laurie Fajardo



Foto 11. **Disposición de desechos, Piedras negras, península de Paraguaná, estado Falcón.** Ángela Martino



Foto 12. **Disposición de desechos, isla Los Frailes.**
Oscar Lasso-Alcalá



Foto 13. **Arbustales espinosos litorales con desarrollos turísticos, cordillera de la Costa Central.**
Giuseppe Colonnello

y quebradas (que permanecen secas la mayor parte del año), donde se desarrollan las especies arbóreas más importantes como *Bulnesia arborea* (Fajardo 2007). La destrucción ambiental es evidente en la diversidad de fauna, con varias poblaciones en situación crítica, incluyendo el venado endémico (*Odocoileus margaritae*) y la cotorra margariteña (*Amazona barbadensis*), Ave Regional del Estado Nueva Esparta (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

Conservación

En la actualidad, el porcentaje de esta formación que se encuentra en áreas protegidas de conservación corresponde a 5% de su superficie (**Figura 1c**), con un 19% adicional en áreas protegidas de manejo. Específicamente en parques nacionales, las mayores proporciones resguardadas se encuentran en el PN Médanos de Coro (Falcón) y el PN Dinira en el estado Lara (Soriano & Ruiz 2003). Considerando que esta formación representa sólo un poco más de 2% del territorio nacional, es evidente de que se trata de una de las formaciones con menor representación en el sistema de áreas protegidas de Venezuela. En atención al grado de amenaza que enfrentan los arbustales espinosos a nivel nacional y estatal es necesario concertar medidas urgentes para su conservación, en especial cuando se tiene en cuenta que estos ambientes sustentan grupos muy específicos de especies por sus características físicas (abióticas). De lo contrario estos ecosistemas estarán condenados a la pérdida de sus funciones ecológicas en el corto y mediano plazo.

En 1998 el Estado venezolano firmó y adoptó como ley el Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por Sequía Grave o Desertificación (1994), lo que obliga a proteger estos ecosistemas (G.O.E. N° 5.239 del 23/06/ 1998). En ese sentido han tenido lugar algunas iniciativas que buscan identificar las áreas prioritarias para conservación y restauración a nivel nacional (Riveros-Caballero *et al.* 2007, Oliveira-Miranda *et al.* 2010).

ARBUSTALES RIBEREÑOS



Foto 1. **Arbustales ribereños asociados a ríos de aguas negras naturales, estado Amazonas.** Pedro Uviedo

Descripción

Por su estrecha relación ecológica, en esta formación se incluyen dos tipos de vegetación: los arbustales ribereños *sensu lato* y los bosques bajos inundables, conocidos en Brasil como “igapó”. Están integrados por arbustos de medios a altos y árboles bajos siempreverdes, inundados de seis a ocho meses al año. Se restringen a las tierras bajas del estado Amazonas, a menos de 400 m y en asociación con cursos de aguas negras naturales (**Foto 1**). En la penillanura del Casiquiare se distingue un tipo particular de arbustal ribereño, dominado por agrupaciones de palo de boya (*Malouetia* spp.) [**Foto 2**], conocido localmente como “boyal” (Huber 1995a, 1995c).

Los arbustales ribereños están integrados por un elevado número de plantas adaptadas a los regímenes de inundación prolongada y registran una alta proporción de endemismos. Destacan especies de las familias Ochnaceae, Melastamotaceae, Myrtaceae y Apocynaceae (Huber 1995b) [**Foto 3**]. En algunas localidades los arbustales ribereños están prácticamente sumergidos bajo agua, sobresaliendo sólo las ramas más altas de las copas (**Foto 4**). La variación en altura del nivel de agua durante el año puede ser de hasta 4 m (Huber 1995c).



Foto 2. Arbustal ribereño creciendo en aguas negras naturales, cuenca del Casiquiare, estado Amazonas. Pedro Uviedo

Distribución

Se encuentran en la sección suroeste del estado Amazonas (Figura 1), en las cuencas de los ríos Atabapo-Guainía, Casiquiare y Río Negro. Representan 1% de la superficie de Venezuela, con una extensión de 12.017 km². Conforman pequeños parches que crecen en suelos podzólicos arenosos estacionalmente inundables (Huber 1995c, Huber & Riina 1997). En las imágenes de radar tienen una respuesta característica (Figura 2) que permitió identificarlos en este estudio, aunque no fuesen visibles mediante imágenes de satélite. El estimado de su superficie en 1988 fue solamente de 1.693 km² (Figura 1). El aumento a más de 12.000 km² en 2010 se debe a la utilización de imágenes de radar capaces de detectar el tipo de suelo sobre el que crece esta formación, que no estaban disponibles para 1988.

Situación

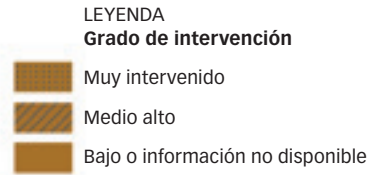
De acuerdo al criterio C2, tanto a escala nacional como estatal califican en Preocupación Menor (LC). Aunque los análisis realizados en 1988 no detectaron ninguna perturbación (lo cual podría deberse a limitaciones metodológicas), en 2010 se estima que aproximadamente 40% presenta intervenciones bajas, medias o de intensidad mayor. Este nivel de perturbación relativamente bajo ofrece la oportunidad de iniciar observaciones de campo y con sensores remotos, para identificar posibles modificaciones antrópicas y tomar las medidas correctivas antes de que alcancen los umbrales de ecosistemas amenazados.



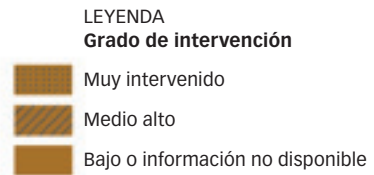
Foto 3. Flor de *Wallacea insignis* (Ochnaceae). Gustavo Romero



a) Distribución 1988¹
 Centro-sur del estado Amazonas



b) Distribución 2010²
 Centro-sur del estado Amazonas



c) Grado de amenaza 2010
 Centro-sur del estado Amazonas

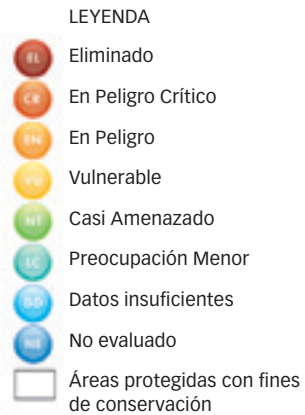
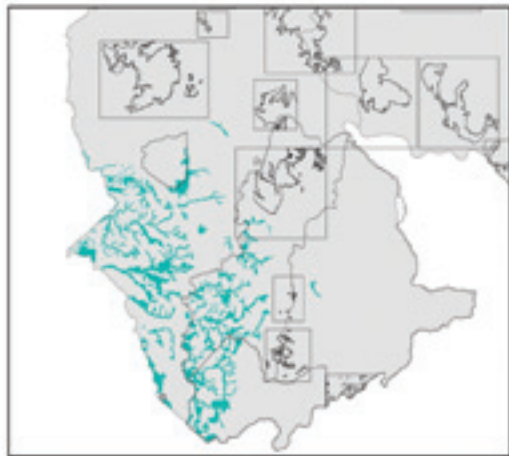


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los arbustales espinosos en Venezuela.**
 Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Amenazas

En el mediano y largo plazo, una amenaza regional potencial es el cambio climático, que es de suponer altere los patrones globales de precipitación y, por ende, los regímenes de inundación en las zonas tropicales (Dore 2005). Una consecuencia posible sería la prolongación de los meses secos y con ello el aumento del riesgo de incendios recurrentes. Sin embargo, la incertidumbre sobre la magnitud y variabilidad de los impactos es muy alta. A nivel local la principal amenaza es la eliminación de arbustales por sobreexplotación de *Malouetia glandulifera* (palo de boya), cuya madera muy liviana es empleada para la elaboración de tallas ornamentales y otras artesanías (Huber & Foster 2003). Sin embargo, la intensidad de esta práctica aún no conduce a altos riesgos de eliminación a nivel estatal o nacional.

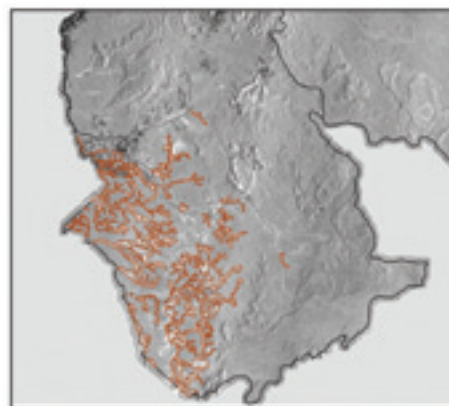


Figura 2. Arbustales ribereños (líneas en color) detectados gracias al patrón blanquecino encontrado en las imágenes de radar.

Conservación

Afortunadamente, 45% de los arbustales ribereños se encuentran en áreas protegidas con fines primarios de conservación, como la reserva de biosfera Alto Orinoco y el monumento natural Tepuyes (Figura 1c). Por su carácter ecológico muy particular y su limitada extensión en el país, se ha recomendado la creación de un área protegida que resguarde una unidad funcional completa como la cuenca del río Atacavi, afluente superior del río Atabapo (Huber & Foster 2003). Esto complementaría el resguardo “oportunista” brindado por las áreas protegidas existentes, que si bien no fueron diseñadas para la conservación de los arbustales ribereños en particular, son herramientas relativamente efectivas para la protección de la biodiversidad (Bruner *et al.* 2001). Es fundamental observar y medir el impacto de las actividades humanas, así como avanzar en la implementación de planes de aprovechamiento sustentable de los arbustales ribereños antes de que se encuentren amenazados. Las estrategias de conservación preventivas tienden a ser más efectivas y menos costosas que la rehabilitación o restauración (Orians 1993, Scott *et al.* 1993, Noss 1996).



Foto 4. Arbustal ribereño del alto Temi, durante la época de máxima inundación, estado Amazonas. Otto Huber

ARBUSTALES Y HERBAZALES PARAMEROS



Foto 1. Páramo a 3.500 msnm cerca de Piedras Blancas, ruta de Torondoy hacia La Lagunita, estado Mérida. Giuseppe Colonnello

Descripción

Los arbustales y herbazales parameros son comunidades vegetales típicas de las zonas altoandinas por encima del límite de los bosques y el límite entre ambos depende de las condiciones locales de temperatura, la longitud de la estación seca y la masa relativa de las cadenas montañosas (Azócar & Fariñas 2003). Por ejemplo, para la cordillera de Mérida, Monasterio y Reyes (1980) reportan vegetación de páramo a 2.500 m. Por su parte, Azócar y Fariña (2003) definen el límite inferior de la formación en 3.000 m para las vertientes secas y 3.400 m para las húmedas. Es posible observar algunos parches reconocidos como vegetación paramoide a elevaciones menores que las señaladas para la cordillera de los Andes, tanto en las zonas más altas de la cordillera de la Costa como en el macizo de Chimantá, en Guayana (Huber & Alarcón 1988). Esta formación se desarrolla en ambientes microtéricos ($< 9^{\circ}\text{C}$) que pueden ser secos o húmedos dependiendo de la vertiente de la montaña donde se encuentren, es decir, si están en sombra de lluvia o no.

Lo que usualmente se denomina vegetación paramera es un complejo mosaico de arbustales y herbazales (**Foto 1**) que varía ampliamente en su fisionomía y constitución florística. Suele estar conformado por una mezcla de rosetas acaulescentes perennes, cojines, gramínoides en macolla (**Foto 2**), arbustos esclerófilos, rosetas acaulescentes gigantes y árboles bajos del género *Polylepis* (Huber & Alarcón 1988, Azócar & Fariñas 2003, Ataroff & Sarmiento 2004).

La forma de crecimiento en roseta comprende los géneros *Espeletia*, *Ruilopezia*, *Espeletiopsis* y *Coespeletia* (Foto 3). Los gramínoides en macolla están conformados por especies gramíneas de los géneros *Poa*, *Agrostis*, *Muhlenbergia*, la ciperácea *Carex amicta* y las iridáceas *Sisyrinchium* y *Luzula*. Por su parte, los cojines incluyen especies como *Aciachne pulvinata*, *Werneria*, *Mona meridensis* y *Azorella julianii*, entre otras. El grupo arbustivo comúnmente se encuentra conformado por los géneros *Hypericum*, *Vaccinium*, *Draba* y *Hesperomeles*. El género arbóreo que puede acompañar a esta formación se encuentra representado únicamente por *Polylepis* (Azócar & Fariñas 2003).

Distribución

Los herbazales y arbustales parameros ocupan alrededor de 2.420 km² (com. pers. E. Chacón, cit. Azócar y Fariñas (2003). En la investigación de 2010, el estimado fue de aproximadamente 4.117 km², una cifra 70% mayor (Figura 1). Para inferir este valor de superficie se definió el límite inferior de los páramos tomando las curvas de nivel de 2.800 y 3.000 metros para la cordillera andina. Aunque ese límite es variable y depende de las condiciones locales, concuerda con los valores manejados por otros especialistas para estudios regionales (Josse *et al.* 2009). Si bien esto puede generar subestimaciones o sobreestimaciones en superficie, el método



Foto 3. Vegetación paramera de frailejones en roseta, páramo de Piedras Blancas, estado Mérida. José Antonio González-Carcacia

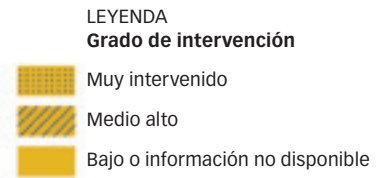
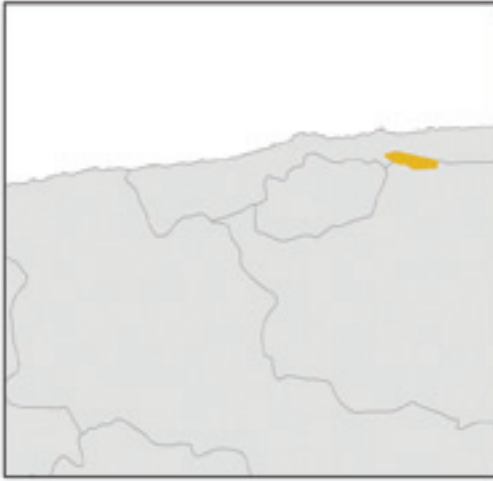


Foto 2. Páramo herbáceo húmedo (en primer plano), estado Mérida. Mario Fariñas

a) Distribución 1988¹
Cordillera de los Andes



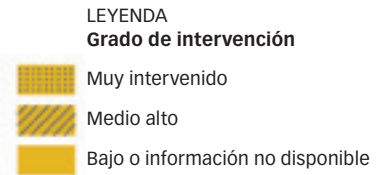
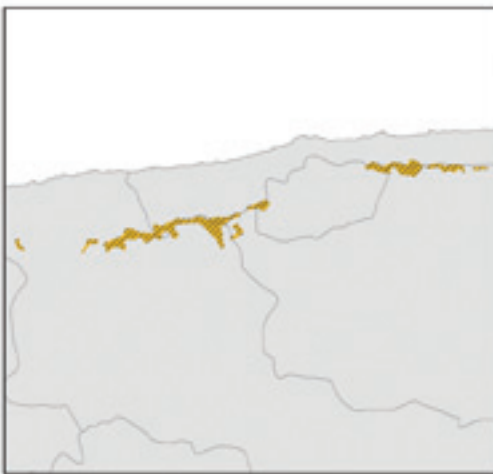
Cordillera de la Costa



b) Distribución 2010²
Cordillera de los Andes



Cordillera de la Costa



c) Grado de amenaza 2010
Cordillera de los Andes



Cordillera de la Costa

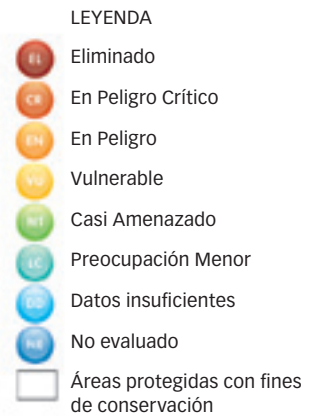
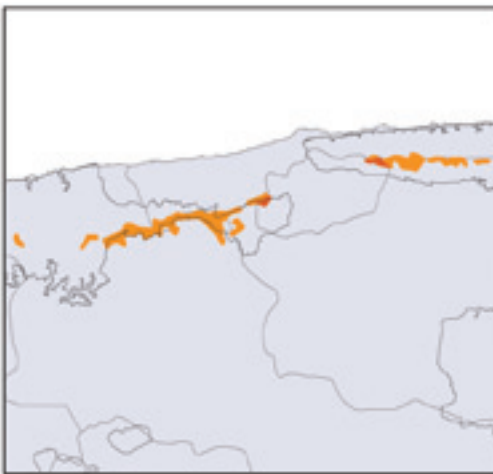


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los arbustales y herbazales parameros en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 4. **Páramo Gaviria, cultivos de papa, estado Mérida.** Giuseppe Colonnello

ofrece la ventaja de subsanar el efecto de las nubes que casi siempre están presentes en la región y obstaculizan la lectura de imágenes satelitales. El método compensa, también, las limitaciones que suelen enfrentarse en la obtención de imágenes por radar en zonas montañosas.

Los arbustales y herbazales parameros se distribuyen en la cordillera de Mérida desde el estado Lara, hasta el páramo El Tamá, ubicado en la frontera entre el estado Táchira y Colombia. También se encuentran en la Sierra de Perijá, donde el páramo comienza a los 2.800 m (Schubert 1976). No obstante, su distribución es fragmentada y su parche de mayor extensión está asociado al estado Mérida (**Figura 1**).

Como ya se mencionó, en la cordillera de la Costa, Central y Oriental, se reconoce la presencia de una comunidad vegetal que se ha llamado “subpáramo arbustivo costero” por sus llamativas afinidades florísticas con subpáramos andinos (Huber & Alarcón 1988) [**Figura 1**]. Esta unidad aparece alrededor de los 2.000 m en la cordillera de la Costa Central (El Ávila, silla de Caracas y pico Naiguatá) y a menor altitud, en la Cordillera de la Costa Oriental (cerro Turimiquire) [Steyermark 1966, Steyermark & Huber 1978].

Desde el punto de vista de paisaje, esta formación se encuentra restringida a las subregiones montañosas del norte de Venezuela (D1, D2, D42 y D43, D51) [*vid. supra*, cap. I: Figura 9].

Situación

A nivel nacional los arbustales y herbazales parameros se encuentran bajo la categoría Preocupación Menor (LC), según el criterio C2. No obstante, el nivel de intervención de la formación permite inferir que ésta ha sido transformada muy severamente en más de 30% de su distribución, por lo que de acuerdo al criterio A4 califica Vulnerable (VU) en el ámbito nacional. A nivel estatal, la vegetación paramera se encuentra bajo condiciones de amenaza que van desde Vulnerable (VU) hasta En Peligro Crítico (CR), en todos los estados del territorio (**Figura 1c**).

Amenazas

Los herbazales y arbustales parameros están sometidos a colonización de sus vertientes, deforestación, monocultivos de papa (**Fotos 4 y 5**), ganadería de doble propósito (carne y leche), extracción de plantas silvestres, cacería, disposición inadecuada de residuos, introducción de especies exóticas, turismo sin control e incendios (MARN 2000, Durán y Castaño 2002). El crecimiento poblacional y urbanístico representa una de las mayores amenazas por su acelerado ritmo y debido a que generalmente no es proyectado tomando en cuenta los ecosistemas de la zona (Vivas 1992). Esto cobra particular importancia cuando se reconoce que sólo una pequeña fracción puede ser utilizada de forma sostenible, debido a su fragilidad intrínseca (Ataroff & Sarmiento 2004).

En el caso particular del ganado y los rebaños, su impacto sobre el ambiente de páramo está relacionado con el hecho de que los animales introducidos no consumen el forraje ofrecido por la vegetación natural dominante, y adicionalmente, la cobertura vegetal tiene poca capacidad de soportar altos niveles de herbivoría. Estas condiciones han motivado una baja eficiencia en el uso del espacio pastoral, en comparación con el que logran los rebaños de camélidos (Molinillo & Monasterio 2002).

Conservación

Alrededor de 77% de la vegetación de páramo se encuentra en áreas protegidas de conservación, específicamente en parques nacionales (**Figura 1c**), y 10% adicional está incluido en áreas protegidas de usos permitidos limitados. Por ejemplo, la superficie del páramo El Tamá está protegida a ambos lados de la frontera colombo-venezolana en un "parque binacional". No obstante, no ha sido suficiente para detener el proceso de transformación del ecosistema de páramo (**Foto 6**), dado que las actividades agrícolas y ganaderas ocurren regularmente dentro de estas áreas protegidas. Es necesario establecer medidas adicionales para el mantenimiento de este ecosistema a mediano y largo plazo.



Foto 5. Cultivo de papas, inmediaciones de Monumento Natural Teta de Niquitao-Güirigay, estado Trujillo. Giuseppe Colonnello



Foto 6. Linderos del Parque Nacional General Juan Pablo Peñalosa (páramos Batallón y La Negra). Sergio Zambrano-Martínez

ARBUSTALES Y HERBAZALES TEPUYANOS

Arbustales siempreverdes y herbazales no gramíneos



Foto 1. **Arbustal Tepuyano sobre el cerro Sipapo, estado Amazonas.**
Gustavo Romero



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Arbustales tepuyanos		
Amazonas	121	1680
Bolívar	1.891	4.336
Herbazales tepuyanos		
Amazonas		800
Bolívar	342	2.047
Herbazales y arbustales tepuyanos		
Amazonas	2.770	
Bolívar	3.297	
Total estimado	8.422	8.863

Tabla 1. **Superficie estimada para los arbustales y herbazales tepuyanos en Venezuela.**

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

Nota: El mapa de 1988 no permite diferenciar la mayor parte de los herbazales y arbustales tepuyanos, los cuales fueron separados claramente en 2010.

Descripción

Sobre la cumbre de los tepuyes, o montañas en forma de mesa del Escudo Guayanés, se desarrollan dos formaciones vegetales típicas: arbustales y herbazales tepuyanos. Los arbustales tepuyanos, al igual que otros tipos de arbustales guayaneses, forman comunidades vegetales edáficas, ya que las características del suelo son las que parecen funcionar como factores ecológicos limitantes, tanto desde el punto de vista de su tipo como de las especies que le componen (Huber 1989). Estas comunidades (**Foto 1**) se desarrollan principalmente sobre turbas y su fisionomía puede variar según las cumbres donde se encuentran, pasando de formaciones con especies de entre 0,5 a 1 m de alto, en los cerros Guanay y Auyán-tepui, a otras que pueden alcanzar los 8 m, como en las cumbres de Jaua Sarisariñama (Riina & Huber 2003). En general, los arbustos tienen ramificaciones desde la base y hojas coriáceas o esclerófilas, mayormente aglomeradas al final de las ramas, y sus flores o inflorescencias suelen ser vistosas (Huber 1995b). Pueden constituir extensas formaciones, como en los cerros Huachamacari y Duida (**Foto 2**), o presentarse en pequeñas depresiones en las cumbres de los



Foto 2. Arbustales tepuyanos, cerro Duida, estado Amazonas. Otto Huber



Foto 3. Arbustal paramoide de *Chimantaea mirabilis*, cima del macizo de Chimantá, estado Bolívar. Otto Huber



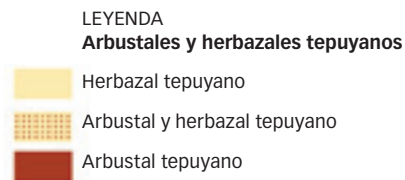
Foto 4. Arbustal caulirrósulo de *Bonnetia maguireorum*, cumbre de la serranía de La Neblina, estado Amazonas. Susanne Renner

tepuyes (Riina & Huber 2003). Entre los géneros característicos se encuentran *Bonnetia* (Theaceae), *Maguireothamnus* y *Pagameopsis* (Rubiaceae), *Tepuianthus* (Tepuianthaceae) y algunos otros de las familias Ochnaceae, Ericaceae, Malpighiaceae y Melastomataceae (Riina & Huber 2003).

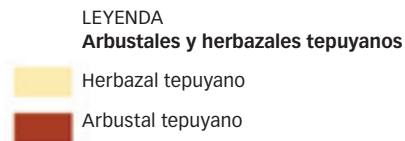
En los tepuyes se han encontrado tipos de arbustales muy peculiares, donde destacan los paramoides y los caulirrósulados que simulan la forma de una alcachofa. Los primeros se encuentran en el macizo de Chimantá y reciben el nombre de paramoides (**Foto 2**), no sólo por su similitud en el aspecto fisionómico, sino también por su afinidad florística con los páramos altoandinos (Huber 1992). El segundo tipo está presente en la cumbre de la serranía La Neblina (**Foto 3**), en el extremo sur de Venezuela. En ambos casos se trata de comunidades muy densas, conformadas por millones de individuos del género *Chimantaea*, en el macizo de Chimantá, y por la especie *Bonnetia maguireorum* en la serranía La Neblina (Huber 1992, Steyermark, *com. pers.*).

Los herbazales tepuyanos, por su parte, tienen una alta diversidad florística y fisionómica, e importantes niveles de endemismo. Esta formación muestra una gran variabilidad de un área a otra, tanto en superficie ocupada como en composición florística y fisionomía. En muchos casos, la especie dominante es endémica de una sola localidad o específica de un tepuy (Riina

a) Distribución 1988¹
Macizo Guayanés



b) Distribución 2010²
Macizo Guayanés



c) Grado de amenaza 2010
Macizo Guayanés

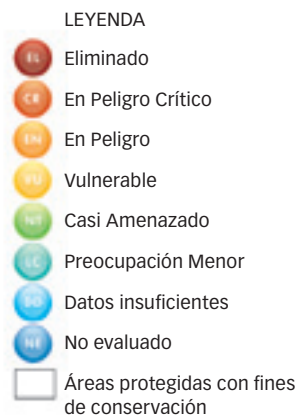


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los arbustales y herbazales tepuyanos en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 5. **Herbazal de hoja ancha dominado por *Stegolepis guianensis*, cumbre del Roraima, estado Bolívar.** Christian Ceccarelli Navarro

& Huber 2003). Se distinguen cuatro tipos de herbazales: 1) los de hoja ancha (latifoliados), dominados por especies de la familia Rapateaceae (presentes en casi todos los tepuyes venezolanos, desde Roraima al este, hasta La Neblina, en el sur), [Fotos 4 y 5]; 2) los tubiformes, con especies de las familias Bromeliaceae, donde resalta el género *Brocchinia* (Foto 6) y especies de la familia Sarraceniaceae; 3) los arrosetados, con rosetas densas de Bromeliaceae, Xyridaceae y Eriocaulaceae (manchas en Roraima, Kukenán, Yuruaní e Ilú-Tramentepui, Ptari-tepui y macizo Los Testigos) [Foto 7]; y 4) los fruticosos, con un estrato herbáceo mezclado con numerosos arbustos bajos de 0,5 m (e.g. macizo de Chimantá, cerro Huachamacari). Pueden estar asociados a tierras medias (800-1.500 m) y altas de la Guayana (1.500-3.000 m), con elevadas precipitaciones anuales (> 2.000 mm) y climas mesotérmicos (12-24°C) y submicrotéricos (6-12°C) [Riina & Huber 2003]. Dadas sus similitudes con los herbazales de las cumbres de los tepuyes, los herbazales subtepuyanos, como los presentes en la Gran Sabana, también son incluidos dentro de esta formación (Huber 1986b).

El tipo de suelo donde se desarrolla esta formación vegetal es variable. Por ejemplo, herbazales arrosetados, con macollas densas de Cyperaceae, pueden crecer sobre rocas desnudas de las cumbres de los tepuyes orientales. Por su parte, los herbazales latifoliados, donde predominan rapateáceas del género *Stegolepis*, además de ciperáceas, xiridáceas y eriocauláceas, son comunes sobre suelos orgánicos o turbas del macizo de Chimantá, cerro Guaiquinima y cerros Jaua-Sarisariñama en Bolívar, y Parú y Marahuaka en Amazonas. En algunos casos (macizo Cuao-Sipapo) se encuentran también sobre rocas con otras especies dominantes, entre las que destacan las del género *Kunhardtia*.

Distribución

Los arbustales y herbazales tepuyanos están distribuidos solamente en los estados Bolívar y Amazonas sobre las cumbres de los tepuyes y en algunas áreas como la Gran Sabana, donde se consideran subtepuyanos (Figura 1). Pueden encontrarse principalmente sobre los 1.500 m de elevación, incluso en las cumbres más altas de la serranía de La Neblina, en la frontera con Brasil. No obstante, existen localidades donde se presentan



Foto 6. **Herbatal de hoja ancha dominado por *Stegolepis ligulata*, sobre turbas en el macizo de Chimantá, estado Bolívar.** Otto Huber

manchas aisladas de vegetación similar a la tepuyana, como en la Gran Sabana y el cerro Autana, consideradas subtepuyanas (Foto 8) [Huber 1995b]. Estas formaciones se circunscriben a la subregión macizo Guayanés (D7) y están presentes en todos los sectores que la componen (*vid. supra*, cap. I: Figura 9).

Los arbustales tepuyanos ocupan aproximadamente 6.016 km² (Tabla 1), de los cuales 72% se encuentra en Bolívar y 28% en Amazonas. La extensión de los herbazales ronda los 2.847 km², también distribuidos entre Bolívar y Amazonas (Figura 1). El área ocupada por los arbustales y herbazales tepuyanos representa 0,7% y 0,3% de la superficie de Venezuela respectivamente. Sin embargo, su nivel de endemismo es alto.

Situación

Los arbustales tepuyanos y las formaciones arbustivas en general, son reconocidos como una comunidad vegetal primaria sólo desde hace unos 30 años, y es apenas en los años ochenta cuando aparecen por primera vez como una unidad discreta dentro de un mapa de vegetación (Riina & Huber 2003). Sin embargo, para ese momento fueron combinados con los herbazales tepuyanos, en virtud de la escasa información disponible (imágenes de satélite, información de campo). Por esta razón, y considerando que se trata de comunidades que comparten estrechamente la mayor parte de las cumbres tepuyanas, los análisis de su situación, amenazas y conservación se llevaron a cabo en forma conjunta.

Un resultado llamativo es que si bien los valores para estas formaciones son relativamente similares entre 1988 y 2010, hay un ligero cambio en las proporciones y el estado Bolívar pasa a tener un peso específico más alto para 2010 (Figura 1). Este cambio se debe a una serie de exploraciones realizadas entre 1988 y 1995, y a las mejoras en las herramientas tecnológicas empleadas. Sin embargo, se requieren verificaciones de campo adicionales que permitan asociar claramente la respuesta espectral de las



Foto 7. **Herbatal tubiforme dominado por *Brocchinia hecetioides*, cumbre del cerro Jaua, estado Bolívar.** Otto Huber



Foto 8. **Herbatal arrossetado (manchas) dominado por *Orectanthe* (Xyridaceae) junto a *Stegolepis* (Rapateaceae), cumbre del Roraima, estado Bolívar.** Otto Huber



Foto 9. **Herbawal latifoliado subtepuzano de *Stegolepis ptaritepuiensis*, Gran Sabana, estado Bolívar.** Otto Huber

imágenes de satélite con los tipos de vegetación. Se debe definir mejor las firmas espectrales de los arbustales y herbazales tepuyanos, ya que en las imágenes percibidas remotamente los arbustales pueden confundirse con bosques siempreverdes tepuyanos y los herbazales con vegetación saxícola. Este refinamiento en el proceso de análisis permitiría obtener estimados más confiables y precisos, así como establecer un punto de referencia para programas de monitorización en áreas de difícil acceso. Se considera que en estos tipos de vegetación la intervención es baja, salvo por los efectos locales observados en los tepuyes más visitados por turistas, o por los daños causados por el arribo de grupos en helicópteros o avionetas. Entre los efectos negativos más comunes está la disposición de basura, recipientes de combustible y otros enseres abandonados irresponsablemente por los visitantes en los campamentos temporales.

A nivel nacional los arbustales tepuyanos califican en Preocupación Menor (LC), ya que están por encima del nivel mínimo de área de ocupación requerido para calificar Vulnerable (VU) según el criterio C2 (2.000 km²). Sin embargo, los herbazales tepuyanos se encuentran en condición de Casi Amenazado (NT) debido a que están ligeramente por debajo de ese valor. Si se considera la superficie por estado, los arbustales de Bolívar también califican en Preocupación Menor (LC), y los de Amazonas Vulnerable (VU). Con respecto a los herbazales tepuyanos, en Bolívar califican Casi Amenazado (NT) y en Amazonas Vulnerable (VU), en todos los casos según el criterio C2(c) [Figura 1].

Amenazas

Los arbustales y herbazales asociados a la cima de los tepuyes tienen pocas amenazas conocidas de degradación o eliminación, debido al relativo aislamiento geográfico y a la baja presión antrópica. No obstante, los cambios climáticos globales podrían representar una amenaza futura mayor, debido al pequeño intervalo de tolerancia de las especies que los integran ante variaciones de humedad y temperatura (Huber 1995c, Rull *et al.* 2005, Rull *et al.* 2009).

Otra potencial amenaza está asociada al turismo. En los tepuyes con mayor afluencia, como Roraima, Kukenán, Auyán-tepui y Autana, es evidente el deterioro de la vegetación debido al pisoteo, aterrizaje de helicópteros, actividades de escalada y rapel, vuelos en parapente y aerodeslizador, introducción de especies exóticas y acumulación de basura. Este daño, aunque limitado a localidades relativamente pequeñas es casi irreversible, pues se ha documentado que la vegetación afectada se recupera muy lentamente, dada su fragilidad y la pobreza de los suelos (MARN 2000, Riina & Huber 2003).

Se estima que 3.000 visitantes ascienden al Roraima por año. Son considerables los impactos sobre la vegetación por maltratos, vandalismo, extracción de cristales de cuarzo y disposición inadecuada de desechos sólidos (en 2008 en una operación de limpieza se extrajeron casi 1.200 kg de basura, mientras que en 2010 la cifra fue de casi 700 kg). Aunque se ha registrado incendios en los tepuyes, no se ha documentado su frecuencia ni su intensidad. Los senderos abiertos en la cima del Roraima cubren una superficie cercana a 1 ha, y en las áreas de refugios han desaparecido 240 m² de vegetación como consecuencia de la instalación de carpas, preparación de alimentos y apertura de senderos. El mayor deterioro ambiental se evidencia en el área llamada "los hoteles", donde es notoria la presencia de desechos sólidos y excrementos humanos, grafitis en piedras y laderas, pisoteo de las plantas, especies vegetales exóticas y excavaciones para fogatas encendidas con material vegetal tepuyano. También ha sido reportada la extracción de orquídeas, bromelias y plantas carnívoras (*Heliamphora* y *Drosera*), así como de animales. Entre las especies exóticas reportadas se incluyen varias gramíneas, mora, papa y otros vegetales y frutales domésticos (MARN 2000, Lentino *et al.* 2005, Proyecto Cima 2008).

En cuanto a los riesgos asociados al cambio global, se estima que un aumento de entre 2°C y 4°C de las temperaturas medias en el norte de Suramérica podría causar la extinción de 10% a 30% de las plantas endémicas a los tepuyes antes de finales del siglo XXI (Rull & Vegas-Vilarrúbia 2006). El estudio se basó en una muestra de 83 especies de la flora tepuyana, correspondientes a los 23 géneros endémicos de esta zona, con énfasis en tres géneros que dominan los principales tipos de vegetación: bosques de galería (*Bonnetia*), arbustales paramoides (*Chimantaea*) y herbazales tepuyanos (*Stegolepis*), indicadores de la biodiversidad general. Entre las especies más afectadas se incluirían la mitad del género *Bonnetia* (13 plantas). Para el género *Chimantaea*, restringido a las mayores altitudes del macizo de Chimantá y sus alrededores, dos de sus especies perderían el hábitat y otras seis estarían muy cerca del límite crítico. Si bien su hábitat no desaparecería totalmente, quedaría reducido a unas pocas y diminutas áreas aisladas de las cumbres más altas (Rull *et al.* 2005). Un estudio más reciente que analizó todas las plantas vasculares de la región, reveló que entre 75% y 80% del total de 1.700 a 1.900 especies, y entre 30% y 50% de las 200 a 400 que son endémicas, están amenazadas de extinción por el cambio climático (Nogué *et al.* 2009).

Conservación

Aunque los arbustales y herbazales tepuyanos se encuentran en parques nacionales (Duida-Marahuaca, Serranía de La Neblina, Jaua-Sarisariñama y Canaima) o monumentos naturales (Tepuyes y Cerro Autana) [Figura 1c], es necesario implementar otras estrategias para protegerlos de los efectos anunciados del cambio climático. Al aumentar la temperatura, es de suponer que ocurra el ascenso gradual de las especies hacia zonas de mayor altitud, lo que causaría una reducción paulatina de su área de distribución y su eventual extinción. Para prevenir estos impactos, en primer lugar es necesario implementar redes de monitorización que verifiquen los movimientos altitudinales de las plantas en el campo e identifiquen a las especies más afectadas. El segundo paso sería considerar opciones de conservación *ex situ*, mediante la creación de ambientes artificiales o con el traslado de especies a otras localidades, donde las condiciones requeridas por las plantas se presenten de manera natural (Rull *et al.* 2009).

La creación de ambientes artificiales implicaría la construcción de invernaderos con condiciones climáticas controladas, lo cual posiblemente tendría un elevado costo y sería poco práctico. La segunda opción implicaría la "colonización asistida" de localidades en otras regiones geográficas capaces de sustentar a las especies con mayor riesgo. Sin embargo, esto podría acarrear impactos adicionales como la conversión de las especies trasladadas en invasoras, o que sean transmisoras de patógenos nuevos a las plantas nativas (Hoegh-Guldberg *et al.* 2008, Mueller & Hellmann 2008). Mientras se evalúa y monitoriza el efecto de los cambios globales, es clave enfocarse en mantener la condición actual de estos ecosistemas. Para minimizar el impacto del turismo sería fundamental estimar su capacidad de carga, establecer normas para su uso y generar un proceso de vigilancia para el control de la extracción de especies. Esto no puede lograrse sin el fortalecimiento institucional local mediante la selección y la formación del personal, como tampoco podría consolidarse sin contar con los recursos necesarios para las actividades de guardería ambiental (Bevilacqua *et al.* 2006a).

HERBAZALES

Sabanas abiertas



Foto 1. **Sabana abierta de Huachamacari, estado Amazonas.** Leonardo Ruiz-Díaz

Descripción

Las sabanas abiertas son ecosistemas herbáceos dominados por gramíneas tropicales, adaptadas al alto régimen de temperatura anual mediante la utilización del metabolismo fotosintético C4. En su gran mayoría crecen en las tierras bajas entre 0 a 500 m (**Foto 1**), donde predomina un clima biestacional, con una temperatura media anual mayor a los 24°C y un régimen pluviométrico que oscila entre 800 y 1.800 mm anuales, que determina la alternancia de dos períodos contrastantes: uno de sequía, de diciembre a mayo, y el otro de lluvias, de mayo a finales de noviembre (Arismendi 2007, Huber 2007). Estos tipos de sabana abierta ocupan terrenos con una topografía plana o muy plana (**Foto 2**) y con suelos aluviales ácidos que se caracterizan por tener niveles de nutrientes bajos o medianos (oligotróficos o distróficos). Los suelos están sujetos a períodos de inundaciones más o menos prolongadas y de profundidad variable, causadas por el desborde de los ríos y cursos de agua o por abundancia de lluvia durante la estación pluvial. El régimen de inundación de estas sabanas puede ser considerado como el principal factor responsable de la ausencia de elementos leñosos en estos ecosistemas.

En otros casos el sustrato no se extiende sobre terrenos planos, sino más bien en superficies ligeramente inclinadas (sabanas orientales) u onduladas (Gran Sabana), donde no se presenta inundación. Sin embargo, allí también predomina el aspecto abierto, herbáceo y los elementos leñosos, de presentarse, están completamente sumergidos en la matriz gramínea.

Las sabanas abiertas venezolanas están dominadas por un estrato herbáceo generalmente denso conformado principalmente por gramíneas macollantes. En las zonas inundables del suroeste de los llanos predominan sobre suelos oligotróficos las especies *Leersia hexandra*, *Paspalum fasciculatum* y *Paratheria prostrata*, ocupando nichos específicos en estas sabanas como los bancos, bajíos y esteros (Ramia 1967). Sobre

suelos distróficos se observa una dominancia de *Trachypogon spicatus* (paja saeta), acompañada por especies de otros géneros de gramíneas, como *Axonopus*, *Panicum* y *Paspalum*, además de hierbas y sufrútices de varias familias entre las que se cuentan Cyperaceae, Rubiaceae, Asteraceae, Polygalaceae, Convolvulaceae, Malvaceae y Turneraceae. En las sabanas abiertas de los llanos del Orinoco se reporta una diversidad vegetal cercana a las 164 especies. De acuerdo a la morfoecología y a la fenodinámica de la flora de las sabanas, éstas son muy características y variadas, combinando una alta diversidad de estrategias y formas de vida donde se encuentran gramíneas en macolla, metabolismo fotosintético C4, y crecimiento todo el año pero con período de semirreposito en sequía, entre otros sistemas (Sarmiento & Monasterio 1983, Huber 2007, San José & Montes 2007).

Otro tipo de sabana relativamente abierto se ha desarrollado sobre las "mesas" terciarias del estado Monagas. Su flora y vegetación fueron estudiadas intensamente por Pittier y Tamayo, durante los años 30 y 40 del siglo pasado. En general son sabanas ralas a muy ralas, también dominadas por los géneros *Trachypogon*, *Axonopus* y *Panicum*, y mezcladas con pocos elementos herbáceos (Rubiaceae, Amaranthaceae) y leñosos (*Psidium*, *Byrsonima*) [Duno de Stefano *et al.* 2007].

A diferencia de las anteriores, las sabanas abiertas de la Gran Sabana (**Fotos 3 y 4**) no pertenecen al tipo de sabana macrotrémicas, ya que se desarrollan en una altiplanicie inclinada desde 1.450 m en el norte y 700 m en el sur, en la frontera con Brasil, donde este tipo de vegetación continúa extensamente hasta las planicies del alto río Branco y del Rupununi en Guyana. Son sabanas menos diversificadas en su estrato herbáceo: predominan apenas dos gramíneas macollantes, *Trachypogon spicatus* y *Axonopus anceps*, las cuales se extienden como alfombras por grandes extensiones del terreno ondulado y hasta fuertemente inclinado de este sector guayanés. Los arbustos son muy escasos, pero en ciertas áreas se observan numerosos montículos termitarios que confieren un aspecto muy peculiar al paisaje.

Distribución

Para 2010 las sabanas abiertas abarcan aproximadamente 6% de la superficie de Venezuela (**Figura 1, Tabla 1**). Se encuentran distribuidas en tres grandes núcleos: 1) en Apure (**Fotos 5 y 6**), Barinas y sur de Guárico, 2) en Anzoátegui y Monagas, y 3) en la Gran Sabana, estado Bolívar (**Fotos 3 y 4**). De estos tres núcleos, las sabanas de Apure y Barinas son inundables. También existen pequeñas áreas de sabana en la cuenca del lago de Maracaibo, en las faldas de la serranía del Interior (cordillera de la Costa) y en el piedemonte norte de la cordillera Oriental, las cuales, por su proximidad a áreas de mayor ocupación humana, experimentan una presión mayor y algunas de ellas son consideradas de origen antrópico. Otras áreas, todavía más reducidas, se encuentran en



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	996	1.565
Anzoátegui	9.384	1.530
Apure	47.975	43.704
Barinas	499	120
Bolívar	9.538	7.095
Guárico	10.484	1.082
Monagas	3.213	1.455
Sucre	0	6
Zulia	0	307
Total	82.089	56.865

Tabla 1. Superficie estimada para las sabanas abiertas en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

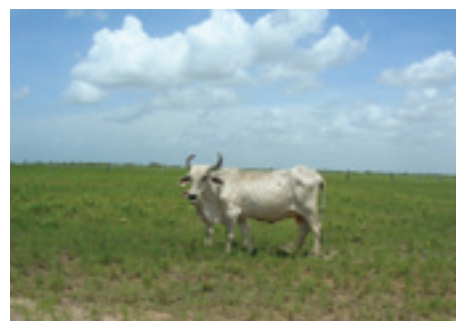


Foto 2. Sabanas abiertas sobre terrenos planos, Parque Nacional Aguaro-Guariquito, estado Apure. César Molina



Foto 3. Sabana abierta en la Gran Sabana, Parque Nacional Canaima, estado Bolívar. Otto Huber



Foto 4. Sabana de *Trachypogon* y *Axonopus* en la Gran Sabana, Parque Nacional Canaima, estado Bolívar. Otto Huber

la región montañosa del sur del estado Mérida (Silva 2003). Adicionalmente en el país, existen otros pequeños fragmentos de sabana de difícil detección a la escala de este trabajo (*vid. supra*, cap. I: Figura 8).

Situación

Entre 1988 y 2010 se perdió alrededor de 31% de la superficie de las sabanas abiertas del país (**Tabla 1, Figura 1**). Esto quiere decir que de continuar la misma tendencia, en el año 2040 las sabanas abiertas podrían disminuir en 77%. Por lo tanto, de acuerdo al criterio A3 a escala nacional se encuentran bajo la categoría En Peligro (EN). Por otra parte, alrededor de 95% del área actual de esta formación tiene algún nivel de intervención y 25% un grado de modificación de alto a muy alto. Esto permite señalar que por el criterio A4 (c2), le correspondería la categoría Vulnerable (VU). No obstante, aplicando el principio de precaución, se concluye que a nivel nacional esta formación vegetal se encuentra En Peligro (EN).

Estos valores siguen tendencias similares, aunque más atenuadas que las reportadas para formaciones de crecimiento herbáceo en América Latina, con una tasa de reducción anual cercana a 20.000 km²/año (tres veces mayor a la reportada para bosques neotropicales) y la de sabanas abiertas en los llanos del Orinoco, estimada en 4.830 km²/año. Estudios comparativos de manejo de sabanas han demostrado que las sabanas sometidas a quemadas y prácticas agrícolas fijan entre un 36% y 88% menos carbono que las sabanas protegidas (Houhgton & Hackler 1995, San José & Montes 2001, San José *et al.* 2003).

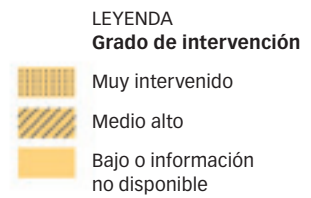
A escala regional, específicamente a nivel de estado (**Tabla 1**), se aprecian reducciones de superficie en la mayor parte de las entidades, con cambios notorios para los estados orientales. En Monagas la eliminación completa de sectores extensos de ecosistemas de sabana está asociada a la siembra de pinos. En Amazonas, el aumento de superficie es preocupante porque puede ser indicio de transformación de bosque en sabana antrópica, considerando que diferenciar las sabanas naturales de las antrópicas mediante imágenes de satélite no es un proceso muy sencillo. En la **Figura 1c** puede observarse el grado de amenaza síntesis para las sabanas

a) Distribución 1988¹

Centro suroeste



Noreste y suroeste

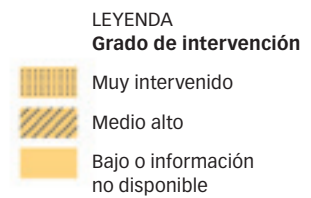


b) Distribución 2010²

Centro suroeste



Noreste y suroeste



c) Grado de amenaza 2010

Centro suroeste



Noreste y suroeste



Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de las sabanas abiertas en Venezuela.**

Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 3. Sabana abierta inundable con estero (en primer plano), bajo y banco (al fondo), estado Apure. César Molina

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4	C2
Amazonas	-	LC	VU
Anzoátegui	CR	VU	VU
Apure	NT	EN	LC
Barinas	CR	EN	EN
Bolívar	EN	VU	LC
Guárico	CR	EN	VU
Monagas	CR	VU	EN
Sucre	-	LC	CR
Zulia	-	LC	VU

Tabla 2. Evaluación del grado de amenaza de las sabanas abiertas en Venezuela.

Nota: ¹ Rodríguez *et al.* (vid. supra, cap. II)

abiertas de cada estado, luego de aplicar diferentes criterios (Tabla 2). Es evidente que en todos los estados este ecosistema se encuentra amenazado, bien por su extensión reducida, por el nivel de intervención o por el efecto conjunto de estos factores (Figura 1c).

Amenazas

Pese a la notable capacidad de recuperación o resiliencia que tienen las sabanas, su biodiversidad se ve amenazada por varios procesos. En Venezuela, las sabanas de la región llanera han sido objeto de presiones antrópicas que no han cesado de incrementar desde tiempos de la Colonia. Las principales amenazas en la actualidad son de orden demográfico y económico, asociadas a la explotación forestal, a la agricultura intensiva, a la ganadería y a la minería (Silva 2003, San José & Montes 2007).

Estas presiones varían dependiendo de la región. En aquéllas donde las sabanas han experimentado un proceso de modificación (Foto 5), la diversidad de este ecosistema ha sido notablemente afectada, bien sea por la destrucción de las selvas aledañas o por la alteración de patrones espaciales de distribución de especies, entre otras causas. Cuando los patrones de diversidad y distribución de especies nativas son alterados, especies africanas altamente competitivas con frecuencia desplazan a las especies nativas. De gran potencial económico, estas especies exóticas logran aumentar significativamente la

capacidad de carga de los pastizales y el rendimiento en peso vivo por hectárea. Esto sucede con frecuencia en zonas de sabanas abiertas principalmente de los estados Apure, Barinas, Cojedes y Guárico (Tergas 1987, Silva 2003, San José & Montes 2007).

Los llanos venezolanos son territorio de múltiples actividades vitales para el desarrollo, incluyendo la forestal, la industria maderera, la ganadería de diferentes propósitos, la agricultura de riego y secano, los desarrollos urbanísticos y la construcción de redes viales de importancia nacional. En el caso particular de las sabanas abiertas, su estrato gramíneo (pobre en nutrientes pero extenso en lo territorial), es utilizado mayormente para la cría extensiva de ganado vacuno desde épocas de la colonia, y para la cría bufalina en las últimas décadas (Silva 2003, Vivas 2007)

En el llano han ocurrido otras alteraciones medioambientales significativas, resultado de prácticas relacionadas con la optimización de la productividad económica. Un ejemplo de dichas prácticas son los sistemas de retención de agua con uso de terraplenes y compuertas, implementados en varias zonas del país (siendo el caso más famoso los llamados módulos de Mantecal en el estado Apure), con los cuales se obtiene un impacto positivo en la productividad del ganado vacuno, pero alterando el ambiente original al cambiar la composición natural de especies de las sabanas abiertas.

Las mayores amenazas que enfrenta este tipo de ecosistema son la drástica reducción de la biodiversidad de especies vegetales, principalmente herbáceas, como consecuencia de la invasión de gramíneas exóticas (*Hyparrhenia rufa*), muy extendida en las sabanas estacionales, y la homogeneización del paisaje debida a la destrucción de los mosaicos de sabanas y bosques donde se asientan las actividades agrícolas y pecuarias, originando lo que se conoce como sabanización de los bosques. Estas nuevas “sabanas” no son tan diversas como las naturales y equivalen más bien a formaciones de matorrales y sabanas secundarias (Silva 2003).

Conservación

La porción de sabanas abiertas que se encuentra dentro de áreas protegidas de conservación corresponde a 15% de su superficie total. Un 4% adicional se resguarda en figuras de protección con usos permitidos limitados. Estos valores sugieren que un bioma tan extenso en Venezuela podría estar subrepresentado en la red de áreas protegidas. Además, en algunos casos, las sabanas incluidas en áreas protegidas siguen siendo objeto de presiones de uso (**Foto 2**).

Considerando que estos ecosistemas enfrentan grandes presiones antrópicas desde hace más de seis décadas, y tomando en cuenta su importancia en el balance hídrico de la zona y su amplia diversidad biológica, se evidencia la necesidad de tomar medidas adicionales de protección para asegurar el mantenimiento de sus funciones ecológicas en el corto y mediano plazo.



Foto 4. **Sabanas abiertas y médanos de Apure, entre San José de Payara y Cinaruco, estado Apure.**
Giuseppe Colonnello



Foto 5. **Sabanas abiertas sometidas a uso agropecuario y petrolero, estado Anzoátegui.**
Mariana Hernández-Montilla

Sabanas arbustivas y/o arboladas



Foto 1. Sabana arbolada sobre la formación Mesa, muy próxima al río Orinoco, estado Anzoátegui. Giuseppe Colonnello

Descripción

Las sabanas arbustivas y/o arboladas también se llaman sabanas de parque o sabanas de huerto (**Foto 1**), denominaciones basadas en la fisionomía y formas de crecimiento predominantes, no en la composición florística. En Venezuela, estas formaciones vegetales forman parte de los paisajes llaneros, destacándose en medio de las sabanas herbáceas abiertas, las cuales pueden presentar arbustos y árboles aislados. Cuando las especies leñosas de porte y distribución variable superan 75% de la cobertura, se trata de sabanas arbustivas siempre y cuando el estrato superior esté constituido por arbustos que no superen los 80 cm de altura. Son sabanas arboladas aquellas cuyo estrato superior está constituido por árboles que llegan a 8 m. Eventualmente se encuentran formaciones intermedias con presencia de varios estratos, por lo cual son llamadas sabanas arbustivas y arboladas (Huber 2007).

Los elementos leñosos arbustivos predominantes en estos ecosistemas son *Curatella americana* (chaparro) [**Foto 1**], *Bowdichia virgilioides* (alcornoque) y *Byrsonima crassifolia* (manteco). Estas especies poseen adaptaciones fisiológicas y morfológicas que le permiten ser subsiempreverdes y realizar el período de floración en época de sequía. Otras especies arbustivas frecuentes y típicamente sabaneras son *Cochlospermum vitifolium* (botuto o carnaval), *Roupala montana* (carne asada) y *Genipa americana* (caruto), entre otras (Huber 2007).

Las sabanas arboladas son mucho más reducidas en los llanos que las arbustivas. En el norte del estado Guárico se observan las sabanas con "matas", islas arbóreas o bosquecillos muy característicos de entre 100 m y 200 m de diámetro rodeados de una matriz de sabana arbustiva con chaparro y manteco. En algunos casos las matas son reducidas (probablemente por causas antrópicas) a uno o pocos árboles grandes, casi siempre representados por *Cassia moschata* (cañafístolo), *Enterolobium cyclocarpum* (caro caro) o *Copaifera officinalis* (aceite) [Huber 2007, San José & Montes 2007]. Otras sabanas arboladas muy características son las de *Platycarpum orinocense* (picatón) y *Chaunochiton angustifolium* (copito negro) en el estado Amazonas.

El paisaje llanero se caracteriza por la abundancia de palmas, entre las cuales algunas forman extensas colonias y representan tipos de sabanas “arboladas” muy típicas, a pesar de no ser árboles en el sentido botánico estricto. Especialmente tres especies de palmas son elementos florísticos imprescindibles en grandes extensiones de sabanas neotropicales: la palma moriche (*Mauritia flexuosa*) presente en muchas zonas húmedas como los morichales, especialmente en la mitad meridional de la Gran Sabana y en los bosques de galería que cruzan las sabanas llaneras y guayanesas; la palma llanera (*Copernicia tectorum*) [Foto 2], que forma extensos palmares en Guárico, en zonas con inundaciones temporales; y la palma corozo (*Acrocomia aculeata*) con su tallo fuertemente armado y que aparece solitaria o en pequeños grupos.

Al igual que las sabanas abiertas, las arbustivas y arboladas se encuentran en áreas con un clima biestacional, caracterizado por una temperatura media anual mayor a 24°C y un régimen pluviométrico que oscila entre 800 y 1.800 mm; las precipitaciones se distribuyen sobre dos períodos, uno lluvioso (“invierno”, entre mayo y noviembre) y otro seco (“verano”, entre diciembre y abril o mayo). Estas características hacen que predominen árboles de porte bajo o medio, perennifolios o brevidecíduos, con hojas de tamaño medio escleromorfas, y con una sincronización de renovación foliar y reproducción en la época seca (Sarmiento 1990, Huber 2007).

Distribución

Las sabanas arbustivas y/o arboladas ocupan aproximadamente 88.334 km², lo que equivale a 10% de la superficie de Venezuela (Figura 1).

Estos ecosistemas se encuentran principalmente asociados a las sabanas de banco en el estado Guárico (Tabla 1). También están presentes en Anzoátegui (Foto 3), Monagas y Delta Amacuro, con una extensión bastante continua en la vertiente sur de la cordillera de la Costa en Miranda, Aragua, Carabobo y Yaracuy (Tabla 1). Algunos remanentes aislados permanecen en Cojedes, Portuguesa y Apure (Ramia 1993).

Al sur del país las sabanas arbustivas y arboladas son especialmente extensas a lo largo del río Orinoco, donde se encuentran los chaparrales (sabanas con *Curatella americana*) más densos y mejor desarrollados de Venezuela (Figura 1). En la Gran Sabana meridional crecen los morichales sabaneros más extensos del país en las planicies aluviales del valle del río Kukenán (Foto 4). En Amazonas las sabanas arbustivas se encuentran en pequeñas manchas aisladas en la cuenca del río Ventuari, siendo el chaparro (*Curatella americana*) el elemento leñoso predominante; en la cuenca del río Manapiare se han encontrado sabanas arboladas de cerro dominadas por *Mezitia huberi*, una Malpighiaceae endémica de esta zona. En los alrededores de Puerto Ayacucho hasta el río Ventuari inferior se encuentran las sabanas arboladas con picatón



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Amazonas	2.472	3.057
Anzoátegui	8.129	5.794
Apure	900	879
Aragua	1.394	1.227
Barinas	9.533	56
Bolívar	49.083	41.579
Carabobo	826	329
Cojedes	6.003	3.700
Delta Amacuro	4.698	4.994
Guárico	20.999	20.539
Miranda	14	86
Monagas	6.292	4.295
Portuguesa	1.689	392
Sucre	0	840
Táchira	9	0
Trujillo	44	0
Zulia	159	0
Total	112.244	87.767

Tabla 1. Superficie estimada para las sabanas arbustivas y/o arboladas en Venezuela. Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 2. Sabana con palma llanera (*Copernicia tectorum*), esteros de Camaguán, estado Guárico. Sergio Zambrano-Martínez

Estado	Criterios ¹		
	A3	A4	C2
Amazonas	-	NT	LC
Anzoátegui	EN	VU	LC
Apure	LC	VU	VU
Aragua	VU	VU	VU
Barinas	CR	VU	EN
Bolívar	VU	NT	LC
Carabobo	CR	VU	EN
Cojedes	CR	VU	LC
Delta Amacuro	-	NT	LC
Guárico	LC	VU	LC
Miranda	-	VU	EN
Monagas	EN	VU	LC
Portuguesa	CR	VU	EN
Sucre	-	VU	VU
Táchira	EL		
Trujillo	EL		
Zulia	EL		

Tabla 2. Evaluación del grado de amenaza de las sabanas abiertas en Venezuela.

Nota: ¹ Rodríguez et al. (vid. supra, cap. II)



Foto 3. Sabanas con chaparro (*Curatella americana*), estado Anzoátegui. César Molina



Foto 4. Sabana con morichal a 750 msnm, entre el río Kukenán y Santa Elena, estado Bolívar. Giuseppe Colonnello

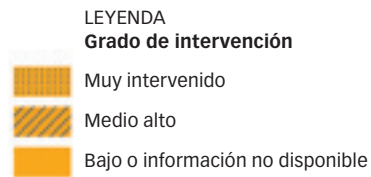
(*Platycarpum orinocense*), árbol característico y emblemático de este ecosistema en el estado Amazonas.

Situación

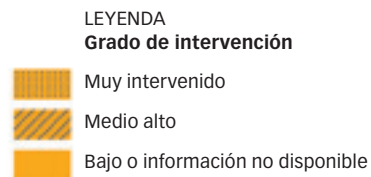
Las sabanas arbustivas y/o arboladas experimentaron una reducción de aproximadamente 22% de su superficie entre 1988 y 2010 (Tabla 1, Figura 1). Esto quiere decir que de continuar la misma tendencia, en el año 2040 las sabanas arbustivas y/o arboladas podrían haber disminuido en 42%, lo que situaría a esta formación en la categoría Vulnerable (VU), según el criterio A3. Aproximadamente 88% de estas sabanas tiene algún nivel de intervención y de ese total, 98% acusa una modificación de media a alta. De acuerdo al criterio A4(c2), las sabanas arbustivas y/o arboladas a escala nacional se encuentran en la categoría Vulnerable (VU).

Los análisis en los diferentes estados muestran variabilidad en la condición de amenaza para las sabanas arbustivas y/o arboladas (Tabla 2). En la Figura 1c se presenta la síntesis de esta evaluación. Resalta que para Táchira, Trujillo y Zulia ya no se detectaron fragmentos de esta formación, es decir, califica como Eliminada (EL).

a) Distribución 1988¹



b) Distribución 2010²



c) Grado de amenaza 2010

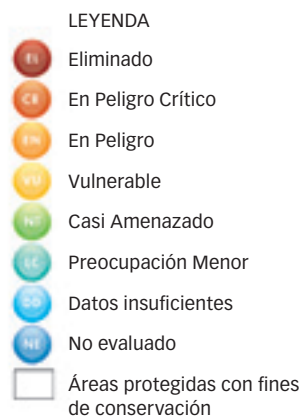


Figura 1. Distribución y grado de amenaza de las sabanas arbustivas y/o arboladas en Venezuela. Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 5. **Sabanas arbustivas y/o arboladas quemadas, estado Anzoátegui.**
César Molina



Foto 6. **Sabanas arbustivas y/o arboladas con actividad ganadera y poliductos petroleros, estado Anzoátegui.**
Mariana Hernández Montilla.

Amenazas

En el norte del Orinoco, las sabanas arbustivas y/o arboladas no han escapado a las presiones antrópicas asociadas al sistema de producción agrícola del país. Una significativa porción de estos ecosistemas es sometida anualmente a quemadas inducidas que afectan la dinámica de los nutrientes en el sistema y favorecen el reemplazo de la vegetación nativa por gramíneas y leguminosas forrajeras (**Foto 5**), especialmente valoradas por la industria ganadera ya que aumentan el rendimiento de la producción en 25%, al solventar el déficit nutricional vinculado a la vegetación nativa en época seca (Tejos *et al.* 1990, Thomas *et al.* 1990).

Principalmente se trata de una ganadería extensiva, caracterizada por la baja capacidad de carga del sistema, con menos de una unidad animal por cada diez hectáreas (**Foto 6**), y es la principal causa de que en los últimos años las sabanas naturales hayan sido sustituidas por sabanas secundarias formadas por pastizales de especies introducidas (Schargel 2007). Las quemadas han sido prácticas comunes durante varias décadas en este tipo de ecosistemas, y han ocasionado no sólo la pérdida de nutrientes, sino también el establecimiento de especies invasoras altamente agresivas como *Hyparrhenia rufa* (yraguá) en Cojedes y Guárico (Ramía 1993, Schargel 2007).

La actividad petrolera ha requerido la instalación de corredores de servicio para el transporte de insumos y de productos de la explotación, así como la construcción de estaciones industriales, constituyéndose así en otra de las causas del deterioro de este ecosistema (**Foto 6**).

Conservación

Las áreas protegidas de conservación resguardan 21% del territorio ocupado por las sabanas arbustivas y/o arboladas (**Figura 1c**) y un 3,2% adicional se asienta en áreas protegidas de usos permitidos limitados. Los parques nacionales donde están mejor representadas son Aguaro-Guariquito, Canaima (morichales del valle del río Kukenán), Guatopo (sabanas arbustivas de cerro en la vertiente meridional de la serranía del Interior) y Henri Pittier (sabanas arbustivas del valle de El Limón), y algunos monumentos naturales de Amazonas (sabanas de Picatón) [Schargel 2007].

Al sur del Orinoco sería necesario reforzar las figuras legales de protección para los chaparrales, especialmente al sur de Caicara y en la vía hacia Puerto Ayacucho. También debería protegerse sectores representativos de los diferentes tipos de sabana arbolada en Amazonas, que corren el peligro de ser eliminados por ignorancia o por expansión de actividades que implican deforestaciones a escala mayor.

Herbazales de pantano



Foto 1. Herbazal de pantano con *Polygonum acuminatum*, *Echinodorus* sp. y *Cyperus papyrus* (introducida), desembocadura del río Catatumbo, lago de Maracaibo, estado Zulia. Giuseppe Colonnello

Descripción

Son comunidades vegetales herbáceas, principalmente no gramíneas, asociadas a ambientes con inundación temporal o permanente. Entre los herbazales de pantano se reconocen dos tipos: herbazales de turbera, que se encuentran sobre suelos orgánicos, y herbazales de pantano propiamente dichos (**Figura 1**), que se arraigan en suelos de origen mineral (Huber & Alarcón 1998). Se trata de comunidades macrotérmicas (> 24°C) propias de las zonas húmedas que están sometidas a regímenes de inundación temporal o permanente. Los herbazales de pantano pueden estar constituidos por vegetación herbácea flotante (**Foto 2**) [Huber & Alarcón 1988].

En los herbazales de turbera (**Fotos 3 y 4**) predominan el helecho *Blechnum serrulatum* y la ciperácea *Lagenocarpus guianensis*, en conjunto con *Rhynchospora gigantea*, *Rhynchanthera grandiflora*, *Chelonanthus alatus*, *Mauritia flexuosa*, *Panicum parvifolium* o *Tabebuia insignis* var. *monophylla*. Por su parte, los herbazales de pantano propiamente dichos pueden estar dominados por *Eleocharis mutata*, *E. inderstinata*, *Typha domingensis*, *Schoenoplectus robustus*, *Sesbania emerus* y *Panicum grande* (González 2004, Colonnello et al. 2009).



Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Delta Amacuro	1.013	2.601
Monagas	527	799
Sucre	400	1.054
Zulia	2.150	1.506
Total	4.090	5.960

Tabla 1. Superficie estimada para los herbazales de pantano en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 2. **Herbazal de pantano, *Echinochloa* sp.,** ciénagas de Juan Manuel, estado Zulia. Giuseppe Colonnello

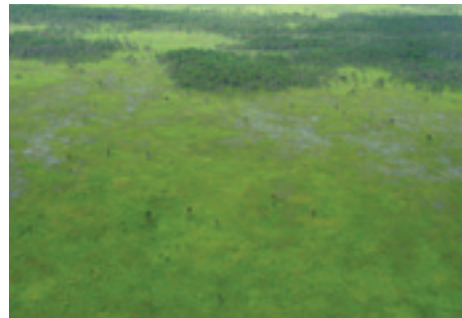


Foto 3. **Herbazal de turbera con palmar,** sur del caño Turuépano, estado Sucre. Giuseppe Colonnello



Foto 4. **Herbazal de pantano (*Blechnum*) quemado** en gradiente de vegetación, caño Ajjes, estado Sucre. Giuseppe Colonnello

Entre los herbazales mejor estudiados del país se encuentran los de la reserva de biosfera del Delta del Orinoco y los del Parque Nacional Turuépano y sus alrededores (González 2004, Colonnello *et al.* 2009). Los herbazales de pantano del Delta se diferencian florísticamente, por la presencia o no de un componente leñoso que interrumpe la continuidad del estrato herbáceo. Todas las especies, sin embargo, son de arquitectura graminoide (González 2004). La diversidad de los herbazales de pantano en la reserva de biosfera es baja, y las macollas de *Lagenocarpus guianensis* constituyen entre 80% y 90% de la biomasa. En algunas localidades, en las microdepresiones asociadas al plano de turba, pueden existir parches de *Rhynchospora gigantea* (González 2004).

Distribución

Este tipo de formación se encuentra con mayor frecuencia y extensión en el oriente del país, en el sur de la península de Paria y en todo el delta del Orinoco (**Figura 1**). Su distribución es relativamente fragmentada, formando un mosaico con los bosques de pantano y los bosques de palmar en Delta Amacuro, Sucre y Monagas (**Foto 4**) [Huber & Alarcón 1988, González 2004, Colonnello *et al.* 2009]. Adicionalmente, se encuentran en el estado Zulia, asociados a la ciénaga de Juan Manuel. La superficie total de los herbazales de pantano se estimó en 5.960 km², lo que representa 0,65% del territorio nacional (**Figura 1, Tabla 1**). El estado donde los herbazales de pantano alcanzan una mayor extensión es Delta Amacuro, que acoge 44% de la superficie total de la formación.

Situación

Para 2010 la superficie estimada de herbazal de pantano es superior a la encontrada en 1988 (**Figura 1**). Esto responde a varios factores. El primero de ellos es la existencia de un mayor número de estudios sobre el oriente del país que consideran esta formación (Colonnello 1995, Gonzalez 2004, Monente & Colonnello 2004, Colonnello *et al.* 2009, Cárdenas *et al.* 2010) y el segundo es el uso de las imágenes de radar que facilitó la detección de las depresiones inundadas. Si se considera la superficie de los herbazales de pantano a nivel




a) Distribución 1988¹
Depresión de Maracaibo



Delta del Orinoco



LEYENDA
Grado de intervención

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible




b) Distribución 2010²
Depresión de Maracaibo



Delta del Orinoco



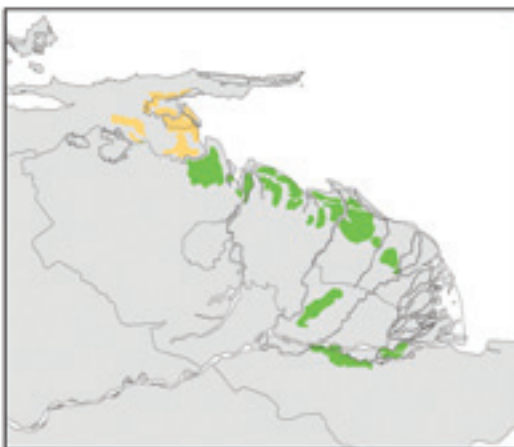
LEYENDA
Grado de intervención

-  Muy intervenido
-  Medio alto
-  Bajo o información no disponible

c) Grado de amenaza 2010
Depresión de Maracaibo



Delta del Orinoco



LEYENDA










-  Eliminado
-  En Peligro Crítico
-  En Peligro
-  Vulnerable
-  Casi Amenazado
-  Preocupación Menor
-  Datos insuficientes
-  No evaluado
-  Áreas protegidas con fines de conservación

Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los herbazales de pantano en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)

nacional, ellos califican en Preocupación Menor (LC). Desde el punto de vista de su integridad ecosistémica, aun cuando el nivel de intervención aumentó 10 veces con respecto a 1988, se mantiene bajo la misma categoría.

Por el contrario, a nivel estatal existen diferentes niveles de riesgo. Zulia, de acuerdo al criterio A3, se encuentra Vulnerable (VU), muy cerca de pasar a la siguiente categoría de amenaza. Considerando el criterio A4, Sucre califica Vulnerable (VU). Finalmente, y de acuerdo con el criterio C2, Sucre y Zulia se encuentran Vulnerable (VU), mientras que Monagas y Delta Amacuro se ubican en Casi Amenazado (NT). La categoría final luego de la aplicación de estos criterios se presenta en la **Figura 1c**. Un aspecto muy importante a considerar es que esta formación puede experimentar un aumento real en su superficie, ya que es la cobertura que aparece cuando el bosque de pantano es quemado (González 2004, Colonnello *et al.* 2009).

Amenazas

Una de las principales amenazas para esta formación vegetal, común a los bosques de pantano y a los bosques de palmas en el oriente del país, es la quema frecuente para la extracción de fauna y, en algunos casos para el clareo del área con el fin de facilitar el acceso a especies vegetales de interés comercial (**Fotos 4-6**) [González 2004, PDVSA & FUNINDES/USB 2004, Yerena *et al.* 2008, Colonnello *et al.* 2009]. Aún cuando el herbazal de pantano se expande por la quema de los bosques de pantano, las quemaduras recurrentes impiden el establecimiento de asociaciones florísticas típicas de un herbazal de pantano natural, forzando el ecosistema hacia una estructura simplificada tanto fisionómicamente como florísticamente, efecto reforzado por la lentitud de su tasa de recuperación (González 2004, Yerena *et al.* 2008). Adicionalmente, la exploración y la realización de actividades conexas con la industria petrolera se mantienen como una amenaza para todas las comunidades de esta región del país.



Foto 5. **Herbazal de pantano o eneal durante la quema. Inmediaciones del Parque Nacional Turuépano, estado Sucre.**
Giuseppe Colonnello

Los suelos propios del delta del Orinoco y sus áreas cercanas, son altamente sensibles a los cambios de las condiciones naturales (régimen hídrico y de oxido-reducción). Cualquier fluctuación que en ellos se registre puede generar alteraciones en la salinidad, la oxigenación y el pH, traduciéndose en perjuicios directos sobre éstas y todas las formaciones vegetales del delta y sus alrededores (González 2004, Monente & Colonnello 2004).

La principal amenaza para el herbazal de pantano del estado Zulia (pese a encontrarse dentro de un parque nacional) es la actividad agropecuaria. En la interpretación de las imágenes de satélite se pudo observar el aumento de la presión hacia esta área protegida, con disminución de la superficie de comunidades hacia los linderos del parque. Igualmente se mantiene la presión sobre los bosques de la región.

Conservación

De la superficie de los herbazales de pantano, 41% se encuentra en áreas protegidas de conservación y un 28% adicional en áreas protegidas con fines de manejo (**Figura 1c**). Los parques nacionales que albergan los herbazales de pantano son Turuépano, Delta del Orinoco y Ciénagas de Juan Manuel.

La inclusión de los herbazales de pantano en parques nacionales no ha evitado, en el caso del oriente del país, las recurrentes quemas que suelen hacer los warao, la etnia local. Del mismo modo, en el estado Zulia no cesan los daños a esta formación paulatinamente suplantada por actividades agropecuarias. Por consiguiente, es necesario buscar modalidades de desarrollo que permitan un uso sostenible de los recursos. La quema de ésta y otras formaciones del delta para la comercialización ilegal de fauna no debe ser tolerada. Los derechos ancestrales que las etnias tienen sobre las tierras que habitan, consagrados por la Constitución Nacional, deben respetarse sin que ello implique admitir prácticas devastadoras cuyas víctimas en primera instancia son, por cierto, los mismos pobladores originarios de estos territorios, que agotan el recurso del que depende su calidad de vida y a un plazo más amplio, su subsistencia.



Foto 6. **Herbazal de pantano o enéal después de quema. Inmediaciones del Parque Nacional Turuépano, estado Sucre.**
Giuseppe Colonnello

Herbazales arbustivos sobre arena blanca



Descripción

Los herbazales arbustivos sobre arena blanca son comunidades vegetales herbáceas y arbustivas particulares del Amazonas, que crecen sobre arenas cuarzosas blancas y están dominadas por hierbas de hoja ancha (Huber 1995c). Se encuentran en ambientes macrotérmicos ($> 24^{\circ}\text{C}$) y de alta pluviosidad ($> 1.400\text{ mm}$).

Este tipo de herbazales está asociado a suelos cuarcíticos, arenosos, muy ácidos, profundos y pobres en nutrientes, que con frecuencia permanecen anegados por limitaciones en el drenaje (Foto 1) [Riina & Huber 2003]. La cobertura vegetal es extremadamente variable, cambiando de penachos aislados de hierbas bajas (Foto 2) a densos prados de un metro o más de alto (Fotos 3 y 4). En la mayoría de los casos, el género *Schoenocephalium* (Rapateaceae) conforma el principal componente herbáceo. *S. cucullatum* está más generalizada en el centro del estado Amazonas (Foto 5), mientras que *S. teretifolium* predomina en los prados del Guainía y bajo Casiquiare. Otros miembros de Rapateaceae frecuentemente encontrados en estos prados son los géneros *Monotrema* y *Cephalostemon*, así como la especie endémica *Guacamaya superba* (Foto 6) que crece con muchas otras plantas de las familias Xyridaceae (*Xyris*, *Abolboda*), Eriocaulaceae (*Syngonanthus*, *Paepalanthus*, *Eriocaulon*) y Cyperaceae (*Bulbostylis*, *Rhynchospora*, *Lagenocarpus*). Las gramíneas son escasas, representadas principalmente por algunas especies de *Panicum* y *Axonopus* y el bambusoide *Steyermarkochloa angustifolia* (Huber 1995c, Riina & Huber 2003).

Suelen tener una flora leñosa rica y altamente especializada, que consiste principalmente de arbustos bajos y subarbustos (frutícos), entre cuyas especies hay numerosos endemismos (Foto 1) [Huber 1995c].

Distribución

Los herbazales arbustivos sobre arena se encuentran al sur de Venezuela y se ubican principalmente a lo largo del medio y bajo Ventuari, el bajo Casiquiare y los ríos Atabapo y Guainía, en Amazonas (Figura 1 y Tabla 1). Ocupan una extensión aproximada de 8.083 km^2 , que representan $0,9\%$ de la superficie de Venezuela. Desde el punto de vista de los paisajes vegetales, se encuentran esencialmente en la penillanura de los ríos Ventuari y Casiquiare. Por ser una formación definida por condiciones edáficas, su distribución es fragmentada, así como otras del sur de Venezuela (Figura 1).

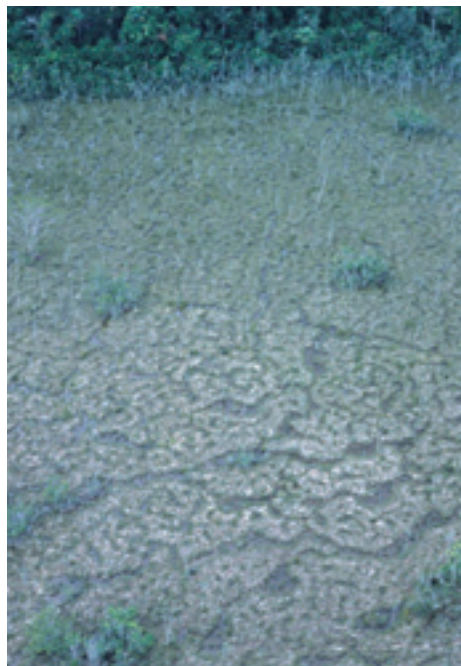


Foto 1. Patrón de drenaje laberíntico frecuente en herbazales sobre arena blanca, Alto Yagua, estado Amazonas. Otto Huber



Foto 2. Herbazal ralo sobre arena blanca con *Polygala* sp. (flores fucsia), *Xyris* sp. y *Rhynchospora* sp., Alto Yagua, estado Amazonas. Otto Huber



Foto 3. **Herbazal denso sobre arena blanca, Alto Yagua, estado Amazonas.**
Otto Huber



Foto 4. **Herbazal arbustivo sobre arena blanca con palma *Leopoldinia*, Ucata, río Orinoco, estado Amazonas.** Gustavo Romero

Situación

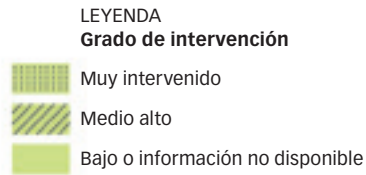
La superficie estimada para esta formación en 2010 es prácticamente el doble de la inferida a partir de Huber y Alarcón (1988), la cual fue de 4.732 km². Esta discrepancia plantea la necesidad de evaluaciones adicionales en el terreno, para validar los resultados obtenidos y afinar la calibración entre la respuesta espectral en las imágenes de satélite y este tipo de cobertura vegetal, especialmente si se considera la complejidad de esta región en términos de patrones de inundación, tipos de suelo y cobertura de nubes, entre otros aspectos.

Dada su ubicación limitada al Amazonas, los herbazales arbustivos sobre arena blanca tienen una distribución restringida. A pesar de ello, en términos de grado de amenaza y siguiendo el criterio C2 se trata de un ecosistema en la categoría Preocupación Menor (LC). Sin embargo, a diferencia de 1988 cuando toda el área fue calificada como “Sin Información”, para este análisis se detectaron áreas con intervención. Por ello, y dado lo peculiar de este sistema, es importante plantear su monitorización para poder evaluar los cambios en los niveles de alteración y aplicar los correctivos necesarios de forma oportuna, de ser requeridos.

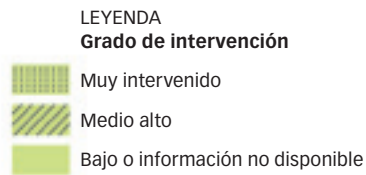
Amenazas

La escasa accesibilidad a las zonas donde se encuentran ubicadas estas formaciones vegetales implícitamente les confiere protección. Adicionalmente, la condición de los suelos (altamente acidificados, bajos en nutrientes y poco drenados) no los hacen particularmente llamativos para la siembra de conucos, por lo que no representan una amenaza para estas formaciones vegetales. Por ejemplo, el grupo étnico Maco, del bajo Ventuari, que construye sus churuatas en los herbazales de arena blanca, realiza sus actividades de búsqueda de recursos en los bosques adyacentes y son esencialmente cazadores (**Foto 7**). Su principal amenaza vendría dada por las actividades mineras que se puedan estar desarrollando en el área (Huber 1995b).

a) Distribución 1988¹
Estado Amazonas



b) Distribución 2010²
Estado Amazonas



c) Grado de amenaza 2010
Estado Amazonas

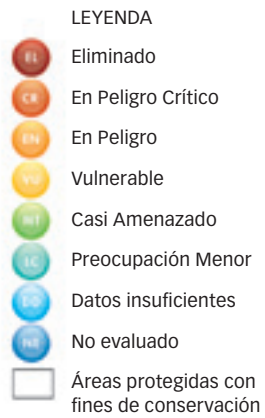


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los herbazales arbustivos sobre arena blanca en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (*vid supra.* cap. I, Figura 8)



Foto 5. Inflorescencia de *Schoenocephalum cucullatum*, especie más común de los herbazales de arena blanca, estado Amazonas. Otto Huber



Foto 7. Churuata del grupo étnico Maco, cuyos asentamientos están en los herbazales. Otto Huber



Foto 6. *Guacamaya superba*, género endémico de las Rapateaceae en herbazales de arena blanca. Otto Huber

Por otra parte, los cambios climáticos que podrían implicar a mediano y largo plazo alteraciones en el peculiar régimen de anegamiento, así como el implícito aumento de los meses secos de este ecosistema, asociado también con los cambios globales, pueden afectar severamente el funcionamiento ecológico de estos ambientes (Dore 2005). Estas dos condiciones pueden, a su vez, aumentar el riesgo de quemaduras recurrentes. Localmente, los parches de herbazales arbustivos sobre arena pueden ser eliminados por la explotación de minerales como el silicio (para la industria electrónica) y el oro, lo cual ya ocurre en el caño Yagua, base del cerro Yapacana.

Conservación

Aproximadamente 27% de esta formación se encuentra en áreas protegidas con fines de conservación (Figura 1c) y 8% adicional está asociado a áreas de protección con usos permitidos limitados. Considerando los efectos negativos de la explotación ilegal del oro, como ocurre en los linderos del PN Yapacana, así como una posible extracción de silicio, es necesario tomar medidas que garanticen el adecuado funcionamiento de las áreas protegidas en su gestión de resguardo de la biodiversidad.

Herbazales litorales



Foto 2. **Herbazal litoral interrumpido por salinas, extremo occidental de la península de Araya, estado Sucre.**
José Antonio González-Carcacia

220



Foto 1. **Herbazal litoral dominado por *Sporobolus virginicus*, playa de isla Larga, estado Carabobo.** Otto Huber



Descripción

Los herbazales litorales son comunidades vegetales asociadas a las costas marinas, cuya cobertura varía desde abierta hasta densa (**Foto 1**). En aquellos casos donde ocupan depresiones salinas de la costa, son denominados herbazales litorales halófitos, mientras que cuando cubren dunas arenosas de las playas, normalmente no inundadas por el agua marina, reciben el nombre de herbazales litorales psamófilos. Las especies más frecuentes en estas comunidades de baja diversidad son vidrio (*Batis maritima*), hierba de vidrio (*Salicornia fruticosa*, *Sesuvium portulacastrum*), saladillo (*Sporobolus virginicus*), bicho (*Blutaparon vermiculare*), cadillo (*Cenchrus echinatus*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), campanilla de playa (*Sesuvium portulacastrum*), batatilla de playa (*Ipomoea pes-caprae*), rabo de alacrán (*Heliotropium curassavicum*) y margarita de playa (*Egletes prostrata*) [Huber & Alarcón 1988, Steyermark 1994, Huber & Riina 1997].

En las zonas litorales se han encontrado también plantas parásitas como guatepajarito (*Phthirusa* sp.) y amor seco (*Cuscuta* sp.) [Steyermark 1994].

Distribución

Se distribuye a lo largo de la costa venezolana, con una mayor representación en Zulia, Falcón, Anzoátegui, Sucre, Nueva Esparta y las Dependencias Federales (**Figura 1, Tabla 1**). En los estados restantes el desarrollo de playa o línea de costa es muy escaso, debido a las fuertes pendientes de las montañas que limitan con el mar y la franja litoral es muy estrecha, por lo que es difícil de cartografiar, a menos que se trabaje a escalas de mucho detalle (Matteucci 1986). Esta comunidad se presenta con frecuencia asociada a los arbustales espinosos litorales,

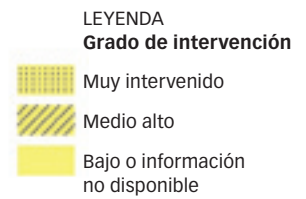


Estado	Superficie aproximada (km ²)	
	1988	2010
Anzoátegui	-	26
Dependencias Federales	5	5
Falcón	-	721
Nueva Esparta	128	53
Sucre	-	109
Zulia	459	510
Total	593	1.425

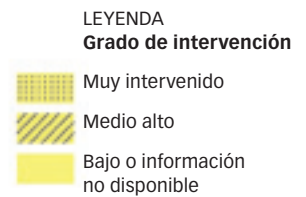
Tabla 1. Superficie estimada para los herbazales de pantano en Venezuela.

Fuente: Huber & Alarcón (1988) y Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)

a) Distribución 1988¹
Región costera



b) Distribución 2010²
Región costera



c) Grado de amenaza 2010
Región costera

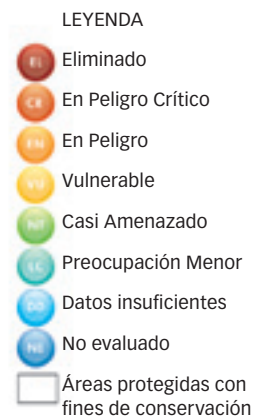


Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de los herbazales litorales en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Alarcón (1988), ²Huber & Oliveira-Miranda (vid. supra, cap. I: Figura 8)



Foto 3. **Herbazal litoral sobre franja de costa modificado por infraestructuras, isla de Margarita.** Kenyer Domínguez

lo que genera complejidad al momento de la definición de sus límites. Su cobertura estimada a partir de la interpretación de imágenes de satélite fue de 1.425 km², lo que representa menos de 0,2% de la superficie del país. Estos herbazales están asociados a la región paisajística Costas e islas y a sus dos subregiones: insular y costera (*vid. supra*, cap. I: Figura 9).

Situación

Por lo reducido de su superficie estimada, los herbazales litorales califican Vulnerable (VU) según el criterio C2. Con respecto a la detección de su grado de intervención, el proceso es muy complejo mediante el uso de imágenes de satélite, a menos que sólo se considere la eliminación directa del hábitat por el desarrollo de proyectos de infraestructura, como complejos habitacionales, turísticos, industriales, actividades agropecuarias, e instalación de camaroneras, entre otros.

Por las características inherentes a esta formación y por las limitaciones mencionadas, asociadas con la escala de trabajo, en Huber y Alarcón (1988) los herbazales litorales fueron mayormente considerados en forma conjunta con los arbustales xerófilos litorales y de manera esquemática se asoció prácticamente a toda la costa venezolana en una franja mayor a su superficie real (*vid. supra*, cap. I: Figura 6).

En este momento, dada la disponibilidad de imágenes de satélite de una resolución espacial superior, se pudo hacer una mejor distinción entre ellas, pero aún se requieren esfuerzos adicionales. Tomando en cuenta estos retos se procuró distinguir, con la información cualitativa contenida en el mapa de Huber y Alarcón (1988), la formación de herbazales de ese momento para realizar comparaciones generales con los datos de 2010 (**Figura 1 y Tabla 1**). En algunas localidades como de Falcón y otros estados, los valores para el herbazal en 1988

fueron subestimados, porque se tomó la decisión de asociar la superficie que se encontraba bajo el término vegetación litoral en Huber y Alarcón (1988) a los arbustales, cuando no era factible lograr la separación entre la formación arbustal y el herbazal litoral. (**Figura 1 y Tabla 1**).

En el ámbito de los estados, tanto en 1988 como en 2010, los herbazales litorales están amenazados según el criterio C2 (**Figura 1c**). Las Dependencias Federales califican En Peligro Crítico (CR), Falcón se ubica en Vulnerable (VU) y todos los demás estados califican En Peligro (EN).

Amenazas

Estas comunidades son afectadas principalmente por los desarrollos urbanos, turísticos, agropecuarios (incluyendo la instalación de camarónicas) e industriales (**Fotos 2 y 3**) que se dan en las costas de nuestro país, en especial cuando éstas implican la modificación de la franja litoral. Adicionalmente, su composición específica en muchos casos se ve afectada por la presencia de contaminantes en el agua o cambios en la concentración de sales, debidos a diferentes actividades humanas. Otra de las amenazas más comunes es la instalación de vertederos de desechos sólidos (basureros) sin los respectivos controles, así como el paso de vehículos (motos y automóviles) por áreas sin rutas predefinidas (**Foto 4**). Sin embargo, es importante acotar que la gran mayoría de estas plantas parecen ser muy resistentes y poseer una alta resiliencia, de manera que, al finalizar una perturbación, se recuperan con relativa facilidad.

Un nuevo problema que afecta a las costas venezolanas y por ello a los herbazales litorales es la acumulación de desechos transportados por la deriva y las corrientes de mar, generando en muchos casos grandes perturbaciones sobre el sistema (**Foto 5**).

Conservación

El porcentaje de esta formación que se encuentra en áreas protegidas con fines de conservación corresponde a 13 % de su superficie (**Figura 1c**) y un 0,8% adicional se encuentra bajo figuras de conservación con usos permitidos limitados. La Ley de zonas costeras protege la franja terrestre de la costa hasta 500 m medidos perpendicularmente desde la proyección vertical de la línea de más alta marea, hacia la costa (Venezuela 2001). La misma regula y limita los desarrollos sobre esta franja, así como en el área acuática adyacente, lo que contribuye al resguardo de los herbazales costeros y la diversidad asociada a ellos.



Foto 4. **Franja costera alterada por paso de vehículos, isla de Margarita.**
Kenyer Domínguez



Foto 5. **Herbazal litoral con desechos arrastrados por las corrientes, costa de isla de Coche.**
César Molina

VEGETACIÓN SAXÍCOLA



Foto 1. **Vegetación saxícola pionera en superficies rocosas, tepuy Roraima, estado Bolívar.** Christian Ceccarelli Navarro

Descripción

Esta formación se encuentra constituida por comunidades vegetales altamente especializadas que crecen sobre substratos rocosos en el sur de Venezuela. Comprende dos ambientes rocosos muy diferentes: 1) las comunidades vegetales que crecen sobre los afloramientos rocosos graníticos en las tierras bajas macrotérmicas ($>24^{\circ}\text{C}$), y 2) las comunidades vegetales adheridas a las paredes y superficies rocosas de las cimas de los tepuyes en regímenes desde mesotérmico ($12-24^{\circ}\text{C}$) hasta submicrotémico ($9-12^{\circ}\text{C}$) [Riina & Huber 2003].

La primera descripción científica de los afloramientos graníticos amazónicos (lajas) fue proporcionada por Humboldt en el relato de su viaje al Alto Orinoco. La coloración negra, intensa y brillante de las lajas le indujo a proponer que se trataba de una costra de manganeso depositada por el agua del río Orinoco sobre estas rocas (Humboldt 1956). Humboldt también notó que las plantas que crecían sobre ellas, en un ambiente sumamente caluroso y con fuertes limitaciones hídricas, eran muy extrañas y virtualmente todas sus colecciones botánicas, realizadas principalmente en las lajas de Atures y Maypures, resultaron ser nuevas para la ciencia.





Foto 2. **Bromelia** endémica (*Pitcairnia graniticola*), casmófito de la serranía de Maigualida, estado Bolívar. Otto Huber



Foto 3. **Vegetación saxícola de laja, estado Amazonas.** Andreas Gröger

La vegetación saxícola de las zonas bajas presenta una notable diferenciación florística. Varias familias, como Bromeliaceae, Melastomataceae, Apocynaceae y Bombacaceae tienen especies endémicas a este hábitat (Huber 1995c). De hecho, la concentración de estas comunidades especializadas, en los alrededores de Puerto Ayacucho, animó a Steyermark (1979) a proponer la existencia de un centro de diversificación llamado "Atures". La vegetación arraigada en estas lajas presenta una secuencia sucesional característica determinada por los microhábitats: pionera sobre la roca abierta con cianobacterias, líquenes y musgos (**Foto 1**); colonias efímeras de *Utricularia*, *Genlisea* y *Mayaca* en las depresiones someras; pionera casmófito en grietas y canales de drenaje sobre la roca con colonias más o menos extensas de bromelias (**Foto 2**); pionera fruticosa en depresiones con hierbas poiquilohidas y pequeños arbustos; y bosquesillos más o menos desarrollados en depresiones más grandes, dominados por bombacáceas, bignoniáceas, rubiáceas y la palma *Syagrus orinocensis* (Gröger 1994).

Los ambientes rocosos altotepuyananos son mayormente de cuarcitas y/o areniscas precámbricas del grupo Roraima. Estas rocas, al disgregarse en el proceso de meteorización, virtualmente no liberan minerales nutrientes y apenas producen granos de sílice pura una vez disuelto el cemento que las unía en las finas capas de sedimentación. Por lo tanto, las plantas que crecen sobre estas rocas deben obtener sus nutrientes de las aguas de escorrentía, o de la materia orgánica que se acumula en las fisuras y pequeñas grietas del substrato rocoso (Gröger 1994, Huber 1995c).

El color negruzco típico de las areniscas expuestas en las cumbres de los tepuyes se debe a la vegetación saxícola pionera formada por las algas verdiazules o cianobacterias. A estos colonizadores les siguen algunos líquenes fruticosos, y crustáceos de los géneros *Siphula*, *Caloplaca*, *Xanthoparmelia* y *Usnea*. En depresiones algo más profundas o en grietas más anchas pronto se instalan plantas vasculares que también forman parte de estas comunidades saxícolas; las especies más importantes pertenecen a las Bromeliaceae, en especial varias plantas endémicas de los géneros *Lindmania*, *Navia* y *Brocchinia*. En la siguiente etapa de colonización intervienen, mayormente, plantas fanerógamas que ocupan los espacios abiertos entre las fisuras y las depresiones en las cuales se han ido acumulando detritos producidos por las algas y los líquenes (Riina & Huber 2003).

También destacan algunas montañas altas no típicamente tepuyananas, como las sierras graníticas de Maigualida entre Bolívar y Amazonas, con extensas superficies rocosas abiertas (del granito de Sta. Rosalía) y con una flora y vegetación saxícola similar a la encontrada en las cumbres tepuyananas, pero con algunas especies endémicas peculiares.

a) Distribución 2010¹
Sur del Orinoco



- LEYENDA
- Vegetación saxícola**
- ▲ En tierras bajas
 - En tierras medias y altas

b) Grado de amenaza 2010
Sur del Orinoco



- LEYENDA
- Eliminado
 - En Peligro Crítico
 - En Peligro
 - Vulnerable
 - Casi Amenazado
 - Preocupación Menor
 - Datos insuficientes
 - No evaluado
 - Áreas protegidas con fines de conservación

Figura 1. **Distribución y grado de amenaza de la vegetación saxícola en Venezuela.**
Fuente: ¹Huber & Oliveira-Miranda (*vid. supra*, cap. I: Figura 8)



Foto 4. Laja San Borja con proceso avanzado de colonización arbórea, entre El Burro y Puerto Ayacucho, estado Amazonas. Giuseppe Colonnello

Distribución

Los afloramientos rocosos graníticos o lajas son muy comunes en todo el borde noroccidental del Escudo Guayanés (**Figura 1**). Se ubican mayormente en el norte y centro de Amazonas y en zonas aledañas a Bolívar y Apure. Estas rocas metamórficas antiquísimas (arqueanas) del basamento guayanés pertenecen mayormente al grupo Cuchivero y al batolito de Parguaza. Son rocas ácidas con discretos tenores de feldespato que liberan minerales nutrientes durante el proceso de meteorización. Usualmente se presentan en forma de domos semiesféricos de hasta 200 y 300 m de elevación, con superficies irregulares a veces fuertemente inclinadas, otras veces más bien aplanadas y con un microrelieve ondulado (Zinck, *com. pers.*) (**Foto 3**). Están mayormente rodeadas por la matriz boscosa de las tierras bajas amazónicas, pero también pueden resaltar vistosamente en las sabanas (**Foto 4**). Las lajas forman un llamativo tipo de paisaje en todo el trecho del Orinoco medio, que va desde los raudales de Maypures en el sur hasta más allá de la confluencia con el río Apure en el norte, especialmente a lo largo de la ribera meridional (**Foto 5**).

La vegetación saxícola de las cumbres tepuyanas se encuentra sobre cuarcitas y areniscas desnudas y predomina, especialmente, en las altas planicies de los tepuyes orientales (Roraima, Kukenán, Ilú y Tramen), la serranía de Los Testigos, Ptari-tepui, el extremo oriental del Auyán-tepui, Aprada-tepui y algunas de las cumbres altas del macizo del Chimantá (**Figura 1**). Superficies rocosas abiertas también se encuentran, frecuentemente, sobre las numerosas cumbres de la serranía granítica de Maigualida, pero son menos abundantes sobre las cumbres de los tepuyes, tanto en el caso de los amazónicos como en los del sur y suroeste del estado Bolívar (Riina & Huber 2003).

En su conjunto, la vegetación saxícola del sur de Venezuela se distribuye en tres regiones (B, C y D) y dentro de éstas, en las subregiones B2 (Apure), B5 (Amazonas), C1 (Amazonas y Bolívar), C2 (Bolívar) y D7 (Bolívar y Amazonas).



Foto 5. **Arbustos saxícolas en parte deciduos sobre una laja de montaña del raudal Gavilán en el río Gavilán, cuenca del río Cataniapo, rodeada por bosque, estado Amazonas.** Gustavo Romero

Situación

En la vegetación saxícola de las superficies rocosas de los tepuyes es casi imposible detectar cambios a través de las imágenes de satélite utilizadas y con los métodos ensayados. Con base en la extensión estimada, esta formación vegetal ocupa una superficie menor a 2.000 km², por lo que califica Vulnerable (VU) de acuerdo al criterio C2. Si bien es cierto que muchos de los parches son inaccesibles y permanecen casi íntegros, algunas áreas como las cimas de los tepuyes Roraima y Kukenán presentan una situación de riesgo mayor con amenazas específicas.

La vegetación saxícola de zonas bajas está distribuida sobre un gran número de puntos (lajas) bastante aislados entre sí. Por lo tanto, la gran mayoría de estos ecosistemas no presenta riesgo evidente. Por el contrario, las lajas cercanas a centros poblados están comenzando a sufrir impactos de intensidad variable, como la alteración del sustrato para la instalación de rancherías (especialmente en Puerto Ayacucho), la explotación masiva de roca en canteras (río Parguaza), la tala y eliminación de la vegetación leñosa, la cosecha de orquídeas con fines comerciales y las actividades recreacionales vinculadas al automovilismo, como los *rallies* y los recorridos en grupos de motociclismo (Piedra Elefante, estado Bolívar). Igualmente perjudicial resulta la extracción de lombrices en los suelos orgánicos acumulados en depresiones de las lajas y la consecuente destrucción de la vegetación original.

Amenazas

La vegetación saxícola de las cumbres tepuyanas está poco amenazada, sin embargo el turismo representa una amenaza cierta y verificable. En tepuyes como Roraima, Auyantepui, Autana y Kukenán, se aprecia el deterioro de la vegetación saxícola, en especial en la zona de acampado, producto del pisoteo de los turistas. Los desechos orgánicos allí depositados por los ocasionales visitantes (heces, orina, basura) cambian radicalmente el equilibrio químico que sustenta a las comunidades saxícolas. Se estima que el daño generado es casi irreversible, debido a la fragilidad intrínseca de este tipo de vegetación y a la extrema pobreza de los suelos

donde se arraiga. Adicionalmente se ha reportado la extracción ilegal de plantas carnívoras (Riina & Huber 2003).

La vegetación saxícola de las zonas bajas está sujeta a otro tipo de perturbaciones, que se traducen en serias amenazas para los ecosistemas cercanos a centros poblados. Se estima que la gran mayoría de las lajas de los alrededores de Puerto Ayacucho llegarán a estar cubiertas por rancherías, y quedarán reducidas a unas pocas placas rocosas desnudas, sin cobertura vegetal o desmanteladas luego de su explotación minera.

Conservación

Todas las zonas cubiertas por vegetación saxícola de las cumbres tepuyanas se encuentran protegidas en parques nacionales, monumentos naturales y reservas de biosfera, lo cual debería asegurar la protección de este bioma (Riina & Huber 2003) [Figura 1]. Sin embargo, las lajas más biodiversas y altamente especializadas se encuentran en el triángulo formado por San Fernando de Atabapo, la boca del río Sinaruco en el río Orinoco, y Urbana y San Fernando de Atabapo, donde no existen áreas protegidas (Steyermark 1979).

La vegetación saxícola de zonas bajas está sub-representada en el sistema nacional de áreas protegidas de conservación (Figura 1), a excepción de los monumentos naturales Piedra de la Tortuga y Piedra del Cocuy, y el RFS de la Tortuga Arrau, de una superficie total menor a 100 km² (Gröger 1994).

Bibliografía

- Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray & E. Sala (2008). Mangroves in the Gulf of California Bibliografía
- Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray & E. Sala (2008). Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *PNAS* 105(30): 10456-10459.
- Acevedo, M., M. Ataroff, S. Monteleone & C. Estrada (2003). Heterogeneidad estructural y lumínica del sotobosque de una selva nublada andina de Venezuela. *Interciencia* 28(7): 394-403.
- Acosta, C., A. Mondragón & H. Alvarado (2008). Contribución de la flora arbórea de un sector del bosque ribereño "Los Letreros" Estado Trujillo, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 52: 21-31.
- Anónimo (2010). Plan de Reforestación para Venezuela. Primeras Noticias Información Didáctica. Educared, Centro de Comunicación y Pedagogía, Asociación de Prensa Juvenil: Barcelona, España. 2 pp.
- Aponte, C. & V. Salas (2003). Estado de Conservación del Parque Nacional Terapaima. Bioparques: Caracas. 27 pp.
- Arismendi, J. (2007). Presentación geográfica de las formas de relieve. Pp.128-183. En: M. Aguilera, R. Anderssen, J. Arismendi, J. Córdoba Rodríguez, G. Elizalde, A.J. Gabaldón, M. González Sanabria, A. Hernández Arocha, O. Huber, V. Jiménez, J. Méndez Baamondes, N. Orihuela Guevara, R. Pérez-Hernández, A. Rosales, J. Vitoria & L. Vivas. *Geo Venezuela*. Tomo 2: Medio físico y recursos ambientales. Fundación Empresas Polar: Caracas. 752 pp.
- Ataroff, M. (2003). Selvas y bosques de montaña. Pp. 762-810. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela*. Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Ataroff, M. & L. Sarmiento (2004). Las unidades ecológicas de los Andes de Venezuela. Pp. 11-26. En: E. La Marca & P. Soriano (eds.). *Reptiles de Los Andes de Venezuela*. Fundación Polar, Conservación Internacional, CODEPRE-ULA, Fundacite Mérida, BIOGEOS: Mérida, Venezuela.
- Ataroff, M. & J. F. Silva (eds.) (2005). *Dinámica Hídrica en Sistemas Neotropicales*. ICAE, Universidad de Los Andes: Mérida, Venezuela.
- Atlas Forestal de Venezuela (1961). Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría: Caracas.
- Azócar, A. & M. Fariñas (2003). Páramos. Pp. 716-733. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela*. Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Badillo, A. (1997). Zonas de vida del Parque Nacional Henri Pittier, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 23: 249-270.
- Berteroán, J.L. (ed.) (2003). Reserva Forestal Imataca: ecología y bases técnicas para el ordenamiento territorial. MARN. 208 pp.
- Bevilacqua, M., L. Cárdenas, L. Hernández, A. Manzutti, M. Miranda, J. Ochoa, M. Rodríguez & E. Selig (2002). Situación de los Bosques en Venezuela: La región Guayana como caso de estudio. World Resources Institute (Washington, D.C.), Fundación Polar (Caracas). 132 pp.
- Bevilacqua, M., L. Cárdenas, L. Chacón, V. Behm & F. Rojas-Suárez (eds.) (2005). Mapa de las Áreas protegidas de Venezuela. En: M. Bevilacqua, L. Cárdenas & D.A. Medina (2006). *Las Áreas Protegidas de Venezuela: Diagnóstico de su condición, 1993-2004*. Asociación Venezolana para la Conservación de Áreas Naturales (ACOANA), Conservación Internacional Venezuela (CI), Fundación Empresas Polar, Comité Venezolano de la Unión Mundial para la Naturaleza Venezuela (UICN): Caracas. 165 pp.
- Bevilacqua, M., L. Cárdenas & D.A. Medina (2006a). *Las Áreas Protegidas de Venezuela: Diagnóstico de su Condición, 1993-2004*. Asociación Venezolana para la Conservación de Áreas Naturales (ACOANA), Conservación Internacional Venezuela (CI), Fundación Empresas Polar, Comité Venezolano de la Unión Mundial para la Naturaleza Venezuela (UICN): Caracas. 165 pp.
- Bevilacqua, M., D.A. Medina & L. Cárdenas (2006b). Manejo de recursos comunes en áreas protegidas, tierras y hábitats indígenas en Venezuela: pensando más allá de los procesos de demarcación. *Antropológica* 105-106: 161-184.
- Bermúdez, A., J. Gámez, R. Briceño & A. Rial (2008). Conservación y aprovechamiento de plantas medicinales en huertas familiares, en comunidades de Calderas, Estado Barinas. *Talleres* 11: 12-23.
- Bisbal, F.J. (1988). Impacto humano sobre los hábitats de Venezuela. *Interciencia* 13(5): 226-232.
- Briceño, E., L. Balbás & J.A. Blanco (1997). Bosques ribereños del bajo Río Caura: vegetación, suelos y fauna. *Scientia Guaianae* 7: 259-289.
- Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice & G.A.B. da Fonseca (2001). Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291: 125-128.
- Calzadilla, J.J. & A. Lárez R. (2008). Flora y vegetación de la cuenca alta del Río Aragua, Municipio Piar, estado Monagas, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 31(1): 251-272.
- Cárdenas, J.J., E. Klein & D. Esclasans (eds.) (2010). Identificación de Prioridades de Conservación asociadas a los Ecosistemas de la Fachada Atlántica y a su Biodiversidad. The Nature Conservancy Venezuela, Universidad Simón Bolívar: Caracas, Venezuela (en prensa).
- Casler, C.L. & A. Castellano (2008). Preservando La Fauna En El Sistema Del Lago De Maracaibo. *Boletín Del Centro De Investigaciones Biológicas (Universidad del Zulia, Maracaibo)* 42(2): 281-298.
- Castillo, R. & C. Aponte (2004). Perfil de Área Protegida-Venezuela. Parque Nacional Guatopo [en línea]. ParksWatch-Venezuela. Disponible en < www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/gtnp_spa.pdf>
- Catalán, A. (1993). El proceso de deforestación en Venezuela, entre 1975 y 1988. Serie informes técnicos DGSIASV / IT / 338. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). 32p.
- Colonnello, G. (1995). La vegetación acuática del delta del Río Orinoco (Venezuela). Composición florística y aspectos ecológicos (I). *Mem. de la Soc. de Cienc. Naturales La Salle* 55 (144): 3-34.
- Colonnello, G. (2004). Las planicies deltaicas del río Orinoco y golfo de Paria: aspectos físicos y vegetación. Pp. 37-54. En: C.A. Lasso, L.E. Alonso, A.L. Flores & G. Love (eds.). *Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela*. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation International: Washington, D.C.
- Colonnello, G., M.A. Oliveira-Miranda, H. Álvarez & C. Fedón (2009). Parque Nacional Turuépapo, Estado Sucre, Venezuela. Sus unidades de vegetación y estado de conservación. *Mem. de la Soc. de Cienc. Naturales La Salle* 172: 5-35 [2010].
- Conde, J.E. & C. Alarcón (1993). Los manglares de Venezuela. Pp. 199-229. En: L.D. Lacerda (ed.). *Conservación y aprovechamiento sostenible de bosques de manglar en las regiones América Latina y África*. Ecosistemas de manglares. Informes técnicos. Volumen 2. Proyecto ITTO/ISME PD114/90(F). 256 pp.
- Conde, J.E. & C. Carmona-Suárez (2003). Ecosistemas Marino-Costeros. Pp. 862-883. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela*. Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Corrales, M.E. (ed.) (2004). La cuenca del río Caroní. Corporación Venezolana de Guayana (CVG)-Electricidad del Caroní (EDELCA). 243 pp.
- Cuello, N. (2002). Los bosques del parque nacional Gurumacal, estado Trujillo, Venezuela: testigos del desarrollo sostenible dentro de la región andina y llanera. IV Simposio Internacional de Desarrollo Sostenible. Mérida, Venezuela.

- CVG-EDELCA (2004). La cuenca del río Caroní: una visión en cifras. Gerencia de Gestión Ambiental de CVG-EDELCA, María Elena Corrales (ed.). Editorial ExLibris: Caracas. 244 pp.
- Dávalos, A.L. (2010). Distribución Geográfica Contemporánea de Los Manglares en la Costa Caribe de Venezuela. Trabajo de Grado, Maestría en Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela. 142 pp.
- De Oliveria-Miranda, R.M. (2008). Los parques nacionales como instrumento de conservación. Caso de estudio Parque Nacional Macarao. Tesis especial de Grado, Universidad Simón Bolívar. Caracas. 68 pp.
- Díaz, W. (2007). Composición florística y estructura de bosques en los asentamientos campesinos Las Delicias, El Guamo y Lechozal, Estado Bolívar, Venezuela. *Ernstia* 17(1): 1-24.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder & G. Ledec (1995). Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecoregiones Terrestres de América Latina y el Caribe. The World Bank, The World Wildlife Fund: Washington, D.C. 135 pp.
- Dore, M.H.I. (2005). Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International* 31(8): 1167-1181.
- Duno de Stefano, R., G. Aymard & O. Huber (2007). Exploraciones botánicas en los llanos venezolanos. Pp. 47-58. En: R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (eds.). Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela. Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA), Fundación Empresas Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser (FIBV): Caracas, Venezuela.
- Durán, C. L. & C. Castaño (eds.). (2002). Congreso Mundial de Páramos. Memorias, Tomo II. 13-18 may. 2002, Paipa (Boyacá), Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Conservación Internacional Colombia (CI-Colombia). 1188 pp.
- Espinoza, Y. & A. Castillo (2005). Catálogo dendrológico del bosque semideciduo de las colinas del Jardín Botánico de Caracas, Venezuela. Memorias II Congreso Internacional de Bosque Seco / V Congreso ecuatoriano de Botánica / III Congreso de Conservación de la biodiversidad de los Andes y de la Amazonia. 14 al 17 de noviembre de 2005. www.bosquesecoybotanica2005.org.ec. 149 pp.
- Fajardo, L. (2007). Bases ecológicas para la restauración de bosques secos tropicales en la Península de Macanao, Isla de Margarita. Tesis de Grado, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Estudios Avanzados. Caracas. 171 pp.
- Fajardo, L., V. González, J.M. Nassar, P. Lacabana, C.A. Portillo, F. Carrasquel & J.P. Rodríguez (2005). Tropical dry forests of Venezuela: characterization and current conservation status. *Biotropica* 37(4): 531-546.
- Fernández, A., G. Colonnello & E. Guzmán (2007). Inventario de la diversidad florística de un sector del curso medio del río Palmar, estado Zulia. *Rev. Fav. Agron. (LUZ)* 24 (Supl. 1): 415-421.
- Franco, W. & C.J. Sharpe (1996). Venezuela. Pp. 312-321. En: C.S. Harcourt & J.A. Sayer (eds.). *The Conservation Atlas of Tropical Forests: The Americas*. Simon & Schuster: New York.
- García Castro, A.A. & H.D. Heinen (1999). Planificando el desastre ecológico: Impacto del cierre del caño Mánamo para las comunidades indígenas y criollas del Delta Occidental (Delta del Orinoco, Venezuela). *Antropológica* 91: 31-56.
- Gentry, A.H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Pp. 146-194. En: S. Bullock, H. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge Univ. Press: Cambridge.
- González, V. (2003). Delta del Orinoco. Pp. 900-917. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela. Tomo II*. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- González, V.B. (2004). La vegetación de la Reserva de Biosfera. Pp. 31-112. En: *Ambioconsult* (ed.). *Evaluación ecológica rápida de la vegetación en la reserva de biosfera del delta del Orinoco para su conservación y uso sustentable*. Proyecto 072204-410-i04. PNUD. Ministerio de los Recursos Naturales Renovables, Proyecto Reserva de Biosfera Delta del Orinoco.
- González-Jimenez, E. (2003). Humedales Continentales. Pp. 885-902. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela. Tomo II*. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Gröger, A. (1994). Análisis preliminar de la flórua y Vegetación del Monumento Natural "La Tortuga", Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Bot. Venezuelica* 17(1): 128-153.
- Guerra, M. & M. Pietrangeli (2007). Caracterización florística de las comunidades forestales ribereñas presentes en un sector de la cuenca media del Río Socuy, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Fav. Agron. (LUZ)* 24 (Supl. 1): 427-434.
- Hamilton, L.S., J. Steyermark, J.P. Veillon & E. Mondolfi (1977). Conservación de los bosques húmedos de Venezuela. 3ra. ed. Sierra Club, Consejo de Bienestar Rural, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables: Caracas. 181 pp.
- Hernández-Montilla, M. (2010). Estimación del riesgo de extinción de los hábitat terrestres de la cuenca de los ríos lajas y palmar del Estado Zulia. Trabajo Especial de Grado, Universidad del Zulia. 79 pp.
- Hoegh-Guldberg, O., L. Hughes, S. McIntyre, D.B. Lindenmayer, C. Parmesan, H.P. Possingham & C.D. Thomas (2008). Assisted colonization and rapid climate change. *Science* 321(5887): 345-346.
- Houngton, R.A. & J.L. Hackler (1995). Continental scale estimates of the biotic carbon flux from land cover change: 1950-1980. ORNL DIAC-79. Oak Ridge National Laboratory: Oak Ridge, TN.
- Huber, O. (1976). Pflanzenökologische Untersuchungen im Gebirgsnebelwald von Rancho Grande (Venezolanische Küstenkordillere). Universität Innsbruck. 127 p.
- Huber, O. (1986a). La selva nublada de Rancho Grande Parque Nacional Henri Pittier. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. 288 pp.
- Huber, O. (1986b). La vegetación de la cuenca del Caroní. *Interciencia* 11: 301-310.
- Huber, O. (1989). Shrublands of the Venezuelan Guayana. Pp. 271-285. En: L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen & H. Balslev (eds.). *Tropical forest: Botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press: London & N.Y.
- Huber, O. (1992). El macizo de Chimantá, Escudo de Guayana, Venezuela. Un ensayo ecológico tepuyano. Oscar Todtmann Editores: Caracas. 343 pp.
- Huber, O. (1995a). Mapa de vegetación de la Guayana Venezolana. Escala 1:2.000.000. CVG EDELCA, Missouri Botanical Garden. Ediciones Tamandúa: Caracas.
- Huber, O. (1995b). Conservation of the Venezuelan Guayana. Pp. 193-218. En: P.E. Berry, B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1: Introduction*. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon.
- Huber, O. (1995c). Vegetation. Pp. 97-160. En: P.E. Berry, B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1: Introduction*. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri & Timber Press: Portland, Oregon.
- Huber, O. (2007). Sabanas de los Llanos venezolanos. Pp. 73-86. En: R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (eds.). *Flora vascular de los Llanos de Venezuela*. FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV: Caracas. 738 pp.
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de vegetación de Venezuela 1:2.000.000. The Nature Conservancy, MARNR. Oscar Todtmann Editores: Caracas.

- Huber, O. & M.N. Foster (eds.) (2003). Prioridades de Conservación para el escudo de Guayana. Consenso 2002. Conservation international. 101 pp.
- Huber, O. & R. Riina (1997). Glosario Fitoecológico de las Américas. Vol. I América del Sur: países hispanoparlantes. UNESCO, Fundación Instituto Botánico de Venezuela: Caracas. 500 pp.
- Hueck, K. (1966). Mapa de la Vegetación de la República de Venezuela 1:2.000.000. MARNR, Dirección de Cartografía Nacional. Atlas de Venezuela Edición 1979. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigaciones y Capacitación. Mérida.
- Humboldt, A. von (1956). Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente. Vol. 4. [Traducción] L. Alvarado. Ediciones del Ministerio de Educación: Caracas.
- INE (2001). XIII Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística (INE): Caracas, Venezuela.
- Jácome, A. (2002). Evaluación del efecto del cambio de cobertura y uso de la tierra sobre la producción de sedimentos en la cuenca del río Caramacate (subcuenca portante del embalse Camatagua). Trabajo de ascenso, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 159 pp.
- Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrena, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito & A. Tovar (2009). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAVH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL: Lima.
- Klein, E. & J.J. Cárdenas (eds.) (2009). Identificación de Prioridades de Conservación asociadas a los ecosistemas de la Fachada Atlántica y a su Biodiversidad. Informe técnico. Universidad Simón Bolívar, The Nature Conservancy, Chevron: Caracas. 337 pp.
- Lamprecht, H. (1954). Estudios Silviculturales en los Bosques del Valle de La Mucuy, cerca de Mérida. Ed. Fac. Ingeniería Forestal, Universidad de Los Andes: Mérida, Venezuela.
- Lentino, M. & A.R. Bruni (1994). Humedales Costeros de Venezuela: Situación Ambiental. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela: Caracas. 188 pp.
- Lentino, M., D. Esclasans & F. Medina (2005). Áreas Importantes para la Conservación de Aves en Venezuela. Pp. 621-730. En: BirdLife International & Conservation International (eds.). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife N° 14): Quito, Ecuador.
- Llamosas, S., R. Duno de Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz (2003). Libro Rojo de la Flora Venezolana. Provia, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser: Caracas. 555 pp.
- López, J., E. Pernía & E. Pozzobón (1996). Avance de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas, Venezuela, entre 1987 y 1994. Revista Forestal Venezolana 40(2): 29-36.
- Maguire, B., D.B. Lellinger, G. Agostini, T. Koyama, J.G. Wessels-Boer, G. Harling, R.C. Barneby, J.J. Wurdack, G.T. Prance, A. Aubréville & J.A. Steyermark (1972). The Botany of the Guayana Highland [IX]. Memoirs of the New York Botanical Garden 23: 1-832.
- MARN (2000). Primer informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales: Caracas.
- MARNR (1982). Mapa de la vegetación actual de Venezuela. En: Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001, Serie II: Los Recursos Naturales Renovables y las Regiones Naturales. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR): Caracas. 231 pp.
- MARNR (1986). Conservación y manejo de los manglares costeros en Venezuela y Trinidad-Tobago 1985. Serie Informes Técnicos DGIIA-IT-259. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR): Caracas.
- MARNR (1992). Áreas Naturales Protegidas de Venezuela. Serie Aspectos Conceptuales y Metodológicos DGSP/OA/ACM/01. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR): Caracas.
- Matteucci, S. (1986). Las zonas áridas y semiáridas de Venezuela. Zonas Áridas 4: 39-48.
- Matteucci, S. (1987). The vegetation of Falcón State, Venezuela. Vegetatio 70: 67-91.
- Medina, E. & F. Barboza (2006). Lagunas costeras del Lago de Maracaibo: distribución, estatus y perspectivas de conservación. Ecotrópicos 19(2): 128-139.
- Molinillo, M. & M. Monasterio (2002). Patrones de vegetación y pastoreo en ambientes de páramo. Ecotrópicos 15(1):19-34.
- Monasterio, M. & S. Reyes (1980). Diversidad ambiental y variación de la vegetación en los páramos de los Andes venezolanos. Pp. 47-91. En: M. Monasterio (ed.). Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Universidad de Los Andes: Mérida, Venezuela.
- Monente, J.A. & G. Colonnello (2004). Consecuencias ambientales de la intervención del delta del Orinoco. Pp. 114-124. En: C.A. Lasso, L.E. Alonso, A.L. Flores & G. Love (eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation International: Washington, D.C.
- Moreno-Urdaneta, C.L. (2006). Deterioro Ambiental y Marginalidad Económica y Social de los Pobladores de la Subcuenca del Río Caramacate. Estado Aragua, Venezuela [en línea]. Disponible en: <<http://www.alasru.org/cdalasru2006/14%20GT%20Carmen%20Leonor%20Moreno%20Urdaneta.pdf>>
- Mueller, J.M. & J.J. Hellmann (2008). An assessment of invasion risk from assisted migration. Conservation Biology 22(3): 562-567.
- Murphy, P.G. & A.E. Lugo (1986). Ecology of tropical dry forest. Annals Review of Ecology and Systematics 17: 67-68.
- Naveda, J.A. & E. Yerena (2010). Sistema de Parques Nacionales de Venezuela: una evaluación aproximada de su situación actual. Pp. 225-246. En: A. Machado-Allison (ed.). Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Embajada de Finlandia en la República Bolivariana de Venezuela: Caracas, Venezuela.
- Nogué, S., V. Rull & T. Vegas-Vilarrúbia (2009). Modeling biodiversity loss by global warming on Pantepui, northern South America: projected upward migration and potential habitat loss. Climatic Change 94(1): 77-85.
- Noss, R.F. (1996). Ecosystems as conservation targets. Trends in Ecology and Evolution 11: 351.
- OCEI (1999). Censo Agrícola. Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI). Venezuela.
- Oliveira-Miranda, M.A., M. Riveros-Caballero, R. Lazo (2010). Análisis espacial e identificación de áreas vulnerables a la desertificación en Venezuela mediante modelaje en SIG. Proyecto Recuperación de Áreas del Caribe en proceso de Desertificación. Fase I: Diagnóstico de Áreas Vulnerables y en proceso de Desertificación mediante el uso de un SIG. Informe Componente SIG. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. 99 pp.
- Orians, G.H. (1993). Endangered at what level?. Ecological Applications 3: 206-208.
- PDVSA (1992). Imagen de Venezuela. Una Visión Espacial. Petróleos de Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 271 pp.
- PDVSA & FUNINDES/USB (2004). Caracterización ambiental de los parques nacionales península de Paria y Turuépapo. Instituto de Recursos Naturales Renovables (USB): Caracas, Venezuela. 128 pp.
- Plonczak, M. (1998). Tipos de bosque y su presión de uso en Venezuela. Quebracho 6: 69-74.
- Proyecto Cima (2008). Rescatando el Tepuy Roraima. Proyecto Cima [en línea]. Consultado el <29 oct. 2010: 21:35> en <<http://www.inparques.gob.ve>>

- Ramía, M. (1967). Tipos de sabanas en los Llanos de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 27(112): 264-288.
- Ramía, M. (1993). Ecología de las sabanas del Estado Cojedes: Relaciones vegetación-suelo en sabanas secas. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Colección Cuadernos FLASA, Serie Ciencia y Tecnología N° 4. Caracas. 99 pp.
- Riina, R. & O. Huber (2003). Ecosistemas exclusivos de la Guayana. Pp. 828-861. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela. Tomo II.* Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Riveros Caballero, M., L.E. Sánchez & J. Paolini (eds.) (2007). *Memoria Taller Binacional y Regional Sobre Desertificación.* Ediciones IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas): Caracas, Venezuela. 150 pp.
- Roa, R. (2007). La gestión del punto focal técnico en la aplicación de la Convención de Lucha Contra la Desertificación en Venezuela. Pp. 87-91. En: M. Riveros Caballero, L.E. Sánchez & J. Paolini (eds.). *Memoria Taller Binacional y Regional Sobre Desertificación.* Ediciones IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas): Caracas.
- Rodríguez, G. (1994). Situación actual de los manglares en Venezuela. Pp. 218-228. En: D.O. Suman (ed.). *El ecosistema de manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación.* Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science & The Tinker Foundation: Florida & New York.
- Rodríguez, I. (2004). Conocimiento indígena vs. científico: el conflicto por el uso del fuego en el Parque Nacional Canaima, Venezuela. *Interciencia* 29(3): 121-129.
- Rodríguez, I. & B. Sletto (2009). Apök hace feliz a Patá. Desafíos y sugerencias para una gestión intercultural del fuego en la Gran Sabana. *Antropológica LIII* (111-112): 149-191.
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana.* 3ra. ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas. 364 pp.
- Rodríguez, J.P., J.M. Nassar, K.M. Rodríguez-Clark, I. Zager, C.A. Portillo-Quintero, F. Carrasquel & S. Zambrano (2008). Tropical dry forests in Venezuela: assessing status, threats and future prospects. *Environmental Conservation* 35(4): 311-318.
- Rodríguez, J.P., K. Rodríguez-Clark, J.E. M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N.D. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Definición de Categorías de UICN para Ecosistemas Amenazados. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, M. & J. Rosales (2008). Cobertura de la tierra, usos asociados y análisis de paisaje en el corredor ribereño bajo Orinoco. *Copérmico* 9: 15-23.
- Rojas-Runjaic, M. & E. Infante (2008). Redescipción de *Gonatodes petersi* Donoso-Barros, 1967 (Squamata: Gekkonidae), un tuqueque endémico de la vertiente venezolana de la sierra de Perijá. *Memoria* 68(170): 81-98.
- Rosales, J. (2003). Bosques y selvas de galería. Pp. 812-826. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela. Tomo II.* Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Rosales, J., C. Knab-Vispo & G. Rodríguez (1997). Bosques ribereños del bajo Caura entre el salto Pará y los raudales de la Mura: su clasificación e importancia en la cultura Ye'kwana. *Scientia Guaianae* 7: 171-213.
- Rosales, J., M. Bevilacqua, W. Díaz, R. Pérez, D. Rivas & S. Caura (2003). Riparian Vegetation Communities of the Caura River Basin, Bolívar State, Venezuela. Pp. 34-43. En: B. Chernoff, A. Machado-Allison, K. Riseng & J. Montambault (eds.). *Una evaluación rápida de los ecosistemas acuáticos de la Cuenca del Río Caura, Estado Bolívar, Venezuela.* Boletín RAP de Evaluación Biológica 28. *Conservation International: Washington.*
- Rull, V. & T. Vegas-Vilarrúbia (2006). Unexpected biodiversity loss under global warming in the neotropical Guayana Highlands: a preliminary appraisal. *Global Change Biology* 12: 1-9.
- Rull, V., T. Vegas-Vilarrúbia, & S. Nogué (2005). Cambio climático y diversidad de la flora vascular en las montañas tabulares de Guayana. *Orsis* 20: 61-71.
- Rull, V., T. Vegas-Vilarrúbia, S. Nogué & O. Huber (2009). Conservation of the unique Neotropical vascular flora of the Guayana Highlands in the face of global warming. *Conservation Biology* 23(5): 1323-1327.
- Sánchez-Arias, L.E., J. Paolini & J.P. Rodríguez (2010). Dinámica de las propiedades del suelo en bosques de *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) en Isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology)* 58(2): 547-564.
- San José, J.J. & R.A. Montes (2001). Management effects on carbon stocks and fluxes across the Orinoco savannas. *Forest Ecology Management* 150: 293-311.
- San José, J.J. & R.A. Montes (2007). Diversidad y conservación de las sabanas llaneras de Venezuela. Pp. 87-90. En: R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (eds.). *Flora vascular de los Llanos de Venezuela.* FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV: Caracas. 738 pp.
- San José, J.J., R.A. Montes & C. Montes (2003). Neotropical savanna converted to food cropping and cattle feeding systems: soil carbon and nitrogen changes over 30 years. *For. Ecol. Managem.* 184: 17-32.
- Sarmiento, G. (1990). Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización. Simposio organizado en Guanare, Venezuela, bajo el auspicio del Programa Década de los Trópicos (IUBS, MAB-UNESCO). *Fundación Fondo Editorial Acta Científica Venezolana: Caracas.* 332 pp.
- Sarmiento, G. & M. Monasterio (1983). Life forms and phenology. Pp. 79-108. En: F. Bourliere (ed.). *Ecosystems of the world. Vol. 13. Tropical savannas.* Elsevier Scientific Publishing Co.: Amsterdam.
- Schargel, R. (2007). Geomorfología y suelos. Pp. 21-42. En: R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (eds.). *Flora vascular de los Llanos de Venezuela.* FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV: Caracas. 738 pp.
- Schubert, C. (1976). Evidence of former glaciation in the Sierra de Perijá, Western Venezuela. *Erkunde* 30: 222-224.
- Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. Derchia, T.C. Edwards, J. Ulliman & R.G. Wright (1993). Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Sebastiani, M., S. González, M. Castillo, P. Alvizu, M. Oliveira, J. Pérez, A. Quilici, M. Rada, M. Yáber & M. Lentino (1994). Large-Scale Shrimp Farming in Coastal Wetlands of Venezuela, South America: Causes and Consequences of Land-Use Conflicts. *Environmental Management*: 18(5): 647-661.
- Sevilla, V. & J. Comerma (2009). Caracterización de la cuenca del Río Canoabo en el Estado Carabobo, Venezuela. *Agronomía Trop.* 59(2): 149-160.
- Silva, J.F. (2003). Sabanas. Pp. 678-695. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela. Tomo II.* Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.
- Silva, J., M. Monasterio & G. Sarmiento (1971). Reconocimiento ecológico de los Llanos Occidentales. *Acta Cient. Venezolana* 22: 61-72.
- Soriano, P.J. & A. Ruiz (2003). Arbustales Xerófilos. Pp. 696-715. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González Jiménez (eds.). *Biodiversidad de Venezuela. Tomo II.* Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris: Caracas.

- Steyermark, J. (1966). Contribuciones a la flora de Venezuela. Parte 5. El Cerro Turimiquire y la región oriental adyacente. *Acta Botánica Venezolana* 1(3): 104-168.
- Steyermark, J. (1974). Elemento amazónico y/o guayanés en la flora de la cordillera de la costa. *Mem. II Congr. Venez. Bot.* Pp. 91-99.
- Steyermark, J. (1977). Areas de bosques húmedos de Venezuela que requieren protección. Anexo 3. Pp. 83-95. En: L.S. Hamilton, J. Steyermark, J.P. Veillon & E. Mondolfi (eds.). *Conservación de los bosques húmedos de Venezuela*. 3ra. ed. Sierra Club, Consejo de Bienestar Rural, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas.
- Steyermark, J. (1979). Plant refuge and dispersal centres in Venezuela: their relict and endemic element. Pp. 185-221. En: K. Larsen & L.B. Holm-Nielsen (eds.). *Tropical Botany*. Academic Press.
- Steyermark, J. (1994). Aspectos Generales y Formaciones Vegetales. Pp. 14-62. En: J. Steyermark, A. González, B. Vera, M. Guariglia, H. Debrot, R. Gómez, F. Delascio, G. Morillo & B. Garófalo (eds.). *Flora del Parque Nacional Morrocoy*. Bruno Manara (ed.). Fundación Instituto Botánico de Venezuela y Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI): Caracas. 415 pp.
- Steyermark, J. & O. Huber (1978). *Flora del Ávila*. Publicación Especial de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales y del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables: Caracas. 971 pp.
- Steyermark, J., P. Berry & B. Holst (1995). *Flora of the Venezuelan Guayana*. Missouri Botanical Garden: Portland. 320 pp.
- Suckow, M.A., S.H. Weisbroth & C.L. Franklin (1995). Salinity in the oceans. Pp. 29-38. En: A.S. Mark, H.W. Steven & L.F. Craig (eds.). *Seawater*. 2nd Edition. Butterworth-Heinemann: Oxford.
- Tate, G.H.H. (1931). The Ascent of Mount Turimiquire. *Natural History* 6 (XXX): 639-648.
- Tejos, R., R. Schargel & F. Berrade (1990). Características y perspectivas de utilización de sabanas inundables en Venezuela. Pp. 163-190. En: G. Sarmiento (ed.). *Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización*. Simposio organizado en Guanare, Venezuela, bajo el auspicio del Programa Década de los Trópicos (IUBS, MAB-UNESCO). Fundación Fondo Editorial Acta Científica Venezolana: Caracas. 332 pp.
- Tergas, L. (1987). Producción animal, potencial y manejo de praderas naturales y cultivadas en los Llanos Orientales de Colombia. Pp. 350-366. En: J.J. San José & R.A. Montes (eds.). *La capacidad bioproductiva de sabana*. Centro Internacional de Ecología Tropical (UNESCO/CIET): Caracas.
- Thomas, D., R.R. Vera, C. Lascano & M.J. Fisher (1990). Uso y mejoramiento de pasturas en las sabanas neotropicales. Pp. 141-162. En: G. Sarmiento (ed.). *Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización*. Simposio organizado en Guanare, Venezuela, bajo el auspicio del Programa Década de los Trópicos (IUBS, MAB-UNESCO). Fundación Fondo Editorial Acta Científica Venezolana: Caracas. 332 pp.
- Veillon, J.P. (1977). Las deforestaciones en los Llanos Occidentales de Venezuela desde 1950 hasta 1975. Anexo IV. Pp. 97-110. En: L.S. Hamilton, J. Steyermark, J.P. Veillon & E. Mondolfi (eds.). *Conservación de los bosques húmedos de Venezuela*. 3ra. ed. Sierra Club, Consejo de Bienestar Rural, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables: Caracas.
- Venezuela (1988). Congreso de la República. Ley Aprobatoria de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención de Ramsar) y de su Protocolo Modificatorio. En: *Gaceta Oficial* N° 34.053 (16 nov. 1988). Caracas, Venezuela.
- Venezuela (1998). Congreso de la República. Ley Aprobatoria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o Desertificación, en particular África. *Gaceta Oficial* N° 5.239 (23 jun. 1998). Caracas, Venezuela.
- Venezuela (1991). Presidencia de la República. Decreto 1.843 del 19/09/91: Normas para la Protección de los Manglares y sus Espacios Vitales Asociados. *Gaceta Oficial* N° 34.819 (14 oct. 1991). Caracas, Venezuela.
- Venezuela, República de (1992). Normas para regular las actividades capaces de provocar cambios de flujo, distribución de cauces y problemas de sedimentación. Decreto 2220. *Gaceta Oficial* N° 4.418 extraordinario de fecha 27 de abril.
- Venezuela (2001). Presidencia de la República Bolivariana. Decreto 1.437 del 30/08/01: Decreto con Fuerza de Ley Orgánica de los Espacios Acuáticos e Insulares. *Gaceta Oficial* N° 37.330 (22 nov. 2001). Caracas, Venezuela.
- Venezuela (2001). Presidencia de la República Bolivariana. Decreto 1.468 del 27/09/01: Decreto con Fuerza de Ley de Zonas Costeras. *Gaceta Oficial* N° 37.319 (7 nov. 2001). Caracas, Venezuela.
- Vivas, L. (1992). *Los Andes Venezolanos*. Academia Nacional de la Historia: Caracas. 250 pp.
- Vivas, L. (2007). El Cuaternario en Venezuela. Pp. 74-126. En: M. Aguilera, R. Anderssen, J. Arismendi, J. Córdova Rodríguez, G. Elizalde, A.J. Gabaldón, M. González Sanabria, A. Hernández Arocha, O. Huber, V. Jiménez, J. Méndez Baamondes, N. Orihuela Guevara, R. Pérez-Hernández, A. Rosales, J. Vitoria & L. Vivas. *Geo Venezuela*. Tomo 2: Medio físico y recursos ambientales. Fundación Empresas Polar: Caracas. 752 pp.
- Walter, R. & M. Ataroff (2002). Biomasa epifita y su contenido de nutrientes en una selva nublada andina, Venezuela. *Sociedad Venezolana de Ecología Ecológicos* 15(2): 203-210.
- Yerena, E., J. Padrón & H. Guada (2008). Caso de estudio: Contribución para la conservación de la diversidad biológica de la región del Golfo y Serranía de Paría, estado Sucre: Aplicación del protocolo de "Planificación para la conservación de áreas". Intecmar, TNC. 217 pp.
- Zinck, A. (1986). Características y fragilidad de los suelos en ambiente de selva nublada: El ejemplo de Rancho Grande. En: O. Huber (ed.). *La selva nublada de rancho Grande Parque Nacional Henri Pittier*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. 288 pp.





Casos de estudio

Aplicación de las categorías y criterios de las listas rojas de ecosistemas a diferentes escalas geográficas



IV



CONVERSIÓN DE LOS BOSQUES EN LA CORDILLERA DE LA COSTA CENTRAL DE VENEZUELA

Carlos Portillo-Quintero, Pablo Lacabana, Fabián Carrasquel

Paisaje vegetal: Cordillera de la Costa (D42, D43)

Localidad: Tramo medio de la cordillera de la Costa Central

Estados: Aragua, Carabobo, Guárico, Miranda, Vargas

Área aprox.: 6.500 km²

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques siempreverdes	LC	-
Bosques semidecíduos	VU	A3
Bosques deciduos	CR	A3

Contexto

La cordillera de la Costa se eleva desde el nivel del mar hasta los 2.765 m del pico Naiguatá, e incluye una gran diversidad de ambientes en un área relativamente pequeña. Está ubicada frente al mar Caribe y se extiende desde la depresión de Lara hasta la depresión de Unare (tramo correspondiente a la cordillera de la Costa Central), volviendo a emerger en la serranía de Turimiquire y en el extremo este en la península de Paria (cordillera de la Costa Oriental). Por su separación física de la cordillera andina y de los bosques de Guayana, la cordillera de la Costa se encuentra relativamente aislada, por lo que representa un importante centro de endemismos de importancia global de plantas superiores, aves y otros vertebrados (Steyermark 1979, Stattersfield *et al.* 1998, Myers *et al.* 2000).

Los diversos bosques montanos y premontanos de la cordillera de la Costa, especialmente sus bosques nublados, se caracterizan por ser muy variables en su fisonomía y composición florística (Llamoza *et al.* 2003). En ellos es posible encontrar al árbol gigante *Gynerthera caribensis* (conocido como niño), endémico para la región y que puede llegar a medir hasta 60 m de altura. Son especialmente diversos y dominados por especies vegetales endémicas, las epifitas (helechos, orquídeas y bromelias) y los helechos terrestres en los densos

sotobosques (Bonaccorso 2001). Doce especies de aves están restringidas a la cordillera de la Costa, incluyendo a la diglosa negra (*Diglosa venezuelensis*), la candelita de Paria (*Myioborus pariae*) y el colibrí tijereta (*Hylonympha macrocerca*). Al menos 21 especies de anfibios y 11 especies de reptiles son considerados también endémicos a la región (Lentino & Esclasans 2005).

Por su parte, la región centro-norte de Venezuela abarca los estados Aragua, Miranda, Carabobo, Vargas, Distrito Capital, y las zonas norte de Cojedes y Guárico, y coincide con la región fisiográfica de la cordillera de la Costa Central. Esta región posee ecosistemas caracterizados por su alta diversidad de especies de plantas superiores que se estima alcanza entre 3.000 a 3.500 (Huber *et al.* 1998).

Adicionalmente, la cordillera de la Costa Central alberga a la mayor parte de la población humana del país en varias de las principales ciudades, tales como Caracas (capital de Venezuela), Valencia (capital del estado Carabobo) y Maracay (capital del estado Aragua) [OCEI 1997]. Es la región venezolana con mayor densidad de habitantes y mayor impacto sobre la biodiversidad por las diferentes actividades productivas que se desarrollan. En las zonas bajas y premontanas predomina una mezcla de cultivos agrícolas de subsistencia, comerciales e industriales. La zona es una de las regiones del país con mayor dinamismo en cuanto a las transformaciones del paisaje.

En este estudio se realizó un análisis de los cambios en la cobertura de los bosques de la cordillera de la Costa Central utilizando imágenes satelitales. Se debe destacar que la región también es rica en otros ecosistemas, que van desde matorrales xéricos en las zonas bajas hasta subpáramos en las zonas más altas, sin embargo, estos ecosistemas no fueron incluidos y el análisis se limitó a la conversión de los bosques, específicamente en un segmento representativo de la cordillera de la Costa Central, cuya situación es extrapolable a toda la región.

Métodos

Con base en la disponibilidad y calidad de la información geográfica histórica disponible, se seleccionó un área de estudio representativa de la dinámica biológica y socioeconómica de la región de la cordillera de la Costa. La zona seleccionada abarca una extensión de 6.500 km², y se ubica aproximadamente alrededor de la cuenca del lago de Valencia en la cordillera de la Costa Central. Incluye tres áreas protegidas en su totalidad (parques nacionales Henri Pittier y Macarao, y Monumento Natural Pico Codazzi) y porciones substanciales de los estados Aragua, Carabobo, Guárico, Miranda y Vargas (**Figura 1**).

Para cuantificar los cambios de cobertura de los ecosistemas de la región, se procesaron imágenes satelitales de 1986 (Landsat Thematic Mapper) y 2001 (Landsat Enhanced Thematic Mapper), ambas con una resolución espacial de 30 m (**Figura 2**). Se llevaron a cabo recorridos en automóvil donde se tomaron puntos de referencia con GPS (geoposicionador satelital) de cada tipo de cobertura, y se desplegaron sobre las imágenes satelitales para identificar su respuesta espectral mediante sistemas de información geográfica. Esta información fue utilizada para elaborar una clasificación supervisada de las imágenes. Previo a la clasificación, las imágenes satelitales fueron corregidas en sus valores geométricos y radiométricos, y corregistradas para minimizar errores en el análisis de cambio.

Las imágenes fueron clasificadas para mostrar la extensión y distribución espacial de los siguientes tipos de cobertura: bosques siempreverdes, bosques semidecíduos, bosques deciduos, áreas intervenidas (quemadas o suelo descubierto), pastizales, áreas urbanas y cultivos. Para una correcta interpretación y clasificación de las imágenes se utilizó como material de apoyo 110 ortofotomapas oficiales a escala 1:25.000. Se determinó la proporción de cobertura de bosques convertida a otros usos, su tasa de conversión y la cobertura de bosques proyectada para el año 2036, suponiendo que la tasa de conversión observada entre 1986 y 2001 continuaría sin alteración durante los siguientes 35



Figura 1. Área delimitada para el caso de estudio.

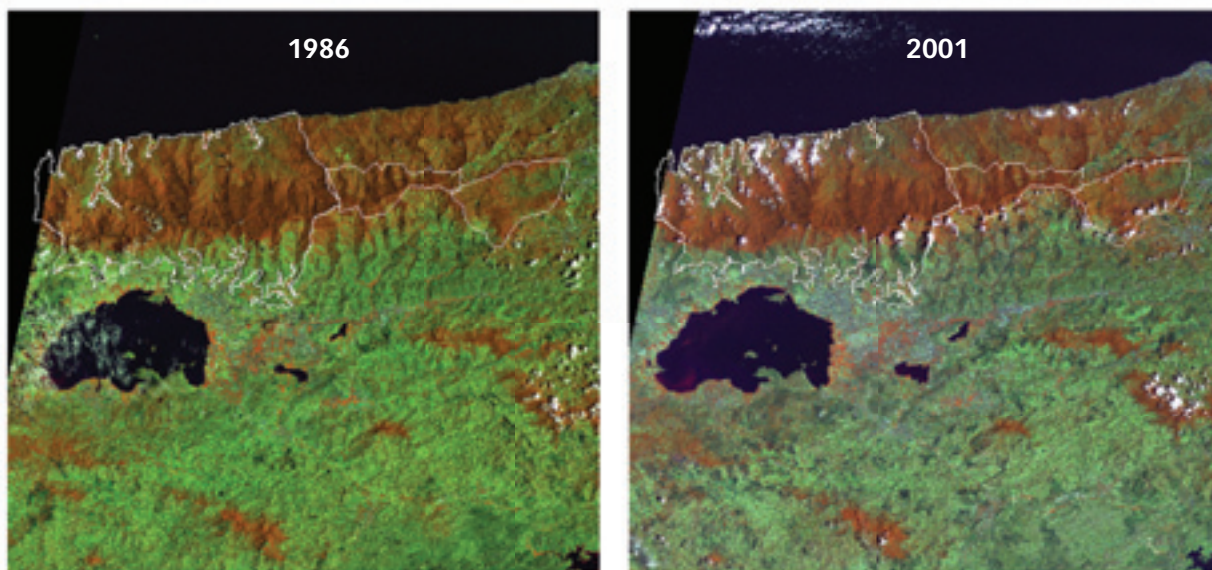


Figura 2. Imágenes satelitales del área escogida para el caso de estudio. Muestran los límites de las tres áreas protegidas incluidas en el área (de izquierda a derecha, Parque Nacional Henri Pittier, Monumento Natural Pico Codazzi y Parque Nacional Macarao).

años, y así poder aplicar el criterio A3 del sistema de clasificación de riesgos de ecosistemas entre 1986 y 2036 (Fajardo *et al.* 2005, Rodríguez *et al.* 2008, Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II).

Resultados

La **figura 3** muestra los mapas de cobertura de cada tipo de bosque para cada año. En 1986, los bosques siempreverdes de la región centro-norte se extendían en 397 km² en las partes altas e intermedias (> 1.000 m) de la cordillera de la Costa. Para 2001, este ecosistema sólo se redujo 3% (1 km²/año), por lo que no reflejó una tendencia de riesgo significativa.

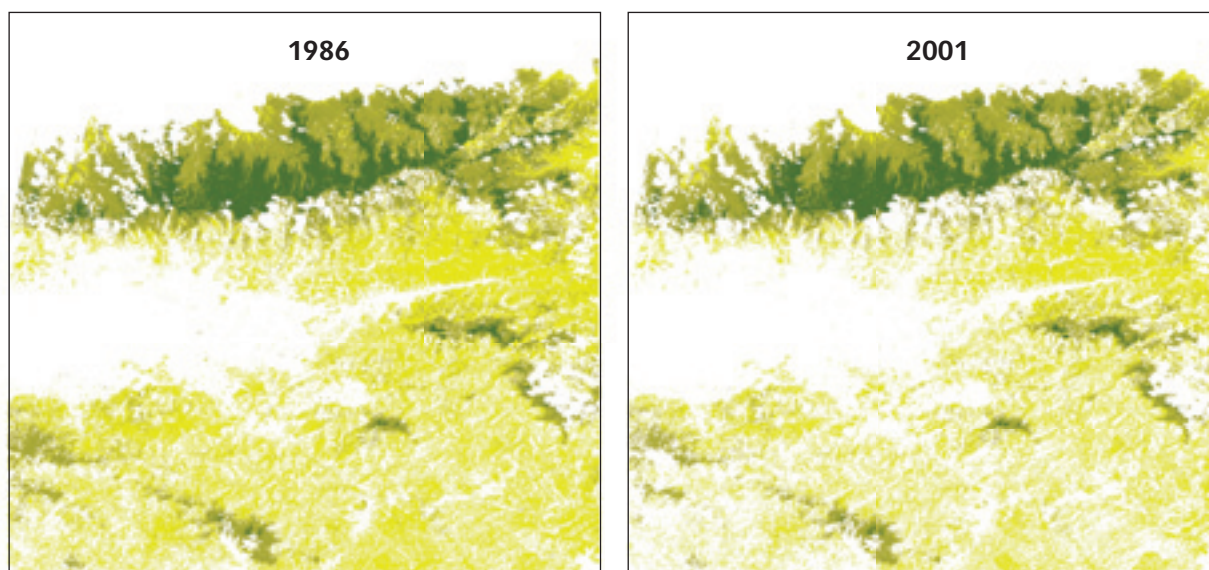


Figura 3. Mapas de cobertura de bosques siempreverdes (verde oscuro), bosques semidecíduos (verde claro) y bosques deciduos para los años 1986 y 2001 en la región de la cordillera de la Costa en el Centro-Norte de Venezuela.

Estos datos evidencian que los bosques siempreverdes no lograron satisfacer los umbrales de ninguna categoría de riesgo, y califican para la designación Preocupación Menor (LC). Esta situación se debe en gran parte a que los bosques siempreverdes se encuentran mayormente protegidos por los parques nacionales Henri Pittier (**Foto 1**) y Macarao y el Monumento Natural Pico Codazzi, como se observa tanto en las **figuras 1 y 2**, así como en la **tabla 1**; destacando que todas estas áreas protegidas fueron declaradas mucho antes de la fecha inicial del análisis de cambios.

Tabla 1. **Porcentaje de los bosques en áreas protegidas**

Tipo de Bosque	PN Henri Pittier	MN Pico Codazzi	PN Macarao	Total
Siempreverdes	53,4%	16,7%	4,8%	74,9%
Semidecuidos	29,1%	4,2%	8,0%	41,3%
Deciduos	4,6%	0,1%	1,4%	6,1%

Por otra parte, los bosques semidecuidos, que se encuentran en una franja altitudinal menor a 1.000 m, mostraron una reducción de 13% de su cobertura a una tasa de conversión de 10 km²/año entre 1986 y 2001, con una proyección de 30% de pérdida de cobertura para el año 2036 (**Tabla 2**). Esta proyección coloca a los bosques semidecuidos de la cordillera de la Costa en la categoría Vulnerable (VU) bajo el criterio A3.

Tabla 2. **Evaluación del riesgo de eliminación para los tres tipos de bosques en la zona de estudio de la cordillera de la Costa Central**

Tipo de Bosque	Extensión (km ²)		Conversión (1986-2001)		Proyección (50 años)
	Años		Pérdida	Tasa	Pérdida
	1986	2001	%	km ² /año	%
Siempreverdes	397	385	3	1	6
Semidecuidos	1.190	1.037	13	10	30
Deciduos	2.252	1.585	30	44	84

De igual forma, el análisis muestra que los bosques deciduos o bosques secos (generalmente por debajo de 600 m de altitud), asociados a las zonas bajas, valles y planicies de la región, son los ecosistemas de la región que han sufrido cambios mas importantes en los últimos años. Se observó una reducción de cobertura de 30% entre 1986 y 2001, y una pérdida de cobertura proyectada de 84% para el año 2036, lo que significa que les corresponde la categoría En Peligro Crítico (CR) bajo el criterio A3. Es importante resaltar que se trata del ecosistema con menor representación en el sistema de áreas protegidas de la región.

Conclusiones

En este caso de estudio se reportan datos que evidencian el riesgo de desaparición de un importante centro de endemismo en América, como lo es la cordillera de la Costa de Venezuela. La deforestación, debida a la tala y la quema para cultivos comerciales y de subsistencia, ha sido la causa de la destrucción de la mayoría de los bosques presentes en las zonas bajas e intermedias de la cordillera (Fajardo *et al.* 2005, Rodríguez *et al.* 2008). El deterioro también ha cobrado espacios a causa de la construcción de residencias e infraestructura para el turismo, así como por quemadas descontroladas, especialmente en la época seca.

A pesar de su calificación en la categoría Preocupación Menor (LC), los bosques siempreverdes que predominan en las tierras altas de la cordillera de la Costa no han permanecido intactos y actualmente son afectados por la introducción de especies invasoras, por la extracción selectiva de especies de valor comercial y por las quemadas descontroladas que han destruido su cobertura (Bonaccorso 2001). Aun así, la protección de una gran parte de los bosques siempreverdes dentro de los límites de los parques nacionales Henri Pittier y Macarao, y el Monumento Natural Pico Codazzi, ha servido para resguardar la inmensa biodiversidad de la región.

En los últimos años, en las zonas premontanas y bajas, los bosques deciduos y semideciduos han sufrido una rápida conversión a tierras agrícolas y pastos, debido a que en su mayoría se encuentran fuera del sistema de áreas protegidas estrictas. Existe la urgente necesidad de implementar planes de manejo sustentable en estas regiones con el fin de disminuir la deforestación. Esto serviría no sólo para proteger a los bosques deciduos, sino para evitar el desplazamiento de poblaciones rurales a las zonas de bosques siempreverdes bajo áreas protegidas.

Se debe enfatizar la necesidad de mejorar las medidas de protección y manejo de los bosques de la cordillera de la Costa, tanto para evitar la erosión y sedimentación de embalses de agua asociados a las comunidades humanas de la región, como para mitigar el proceso de desertificación y el deterioro de los suelos en las zonas bajas y planicies donde se genera gran parte de la productividad agrícola del país.



Foto 1. Cordillera de la Costa Central, Henri Pittier, estado Aragua. David Southall

Bibliografía

- Bonaccorso, E. (2001). Cordillera de la Costa Montane Forests (NT0117). Review in process published online by the World Wildlife Fund [en línea]. Disponible en <www.worldwildlife.org>
- Fajardo, L., V. González, J.M. Nassar, P. Lacabana, C.A. Portillo, F. Carrasquel & J.P. Rodríguez (2005). Tropical dry forests of Venezuela: characterization and current conservation status. *Biotropica* 37(4): 531-546.
- Huber, O., R. Duno, R. Riina, F. Stauffer, L. Pappaterra, A. Jiménez, S. Llamozas & G. Orsini (1998). Estado actual del conocimiento de la flora de Venezuela. Documentos técnicos de la Estrategia Nacional Diversidad Biológica N° 1. Estrategia Nacional de Diversidad Biológica Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables: Caracas, Venezuela.
- Llamozas, S., R. Duno de Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz (2003). Libro Rojo de la Flora Venezolana. ProVita, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser: Caracas.
- Lentino, M. & D. Esclasans (2005). Áreas importantes para la conservación de las aves en Venezuela. Pp. 621-730. En: K. Boyla & A. Estrada (eds.). Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de biodiversidad. Serie Conservación de BirdLife N° 14. BirdLife Internacional: Quito, Ecuador.
- McGarigal, K., S.A. Cushman, M.C. Neel & E. Ene (2002). FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, USA [en línea]. Disponible en <www.umass.edu>
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- OCEI (1970-1997). Anuario Estadístico de Venezuela [Años revisados 1970-1997]. Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI): Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J.P., J.M. Nassar, K.M. Rodríguez-Clark, I. Zager, C. Portillo-Quintero, F. Carrasquel & S. Zambrano (2008). Tropical Dry Forests in Venezuela: Assessing status, threats and future prospects. *Environmental Conservation* 35: 311-318.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Stattersfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long & D.C. Wege (eds.) (1998). Endemic bird areas of the world. Priorities for biodiversity conservation. BirdLife Conservation Series N° 7. BirdLife International: Cambridge, UK.
- Steyermark, J.A. (1979). Plant refuge and dispersal centres in Venezuela: Their relict and endemic element. Pp. 185-221. En: K. Larsen & L.B. Holm-Nielsen (eds.). Academic Press: Great Britain, London.



ESTADO DE AMENAZA DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE LA ISLA DE MARGARITA, ESTADO NUEVA ESPARTA

Irene Zager, Fabián Carrasquel

Paisaje vegetal: Insular costera (A1)

Localidad: Isla de Margarita

Estado: Nueva Esparta

Área aprox.: 934 km²

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques siempreverdes	CR	A2
Bosques semidecíduos, arbustales y cardonales	CR	A2
Bosques de manglar	EN	C1a

Contexto

La isla de Margarita está ubicada a 38 km al norte de la costa venezolana frente a la península de Araya, y conforma junto con las islas de Coche y Cubagua el estado Nueva Esparta (**Figura 1**). Con una extensión aproximada de 934 km², Margarita es la de mayor tamaño entre las 314 islas, cayos e islotes que conforman la biorregión Insular de Venezuela. La isla de Margarita está constituida por dos secciones conectadas por La Restinga, un estrecho banco arenoso de baja elevación: la sección occidental, correspondiente a la península de Macanao, y la sección oriental, donde se localiza la capital del estado y el resto de los principales centros urbanos (Hoyos 1985).

En la isla se encuentra una gran variedad de ecosistemas, que incluye manglares, cardonales, espinares, bosques deciduos, e incluso bosques nublados, estos últimos ubicados en cerro El Copey, la montaña más alta (930 m de altitud) ubicada en la sección oriental. El clima característico es de tipo árido o semiárido, y presenta un régimen estacional de lluvias que consta de cuatro ciclos: dos períodos lluviosos que alternan con dos períodos secos, durante los cuales la península de Macanao permanece marcadamente más seca que la sección oriental (Hoyos 1985).



Figura 1. Localización del área de estudio (isla de Margarita).

La fauna de la isla también es muy variada, e incluye más de 150 especies de aves, entre ellas varias subespecies endémicas como la macagua (*Crypturellus erythropus margaritae*), el ñángaro (*Aratinga acuticaudata neoxena*), el perico cara sucia (*Aratinga pertinax margaritensis*), el gonzalito (*Icterus nigrogularis helioeides*), la lechuza enana (*Glaucidium brasilianum margaritae*) y el güitío gargantiblanco (*Synallaxis albescens nesiotis*). La avifauna local incluye adicionalmente más de 20 aves acuáticas migratorias reportadas en los humedales de la isla. De 31 especies de mamíferos registradas, cuatro son subespecies endémicas: la ardilla de Margarita (*Sciurus granatensis nesaesus*), el conejo de Margarita (*Sylvilagus floridanus margaritae*), el venado de Margarita (*Odocoileus virginianus margaritae*) y el mono de Margarita (*Cebus apella margaritae*). Este último es considerado el primate más amenazado de Venezuela, y reportado actualmente

En Peligro Crítico (CR) de extinción. En total, al menos 17 de las especies animales reportadas para la isla se encuentran amenazadas, esto incluye a la cotorra margariteña (*Amazona barbadensis*), el ave regional del estado Nueva Esparta, considerada En Peligro (EN) de extinción (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

En un intento por proteger la riqueza biológica y ecológica de la isla de Margarita, durante las últimas décadas el Estado venezolano decretó la creación de dos parques nacionales: Cerro Copey y Laguna de La Restinga, así como tres monumentos naturales: Laguna de Las Marites, Cerros Matasiete y Guayamurí, y Tetas de María Guevara. Cabe destacar que las tres primeras áreas protegidas mencionadas están incluidas en la lista de *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves* (IBAS), lo cual resalta su importancia para la conservación de la biodiversidad, no sólo a nivel local sino también regional (Lentino & Esclasans 2005).

Entre las principales amenazas que estarían incidiendo en la disminución de la biodiversidad de la isla de Margarita, se señala el rápido proceso de urbanización y la deforestación de los ecosistemas boscosos. Estos procesos están directamente asociados al cambio drástico en la actividad económica que tuvo la isla después de las declaratorias de Zona Franca (1971) y de Puerto Libre (1974). Margarita pasó de una economía rural, agrícola y pesquera, a una economía basada en el comercio, el turismo y la industria, actividades que a su vez intensificaron el crecimiento de la construcción y el transporte (Fajardo 2007). A esto se suma la explosión demográfica que ha tenido lugar en la isla en el transcurso de las últimas décadas, cuando registró un importante incremento: de 191.442 habitantes en 1981, a aproximadamente 374.000 en el año 2001 (Hoyos 1985, INE 2001). En conjunto, los recientes cambios económicos y poblacionales han dado lugar a una mayor presión antrópica sobre las áreas naturales, principalmente como consecuencia de los desarrollos urbanos y turísticos en el sector oriental de la isla. Considerando esta situación, se propuso el desarrollo de un estudio dirigido a evaluar el grado de cambio en la cobertura de los ecosistemas terrestres presentes en la isla.

Métodos

El análisis de los cambios de cobertura ocurridos recientemente en la isla de Margarita, incluyó el procesamiento y la comparación de dos imágenes satelitales, una imagen Landsat TM del 31 de marzo de 1986 y una imagen Landsat ETM+ del 1 de junio de 1999. Para el procesamiento digital y el análisis de estas imágenes satelitales se utilizaron los programas ArcView 3.2, Idrisi Kilimanjaro y Fragstats.

El primer paso para el procesamiento de las imágenes seleccionadas consistió en la corrección radiométrica y atmosférica de sus bandas utilizando el programa Idrisi Kilimanjaro, con el fin de calibrar las discrepancias derivadas del uso de sensores diferentes y de los efectos atmosféricos (Eastman 2003). Previo al análisis y mediante la creación de una máscara, fueron eliminadas todas las zonas ocupadas por nubes, sombras y cuerpos de agua.

A continuación se procedió a identificar los principales tipos de cobertura presentes en el área de estudio y sus respectivas firmas espectrales. Para ello, se realizó una salida de campo con el fin de obtener puntos de referencia para cada una de las coberturas terrestres, utilizando un posicionador satelital (GPS). Con el fin de definir áreas de entrenamiento, los puntos de referencia fueron superpuestos sobre la composición en falso color de las imágenes satelitales, y así se obtuvo una clasificación supervisada de las imágenes utilizando el algoritmo de clasificación de *Distancia Mínima a la Media* MINDIST (Jensen 1996, Eastman 2003).

Debido a que la imagen de 1986 fue obtenida durante la época de sequía, y la imagen de 1999 durante un período más húmedo, en ambas se observó una diferencia estacional en la respuesta de la vegetación. Al momento de llevar a cabo las clasificaciones supervisadas, esta diferencia dificultó el contraste de ciertos tipos de cobertura, particularmente de los ecosistemas áridos y semiáridos. En consecuencia, en la elaboración de los mapas de cobertura de la isla sólo se identificaron seis clases de cobertura terrestre. Tres de ellas corresponden a ecosistemas naturales o coberturas vegetales: 1) bosques siempreverdes, 2) bosques deciduos, arbustales y cardonales, y 3) bosques de manglar, un tipo de bosque siempreverde según los últimos enfoques (*vid. supra*, cap. I). Las otras tres coberturas representan coberturas no vegetales: 4) áreas intervenidas, dunas y suelos expuestos, 5) áreas urbanas, y 6) áreas anegadizas.

La superposición de los mapas de cobertura obtenidos para 1986 y 1999, se realizó a fin de detectar polígonos o coberturas falsas siguiendo el método de procesamiento en pares, mediante el módulo CROSSTAB del programa Idrisi Kilimanjaro (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2001, Eastman 2003). Se consideraron "polígonos falsos" aquellos que representaban transiciones improbables (e.g. en 1986 clasificados como "áreas urbanas" y en 1999 como "bosques deciduos"). La identificación de estas inconsistencias se realizó por medio del módulo CROSSTAB de Idrisi Kilimanjaro, para ser revisadas en conjunto con los ortofotomapas y corregidas en los mapas de cobertura correspondientes.

Una vez completados los dos mapas de cobertura, para extraer la cobertura original (1986) y la cobertura reciente (1999) se aplicaron filtros de cada una de las unidades de vegetación presentes: 1) bosques siempreverdes, 2) bosques deciduos, arbustales y cardonales, y 3) manglares. Con el fin de aplicar los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación de ecosistemas, propuestos por Rodríguez y colaboradores (2011) [*vid. supra*, cap. II], se calculó la proporción original y remanente de cada una de las unidades, y se proyectó su conversión hacia el futuro considerando una ventana de 50 años. Los cambios de cobertura observados y proyectados para cada unidad de vegetación se contrastaron con los umbrales establecidos para los criterios A y C, y se les asignó como categoría final la que correspondiera al mayor riesgo relativo, de conformidad con el principio de precaución (*vid. supra*, cap. II). Es preciso señalar que la asignación de las categorías de riesgo de eliminación se basó únicamente en la información de los cambios de cobertura debido a que no se contó con datos cuantitativos sobre la pérdida de función ecológica.



Resultados

La mayor pérdida absoluta en cobertura se observó en los bosques deciduos, arbustales y cardonales, reducidos en 98 km² (18,74%) a una tasa promedio de conversión de 781 ha/año. En segundo lugar están los bosques siempreverdes, que disminuyeron en 12 km² (21,36%) a una tasa promedio de 90 ha/año. Por su parte, los bosques de manglar presentaron el menor cambio de cobertura, al perder 0,28 km² (1,37%), lo que corresponde a una tasa promedio de conversión de 2 ha/año. Cabe destacar que durante el período de estudio las áreas intervenidas, dunas y suelos expuestos, aumentaron 68 km² (54,01%), mientras que las áreas urbanas experimentaron un incremento de 28 km² (64,12%), lo cual evidencia la fuerte presión antrópica sobre las áreas naturales de la isla.

La proyección futura a 50 años de cambio de cobertura predice que el total (100%) de las áreas de bosques siempreverdes y bosques deciduos, arbustales y cardonales remanentes en 1999, serán reemplazados por otro tipo de cobertura, de mantenerse la tasa de cambio actual. En cambio, durante un período similar se predice una disminución de sólo 5% de los bosques de manglar, aunque en 1999 el área total ocupada por este ecosistema era de apenas 20 km², dividida en fragmentos con menos de 10 km², y distribuidos dentro de tres de las áreas protegidas de la isla, lo cual aumenta su vulnerabilidad.

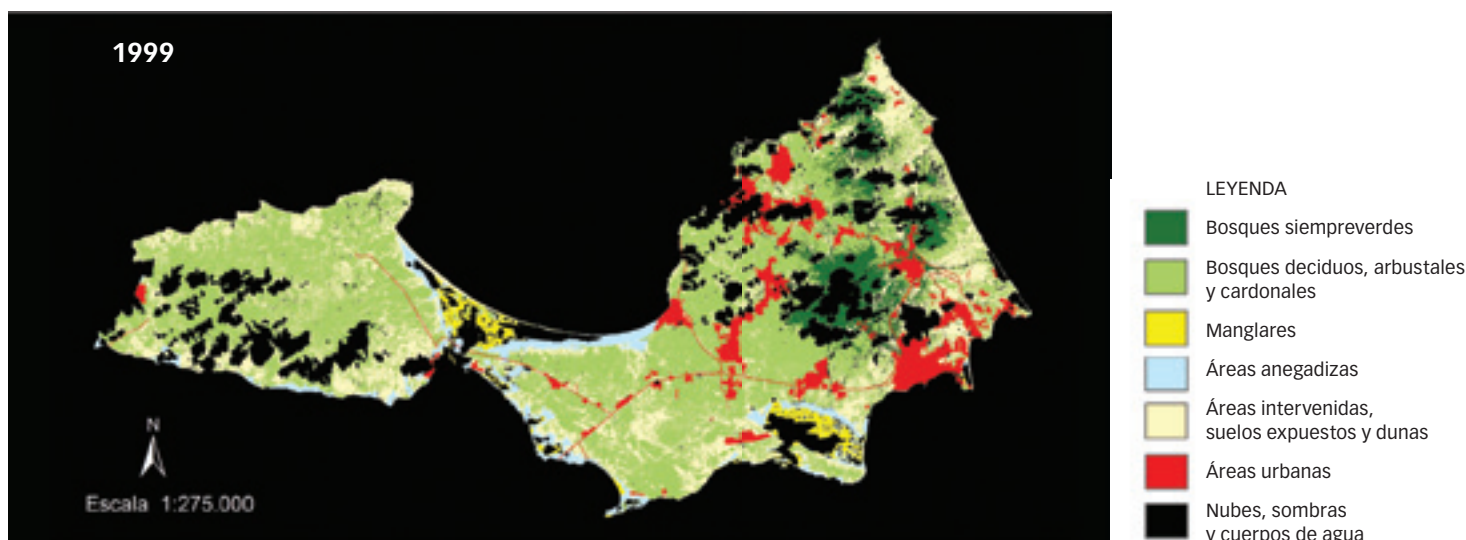
Con base en esta información, la aplicación de los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación resultó en las siguientes estimaciones: para los bosques siempreverdes LC A1, CR A2, CR A3; para los bosques deciduos, arbustales y cardonales LC A1, CR A2, EN A3; mientras que para los bosques de manglar las categorías identificadas según los diferentes criterios resultó LC A1, LC A3, y, EN C1a.

La **tabla 1** resume la información de la extensión ocupada por cada una de las unidades de vegetación identificadas en 1986 y 1999, así como los cambios de cobertura ocurridos durante los 13 años que cubre el estudio (**Figura 2**).

Tabla 1. Cambios de las coberturas boscosas de la isla de Margarita entre 1986 y 1999.

Unidad de vegetación	1986 (km ²)	1999 (km ²)	% de cambio
Bosques siempreverdes	56,75	44,63	-21,36
Bosques deciduos, arbustales y cardonales	524,83	426,49	-18,74

Figura 2. Cambio de cobertura de los ecosistemas terrestres de la isla de Margarita en el período 1986 a 1999.



Conclusiones

El análisis de cambio de cobertura y la aplicación de las categorías y criterios cuantitativos de riesgo de eliminación, evidencian que los ecosistemas naturales de la isla de Margarita están muy amenazados y sujetos a una fuerte presión antrópica, lo cual causa preocupación y alerta. Aunque esta presión existe a lo largo de toda la isla, sin duda ésta es mayor en la sección oriental, donde se concentran los principales desarrollos turísticos y centros poblados, incluyendo las ciudades de Porlamar y de Pampatar. Según reportes de Hoyos (1985), a principios de los años 80 estas ciudades presentaban un desarrollo urbano "arrollador y anárquico", y ocuparon grandes zonas que fueron limpiadas de vegetación con fines urbanísticos. En los últimos años el proceso de expansión urbanístico en esta sección de la isla se ha acelerado para dar respuesta a la creciente demanda de turistas y de inmigrantes que llegan desde tierra firme.

En la península de Macanao el crecimiento urbanístico ha sido mucho más lento y menos extenso, dada su reducida densidad de habitantes en comparación con la sección oriental. Sin embargo, desde 1976 en esta zona se han desarrollado actividades de explotación de arena en minas a cielo abierto, que han afectado severamente los ecosistemas de bosques asociados a las quebradas (Fajardo 2007). Estas actividades extractivas guardan relación directa con el incremento de la demanda de materia prima para la industria de la construcción, sobre todo desde finales de la década de los ochenta y principios de 1990, y hasta el presente se han ejecutado sin respetar los procedimientos establecidos en la normativa ambiental vigente (Fajardo 2007, Sanz 2007).

Como indican los resultados de este análisis, las áreas protegidas de la isla no son suficientes para asegurar la persistencia de sus ecosistemas naturales (Sanz 2007). Durante el período de estudio, el análisis individual de estas áreas muestra que todas experimentaron reducción de cobertura en los ecosistemas boscosos. En el caso de los bosques de manglar esta pérdida fue menos acelerada, aunque son muy vulnerables dada su reducida extensión geográfica. Adicionalmente, recientes estudios de campo indican importantes cambios en la composición de especies de este ecosistema dentro del PN Laguna de La Restinga, donde se detecta el reemplazo de parches de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) por mangle negro (*Avicennia germinans*) [Sánchez-Arias 2005].

De igual preocupación es la vulnerabilidad de los ecosistemas de las áreas protegidas del sector oriental de la isla, como resultado de las presiones de los grandes centros urbanos. Se ha reportado que los ecosistemas del PN Cerro Copey están amenazados por el crecimiento poblacional, la extensión de las áreas agrícolas, los incendios forestales y la introducción de especies exóticas. Las propuestas para su ampliación hacia las montañas del norte no ha tenido el respaldo gubernamental necesario (Sanz 2007, Parkswatch 2008).

La degradación y pérdida de los ecosistemas naturales de la isla de Margarita afectaron negativamente a las especies asociadas. Ejemplo de esto es el caso del perico cara sucia (*Aratinga pertinax margaritensis*), cuya distribución originalmente incluía ambas secciones de la isla y era considerado como una especie abundante. En la actualidad está restringido a la península de Macanao y al PN Laguna de La Restinga, y sus poblaciones se han reducido considerablemente (Phelps 1945, Yépez-Tamayo 1963, Harms & Eberhard 2003, V. Sanz *com. pers.*).

Es indudable que la conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad de la isla de Margarita requiere mayor atención por parte de las autoridades y entes reguladores del desarrollo urbanístico y turístico, así como de los encargados de la vigilancia y control del ambiente. Es preciso que la expansión urbana y el desarrollo de las actividades turísticas se efectúen de forma racional y en consideración del impacto que ocasionan sobre el ambiente (**Foto 1**).

Finalmente, en virtud de que el presente estudio se basó en el análisis de imágenes de 1986 y 1999, sería recomendable complementar estos resultados con análisis de datos satelitales más recientes, con el fin de comprobar las tasas de cambio de cobertura de los diferentes ecosistemas durante la última década.



Foto 1. Cerro El Copey, isla de Margarita, estado Nueva Esparta. Archivo Provita

Bibliografía

- Fajardo, L. (2007). Bases ecológicas para la restauración de bosques secos tropicales en la península de Macanao, isla de Margarita. Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al Título de Doctor en Ciencias mención Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas: Caracas, Venezuela.
- Harms, K.E. & J.R. Eberhard (2003). Roosting behavior of the Brown-throated Parakeet (*Aratinga pertinax*) and roost locations on four southern Caribbean islands. *Ornitol. Neotrop.* 14: 79-89.
- Hoyos, J. (1985). Flora de la isla de Margarita. Venezuela. Sociedad y Fundación La Salle de Ciencias Naturales: Caracas, Venezuela.
- INE (2001). Censo de población y vivienda [en línea]. Disponible en <www.ine.gob.ve/poblacion/censopoblacionvivienda.asp>
- Jensen, J.R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: a remote sensing perspective*. K.C. Clarke (ed.). Prentice Hall Series in Geographic Information Science. Prentice Hall: USA.
- Lentino, M. & D. Esclasans (2005). Áreas importantes para la conservación de las aves en Venezuela. Pp. 621-730. En: K. Boyle & A. Estrada (eds.). *Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de biodiversidad*. Serie Conservación de BirdLife N° 14. BirdLife Internacional: Quito, Ecuador.
- ParksWatch (2008). Parque Nacional Cerro El Copey [en línea]. Disponible en <www.parkswatch.org/parkprofile>
- Phelps, W.J. (1945). Las aves de las islas Los Testigos, Los Frailes y La Tortuga. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 9: 257-283.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25 [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. 3a. ed. PROVITA y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Sánchez-Arias, L.E. (2005). Uso de sensores remotos en el diagnóstico y restauración de las áreas de manglar del Parque Nacional Laguna de la Restinga, isla de Margarita, Venezuela. Informe Final de Trabajo Dirigido. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas: Caracas, Venezuela.
- Sánchez-Azofeifa, G.A., R.C. Harris & D.L. Skole (2001). Deforestation in Costa Rica: a quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33: 378-384.
- Sanz, V. (2007). ¿Son las áreas protegidas de la isla de Margarita suficientes para mantener su biodiversidad? Análisis espacial del estado de conservación de sus vertebrados amenazados. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle* 167: 111-130.
- Yépez-Tamayo, G. (1963). Ornitología de las islas Margarita, Coche y Cubagua (Venezuela). Primera parte. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 23: 75-112.



ESTADO DE AMENAZA DE LOS ECOSISTEMAS AL NORTE Y SUR DEL LAGO DE MARACAIBO, ESTADO ZULIA

María Idalí Tachack-García, Fabián Carrasquel, Sergio Zambrano-Martínez

Paisaje vegetal: Depresión de Maracaibo (B1)

Localidad: Norte y sur cuenca del lago de Maracaibo

Estado: Zulia

Área aprox.: 6.485,46 km²

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques siempreverdes	VU	A1
Bosques semidecíduos	CR	A2
Bosques ribereños	VU	D
Ciénagas	VU	D
Manglares	LC	

Contexto

La biorregión Depresión de Maracaibo está ubicada en el estado Zulia, en el sector noroccidental de Venezuela (**Figura 1**). El estado Zulia abarca unos 63.100 km², incluyendo tierra firme, el lago de Maracaibo y parte del golfo de Venezuela, lo que representa aproximadamente 6,90% de todo el territorio venezolano, siendo la quinta entidad de mayor superficie en Venezuela, luego de los estados Bolívar, Amazonas, Apure y Guárico. Por su parte el lago de Maracaibo, el mayor de América del Sur, cubre 12.013 km² de superficie, con un largo máximo de 155 km y un ancho máximo de 120 km. En su porción sur la profundidad máxima observada es 34 m. Desde el punto de vista climático, el estado Zulia pertenece a la zona cálida, aunque la sierra de Perijá, área poco poblada que se extiende en la parte occidental, corresponde a la zona templada (Hernández & Parra 1999).

Los vientos alisios del Noroeste penetran libremente en la depresión zuliana y aportan alta humedad, que se condensa al contacto con las altas laderas de las serranías, y permite que los ríos transporten considerables caudales que mantienen dulces las aguas del sur del lago. Los materiales aluviales aportados por los ríos Santa Ana, Catatumbo y Escalante, entre otros, definen un delta lacustre al sur del lago, y crean suelos pantanosos con lagunas y ciénagas que imposibilitan el desarrollo de actividades humanas. Esta confluencia parece determinar

un fenómeno meteorológico muy interesante, el relámpago del Catatumbo. En esta zona destacan los ecosistemas de bosques deciduos, bosques semideciduos y bosques siempreverdes (Hernández & Parra 1999).

De acuerdo con Hueck (1960), la vegetación predominante en la región eran las selvas hidrófilas y siempreverdes periódicamente inundables, bosques deciduos mesófilos periódicamente húmedos, que incluyen pantanos y ciénagas, bosques deciduos semisecos, bosques secos, estepas de gramíneas cenagosas periódicamente inundables, y bosques de galería y manglares. Posterior a lo descrito por Hueck, el mapa de vegetación de Huber y Alarcón (1988) señala que en la subregión Depresión de Maracaibo predominan áreas intervenidas con parches de bosques deciduos, bosques siempreverdes, y sabanas y herbazales (e.g. Parque Nacional Ciénagas de Juan Manuel). Este mapa refleja una dramática transformación de los paisajes de la región, cuyo remanente son áreas altamente intervenidas por las distintas presiones de uso, que en gran medida han reducido la vegetación original allí presente. Adicionalmente, Portillo y Pietrangeli (2004) indican que más de 90% de los bosques ha desaparecido desde 1982 hasta 2003, lo que ubica a la región zuliana en los índices de deforestación más altos del país.

Las tierras del sur del lago están cubiertas por platanales, cultivos de importancia para el abastecimiento del mercado nacional. En la misma zona tienen lugar otras actividades económicas, como la cría de ganado bovino y porcino, que favorecen la industria láctea y cárnica nacional. Los afluentes que descienden de la sierra de Perijá, como los ríos Palmar, San Juan, Apón, Guasare y Socuy, han facilitado el establecimiento humano en la zona, ya que son la base del desarrollo de las actividades agropecuarias y además forman una importante reserva hídrica para el estado (Rodríguez 2000).

Métodos

Se realizó una búsqueda exhaustiva de las imágenes satelitales Landsat disponibles para el área de estudio, a través del servicio de productos satelitales con cobertura global Earth Science Data Interface (ESDI) del Global Land Cover Facility (GLCF), de la Universidad de Maryland, de donde se tomaron todas las imágenes utilizadas (**Tabla 1**) [GLCF 2010].

La selección de las imágenes estuvo basada en cuatro condiciones principales: a) la disponibilidad de al menos dos imágenes de satélite Landsat de suficiente calidad (poca nubosidad) y separadas por un mínimo de diez años; b) la presencia de vegetación contrastante; c) la presencia de áreas urbanas y áreas naturales; y d) la presencia de al menos un área protegida.

Tabla 1. Imágenes de satélite Landsat de la Depresión de Maracaibo (Norte y Sur)

Localización	Path	Fecha	Satélite	Formato
Norte	007/053	31 Dic 1986	Landsat TM	GeoTIFF
	007/053	03 Mar 2001	Landsat ETM+	GeoTIFF
Sur	007/054	31 Dic 1986	Landsat TM	GeoTIFF
	004/057	09 Mar 2003	Landsat ETM+	BSQ

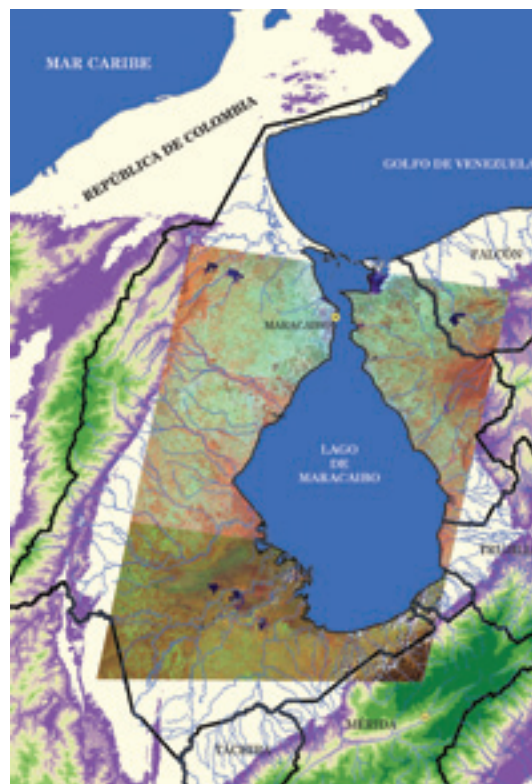
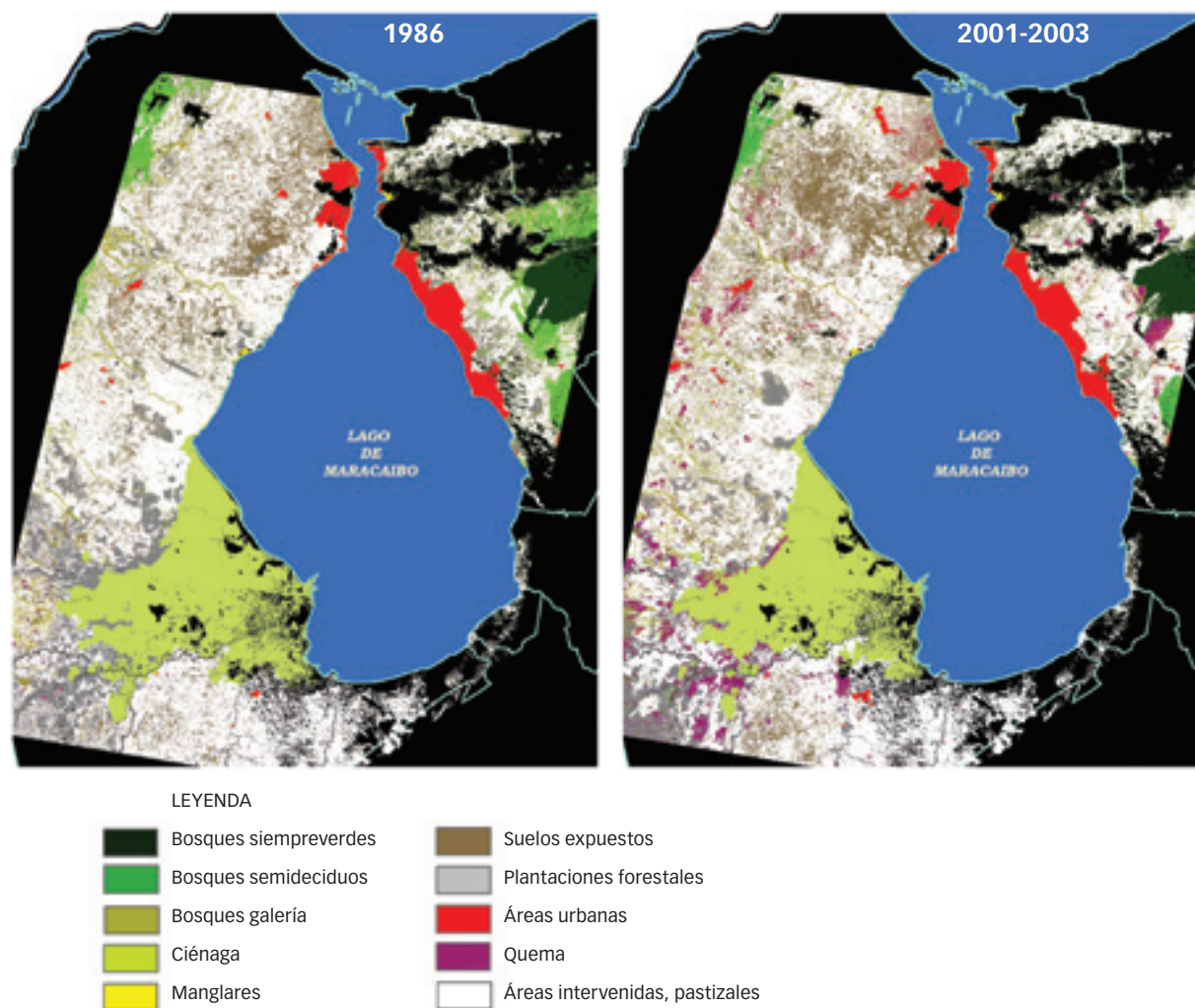


Figura 1. Área delimitada para el caso de estudio.

Figura 2. Cambio de cobertura de los ecosistemas terrestres al norte y sur del lago de Maracaibo en 1986 y 2001-2003.



La identificación y descripción de las coberturas vegetales finales se hizo tomando como base cinco de las unidades fisonómicas identificadas en el mapa de vegetación por Huber y Alarcón (1988): bosques siempreverdes, bosques semidecíduos, bosques ribereños, manglares y herbazales pantanosos (ciénagas). Adicionalmente, se identificaron otras clases de coberturas no vegetales: plantaciones forestales, áreas intervenidas (agropecuarias y/o deforestadas), áreas urbanas, áreas quemadas, suelos expuestos, así como nubes, sombras de nubes y cuerpos de agua. Esta información fue corroborada en campo en mayo de 2008.

Entre los resultados para la región del norte y sur del lago se tiene la construcción de dos series de mapas de cobertura: los mapas de cobertura terrestre de 1986, y los de 2001 y 2003 (Figura 2).

En cuanto a la aplicación del sistema de categorías de riesgo, ésta se realizó mediante la clasificación de las coberturas vegetales identificadas, a las cuales se les aplicó el método propuesto por Rodríguez y colaboradores (2011) [vid. supra, cap. II].

Resultados

El estado Zulia ha enfrentado una intensa actividad antrópica, y el área de estudio muestra una fuerte disminución de su cobertura vegetal debido al desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas, de quemas y talas para implantar cultivos, además de la actividad petrolera, principal fuente de impactos en la región. Al sur

del lago de Maracaibo, en el área que comprende el Parque Nacional Ciénagas de Juan Manuel y la Reserva de Fauna Silvestre Ciénagas de Juan Manuel de Aguas Blancas y Aguas Negras, son muy frecuentes las quemadas para expandir la actividad ganadera, por lo que algunos ecosistemas como manglares y bosques ribereños se encuentran seriamente amenazados.

En la parte oriental de la Depresión de Maracaibo, zona tradicional de la actividad petrolera del estado Zulia, levantan los campos emblemáticos de las empresas y contratistas: La Rosa (Cabimas), Punta Benítez (Punta Gorda), Tía Juana Tierra, Lagunillas Tierra (Ciudad Ojeda y Lagunillas), Bachaquero Tierra (Bachaquero), Mene Grande (Mene Grande), Barúa (El Tigre), Motatán (Santa Isabel), Tomoporo (Tomoporo), son algunos de los ubicados en el interior del lago. En la costa oriental del lago también destaca la Planta de Fraccionamiento de Gas Licuado Ulé (municipio Simón Bolívar) y el Complejo Petroquímico El Tablazo (municipio Miranda), además de numerosas empresas de servicios, y puertos para buques tanqueros.

En las imágenes evaluadas se identificó una importante actividad ganadera, así como un área altamente intervenida, principalmente en los lugares donde se emplazan las actividades petroleras. Igualmente fueron detectadas grandes zonas de pastizales, donde deberían existir bosques deciduos y semideciduos.

Al Occidente destacan zonas con mayor actividad agropecuaria, con grandes extensiones de pastizales o potreros. La presencia de lotes de terrenos con altos niveles de clorofila sugiere la posibilidad de que se trate de cultivos de palma aceitera africana (*Elaeis guineensis*), especie introducida desde 1992 que ha dado lugar a una actividad económica importante, desplazando la actividad ganadera. En la imagen de 1986, los lugares donde se encuentran los extensos cultivos de esta palma eran interpretados como bosque natural, pero la imagen de 2003 revela que la vegetación original fue reemplazada por la palma en cuestión. Aún en la imagen de 2003 esta especie genera confusión, debido a que en su estado de madurez se asemeja a la vegetación natural (Fundación Polar 1997).

Por otro lado, se identificaron bosques ribereños en los ríos Santa Ana, Río Negro y Catatumbo, los cuales presentan en la actualidad una fuerte reducción de los bosques ribereños, en comparación con la imagen de 1986. Este tipo de vegetación que se encuentra dentro del Parque Nacional Ciénagas de Juan Manuel se mantiene relativamente estable, a diferencia de los bosques en los alrededores sometidos a fuertes presiones de uso. Los bosques siempreverdes y las sabanas y herbazales en el parque nacional se muestran en buen estado de conservación.

Con base en la clasificación de las coberturas identificadas, evaluadas mediante el sistema de categorías de riesgo de eliminación, se procedió a determinar el estatus de cada uno de los ecosistemas, tomando en cuenta los cambios de cobertura y el patrón de fragmentación (*vid. supra*, cap. II; Rodríguez *et al.* 2011). Se encontró que al aplicar los criterios A, B y C, el criterio B usualmente determinó un mayor riesgo de eliminación, aunque en casos especiales se aplicó el criterio D (referente a ecosistemas de distribución restringida). La **Tabla 2** muestra los cambios detectados para coberturas vegetales, y la **Tabla 3** los cambios de coberturas no vegetales, no contrastadas con el sistema de categorías de riesgo.

Tabla 2. Cambios en los tipos de coberturas vegetales del norte del lago de Maracaibo (1986-2001).

Tipo de Cobertura	1986 (km ²)		2001 (km ²)		Observado		Proyectado		Categoría
	Norte	Sur	Norte	Sur	Norte	Sur	Norte	Sur	
Bosques siempreverdes	622,94		494,46		-20,62		-69,96		VU
Bosques semideciduos	1.056,47		290,46		-72,51		-710,02		CR
Bosques ribereños	398,01	138,75	446,21	116,85	12,11	-15,79	29,08	-50,47	VU
Ciénagas	1.198,94	3.040,68	1.194,42	2.643,45	-0,38	-13,06	-1,02	-40,46	VU
Manglares	29,67		28,31		-4,57		-12,90		LC

CR: En Peligro Crítico, EP: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor.

Tabla 3. Cambios en los tipos de coberturas no vegetales al norte del lago de Maracaibo (1986-2001).

Tipo de cobertura	1986 (km ²)		2001 (km ²)	
	Norte	Sur	Norte	Sur
Plantaciones forestales	1.069,46	1.281,74	437,54	1.065,84
Suelos expuestos	1.695,94	476,32	2.341,31	420,40
Áreas intervenidas	10.103,70	4.346,13	10.359,55	4.550,91
Áreas urbanas	830,92	7,84	918,81	23,23
Áreas quemadas	0	55,03	481,58	519,47

De acuerdo con el período que abarcaban las imágenes, y según el factor de conversión de las coberturas de los ecosistemas, los bosques semidecíduos se encuentran En Peligro (EN), ya que su reducción alcanza 795,11 km² (73,42%, cercano al umbral donde calificaría En Peligro Crítico). Esta disminución se evidencia en todas las escalas analizadas, destacando los municipios Baralt, José Enrique Lossada y Mara. No obstante, al aplicar el criterio A2 para la proyección de la cobertura en el futuro (50 años), este tipo de ecosistema califica como En Peligro Crítico (CR), un pronóstico que causa preocupación sobre todo por las amenazas que enfrenta actualmente la vegetación de la zona.

Por otro lado, los bosques siempreverdes y ribereños tuvieron una pérdida cercana a 150 km². Esta disminución al norte del lago de Maracaibo alcanzó 128,88 km² (20,68%), en cambio, al sur se observó una reducción de 253,36 km², donde 8,38% corresponde al área total de la ciénaga. Para el período de estudio y en la proyección a 50 años, la situación del municipio Miranda y Cabimas califica En Peligro Crítico (CR).

A pesar de que a nivel regional los bosques ribereños se ubican en la categoría Preocupación Menor (LC), a escala municipal algunas zonas califican en la categoría Eliminado (E) o En Peligro Crítico (CR), como es el caso de los municipios Baralt, Cabimas, Catatumbo, José Enrique Lossada, Francisco de Miranda, Páez, Rosario de Perijá, Santa Rita y Jesús María Semprum, junto con los ubicados en la Reserva de Fauna Silvestre Ciénagas de Juan Manuel de Aguas Blancas y Aguas Negras.

Los estudios realizados en la zona indican que entre los principales factores de degradación de los ecosistemas de bosques (siempreverdes, semidecíduos y ribereños) se encuentra el crecimiento urbano, la expansión de la actividad agrícola, y un crecimiento aproximado de 1.350 km² distribuidos entre suelos expuestos, áreas de cultivos (palma aceitera, malanga y plátano), centros poblados y áreas quemadas. Sin embargo, es más impactante dentro de la ciénaga la identificación de un incremento de 940 km² en áreas quemadas. Por otra parte, en la zona costera, en los municipios Maracaibo, Francisco de Miranda, Mara y Rosario de Perijá, el desarrollo de la actividad turística afecta principalmente los ecosistemas marino-costeros (manglares).

El mismo caso se observa en la cobertura de manglares de las ciénagas, que a pesar de estar bajo una figura de protección se encuentran afectados por varios factores que amenazan su futuro. Esta cobertura fue la única a la cual se aplicó el criterio D, que se utiliza para ecosistemas de distribución geográfica restringida, y resalta su especial susceptibilidad a catástrofes debido a la poca extensión que estos manglares ocupan naturalmente (IUCN 2004). Con base en lo anterior, en la mayoría de los municipios se observó que los manglares se encuentran en baja cantidad y muy dispersos, por lo que califican tanto En Peligro Crítico (CR) como Vulnerable (VU), sin embargo, debe tenerse en cuenta que la situación de riesgo que finalmente se asigna es la categoría de mayor magnitud.

Estos resultados no constituyen un nuevo hallazgo. Según información recopilada por el MARN (2000), para 1991 en Venezuela se habían perdido 32% de los espacios naturales al norte del Orinoco como consecuencia de los desarrollos hidráulicos, la minería, la actividad agrícola, la expansión urbana y la quema de la vegetación.

Entre las principales consecuencias de estas actividades destaca la reducción de la cobertura de los ecosistemas naturales y la creación de paisajes fragmentados, en los que algunos remanentes del ecosistema original, de tamaños y formas variables, quedan inmersos en un mosaico de ambientes transformados (Kattan

2002). A su vez, la pérdida de cobertura y la fragmentación a gran escala de los ecosistemas, puede alterar radicalmente el ambiente físico y el clima, tanto a nivel local como a nivel regional, provocando la extinción de muchas especies y modificando la composición faunística y vegetal original (**Foto 1**). De hecho, se ha determinado que la pérdida y degradación de hábitats o ecosistemas afecta 89% de todas las aves amenazadas, 83% de los mamíferos amenazados y 91% de las plantas amenazadas globalmente (IUCN 2000).

Teniendo lo anterior como base y con el análisis de las estadísticas de deforestación en Venezuela reportadas por la Organización de las Naciones Unidas, se confirma que en gran medida la pérdida de bosques está directamente asociada a la expansión de la frontera agropecuaria. Según datos de la OCEI, las tierras catalogadas como agrícolas pasaron de 24 millones de hectáreas en 1980 a casi 32 millones de hectáreas en 1998, lo que corresponde a un incremento de 8 millones de hectáreas durante ese período. De esta expansión, aproximadamente 60% se debe a la conversión a la actividad agropecuaria de tierras originalmente cubiertas por bosques. Este valor corresponde a una tasa de deforestación anual de 2,8% a nivel nacional (Centeno 2008). Lo anterior está muy relacionado con el proceso de sabanización de los ecosistemas de bosques tropicales. Es frecuente observar como grandes extensiones de estos ecosistemas generalmente son reemplazados por monocultivos, bien sea para alimentación humana o ganadería. Los llanos venezolanos son una clara muestra de esta alteración.

Dado que las evaluaciones de riesgo pueden ser llevadas a cabo a diferentes escalas espaciales, y usualmente ocurrirán a lo largo de porciones de ecosistemas que constituyen una submuestra de su distribución global, es muy importante tener en cuenta que la probabilidad de que un ecosistema en particular sea considerado bajo amenaza aumentará en la medida en que el tamaño de la unidad evaluada disminuya (IUCN 2004).

Estos datos reflejan los efectos de las acciones antrópicas acumuladas en el tiempo, lo cual se traduce en pérdida de la biodiversidad local. Lo anterior, unido al crecimiento de las áreas urbanas, pone de manifiesto la alta presión local a la que está sometida la biodiversidad en esta zona petrolera.



Foto 1. **Ciénaga de Juan Manuel, estado Zulia.** Sergio Zambrano-Martínez

Conclusiones

La aplicación del sistema de categorías de riesgo en la Depresión de Maracaibo durante las últimas dos décadas, demuestra el fuerte impacto de las actividades antrópicas (la expansión de la frontera agrícola, las actividades ganaderas, la deforestación y el crecimiento urbano) sobre los ecosistemas naturales de Venezuela.

Tomando esto en cuenta, los resultados indican que para la mayoría de los casos, a pesar de que los cambios de cobertura absolutos ocurridos durante la última década pueden no ser tan marcados, se predice una reducción acentuada de los ecosistemas en el futuro cercano (50 años) en caso de persistir las tasas actuales de conversión, lo que incrementaría el riesgo de eliminación.

El sistema de categorías constituye una herramienta útil y relativamente fácil de aplicar, que por primera vez permite evaluar de forma objetiva, repetible y transparente el riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres. Esto hace del sistema un valioso aporte para detectar rápidamente la pérdida de ecosistemas terrestres, y alertar a los entes gubernamentales y privados, sobre las implicaciones de la pérdida de servicios ambientales (agua, clima, suelos).

Una de las principales bondades de este sistema, es que al enfocarse sólo en el riesgo de eliminación separado del establecimiento de prioridades de conservación, permitirá que los diseñadores de políticas públicas sean explícitamente conscientes de la escala espacial en que éstas deben ser implementadas, así como la forma en que estas políticas podrían afectar la situación de los ecosistemas más allá de su área de influencia.

Bibliografía

- Centeno, J.C. (2008). Venezuela pierde sus bosques [en línea]. Consultado el <18 may. 2008> en <www.veneconomia.com>
- Fundación Polar (1997). Diccionario de Historia de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Global Land Cover Facility (2010) Earth Science Data Interface (ESDI) [en línea]. Disponible en <http://glcf.umiacs.umd.edu>
- Hernández, L.G. & J.A. Parra (1999). Diccionario General del Zulia. Tomo I. BOD: Maracaibo.
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, The Nature Conservancy, Fundación Bioma: Caracas, Venezuela.
- Hueck, K. (1960). Mapa de la Vegetación de la República de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación: Mérida, Venezuela.
- IUCN (2000). Confirming the global extinction crisis: A call for international action as the most authoritative global assessment of species loss is released [en línea]. Consultado el <16 nov. 2002> en <www.iucn.org/redlist/2000/news.html>
- IUCN (2004). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Standards and Petitions Subcommittee of the IUCN Red List Committee. The World Conservation Union (IUCN): Gland, Switzerland.
- Kattan, G.H. (2002). Fragmentación: Patrones y mecanismos de extinción de especies. Pp. 561-590. En: M.R. Guariguata & G.H. Kattan (eds.). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Ediciones LUR: Costa Rica.
- MARN (2000). Primer informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Oficina Nacional de Diversidad Biológica, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales: Caracas, Venezuela.
- OCEI (1997). Anuario estadístico de Venezuela 1996. Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI): Caracas, Venezuela.
- Portillo, C. & M. Pietrangeli (2004). Directorio Ecológico y Natural EcoPortal [en línea]. Consultado el <8 abr. 2008> en <www.ecoportel.net>
- Rodríguez, G. (ed.) (2000). El Sistema de Maracaibo Biología y Ambiente. 2a ed. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas: Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J.P., J. Balch & K.M. Rodríguez-Clark (2007). Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 16: 183-209.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].


Paisaje vegetal: Serranía de Perijá (D1)

Localidad: Cuencas altas de los ríos El Palmar, Lajas, Guasare y Apón⁽¹⁾. Cuencas bajas de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí⁽²⁾

Estado: Zulia

Área aprox.: 1.746 km²

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques siempreverdes ⁽¹⁾	CR	A2
Bosques siempreverdes ⁽²⁾	CR	A2

CONVERSIÓN DE LOS BOSQUES DEL NORTE DE LA SIERRA DE PERIJÁ, ESTADO ZULIA

Mariana C. Hernández-Montilla, Carlos Portillo-Quintero

Contexto

La sierra de Perijá es una zona montañosa que pertenece a la biorregión Andes de Venezuela, caracterizada por su alta riqueza de especies (más de 4.500 a 5.000 especies de plantas), una importante historia natural y la ocurrencia significativa de especies endémicas. Estas características son el resultado de sus pronunciados gradientes altitudinales, variada fisiografía y su amplia gama de nichos ecológicos (Ewel & Madriz 1976, Steyermark 1979).

El norte de la sierra de Perijá presenta varios tipos de bosques a lo largo de su gradiente altitudinal, con elevaciones de 0 a 3.600 msnm, y comprende desde bosques tropófilos y bosques ombrófilos basimontanos estacionales y bosques ombrófilos submontanos, hasta bosques montanos siempreverdes sobre laderas, y ecosistemas arbustivos y herbáceos abiertos tipo páramo en los pisos superiores, además de tierras agropecuarias (Huber & Alarcón 1988).

En esta región se encuentran algunas especies de plantas como *Ormosia macrocalyx*, *Pterocarpus acapulcesins*, *Trichilia elegans*, clasificadas Vulnerable (VU) por su restringida distribución, mientras que *Albizia buntingii*, es catalogada En Peligro Crítico (CR) debido al efecto del proceso de fragmentación en su hábitat originado por actividades antrópicas (Llamoza *et al.* 2003). Adicionalmente, califican Vulnerable (VU) al menos

cuatro especies de mamíferos (*Aotus trivirgatus*, *Cebus albifrons*, *Ateles belzebuth* y *Panthera onca*), y En Peligro (EN) el único úrsido de Suramérica, *Tremarctos ornatus* (Mondolfi 1989, Linares 1998, Velásquez & Portillo 2006, Rodríguez & Rojas-Suárez 2008). Así mismo, en la sierra de Perijá han sido avistadas varias especies de aves como *Carduelis cucullata* (CR), *Clytoctantes alixii* (EN), *Pauxi pauxi* (EN) y *Harpia harpyja* (VU), entre las más amenazadas (Ascanio & León 2004); incluso, según Calchi & Vilorio (1991), la zona califica como hábitat potencial para *Vultur gryphus* (CR). También es el hábitat de numerosos anfibios y reptiles endémicos como *Pristimantis fasciatus*, *P. turik*, *P. yukpa* y *Anolis tetari*, descritos recientemente por Barrio-Amorós y colaboradores (2010), y cuyas historias naturales han sido poco estudiadas.

La vegetación natural de la sierra de Perijá ha sufrido fuertes intervenciones humanas especialmente en sus zonas premontanas y montanas altas (Huber & Alarcón 1988). Los cambios son atribuidos principalmente a la expansión de las actividades agrícolas en la zona, en especial por la explotación comercial del ocumo o malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), y al desarrollo de actividades mineras en la cuenca baja del río Guasare.

Métodos

En este estudio se realizó un análisis de cambio de cobertura boscosa, mediante el uso de series temporales de imágenes satelitales del norte de la sierra de Perijá, cuya extensión se encuentra mayormente amenazada por el avance de la frontera agrícola.

Para realizar el estudio en la sierra de Perijá, se trabajó en dos áreas que cubren cinco municipios del estado Zulia: Rosario de Perijá, Villa del Rosario, Jesús Enrique Lossada, Mara y Páez. Una de las áreas abarca las cuencas altas de los ríos El Palmar, Lajas, Guasare y Apón; y la otra incluye las cuencas bajas de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí (**Figura 1**). Para el estudio fue localizada y delimitada la zona más afectada por deforestación, empleando como criterio principal la conservación de cuencas y ríos de gran cauce, donde el recurso hídrico está severamente afectado, demostrado en la reducción del flujo de agua en detrimento de las comunidades humanas y de la biodiversidad local (Portillo 2004, Alvarado 2008, Hernández-Montilla 2010).

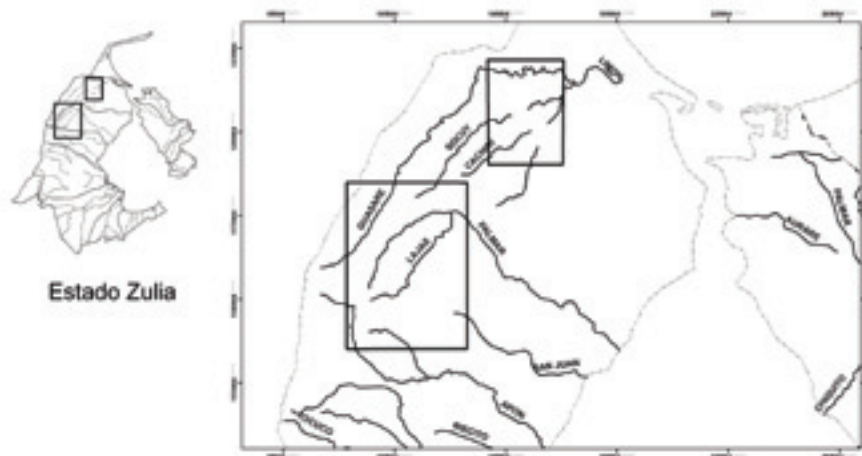


Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio al norte de la sierra de Perijá, estado Zulia.

Los cambios de cobertura en la cuenca alta fueron cuantificados mediante el procesamiento de tres imágenes: dos imágenes del satélite Landsat TM 5 del 30 de diciembre de 1989 y del 11 de noviembre de 2002, y una imagen del satélite Aster del 17 de julio de 2007. Para la cuenca baja se utilizaron dos imágenes de la serie Landsat TM 5 de los años 1986, y dos imágenes Landsat ETM 7 del 03 de marzo de 2001.

El procesamiento digital y análisis de las imágenes satelitales se efectuó mediante varios programas, principalmente ArcView 3.2, Idrisi Kilimanjaro, Sextante y Grass. El primer paso consistió en la estandarización digital de las tres imágenes satelitales, donde todas las zonas ocupadas por nubes, sombras y cuerpos de agua

fueron eliminadas mediante la creación de una “máscara”. El área restante fue objeto de la cuantificación de cambio de cobertura.

La identificación de las diferentes coberturas boscosas de las cuencas altas se realizó mediante la elaboración de composiciones de imágenes en falso color, y una clasificación no supervisada de los ecosistemas terrestres. El cálculo del Índice Diferencial de Vegetación Normalizada (conocido como NDVI por sus siglas en inglés), permitió detectar cambios en la cobertura de la tierra, la heterogeneidad del paisaje y la densidad de la vegetación presente (Kerr & Ostrovsky 2003). Para verificar las respuestas espectrales de la vegetación con los resultados generados, la imagen resultante fue sobrepuesta en las clasificaciones obtenidas previamente de cada año. Los mapas obtenidos fueron verificados mediante visitas al campo, donde se hizo el reconocimiento de las unidades de vegetación y de los diferentes usos de la tierra, para finalmente generar mapas de vegetación de los años evaluados. La obtención de los mapas de cobertura boscosa de las cuencas bajas se llevó a cabo de forma similar, pero se aplicó una clasificación supervisada con información previamente colectada en campo, además de la interpretación de fotografías aéreas. Todas las imágenes fueron homologadas y procesadas a la misma resolución de píxel (30 m).

Para aplicar los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación de ecosistemas, se calculó la proporción de bosque original remanente en 2002 y 2007 para las cuencas altas, y en 2001 para las cuencas bajas, utilizando los criterios propuestos por Rodríguez y colaboradores (2007, 2011; *vid. supra*, cap. II). Para abarcar la ventana de 50 años requerida por el criterio A, se proyectó la futura conversión de los bosques.

Finalmente, los cambios de cobertura observados y proyectados en el área de estudio fueron contrastados con los umbrales establecidos para los criterios A, B y C, y se asignó la categoría respectiva. El criterio D no aplicó en este caso de estudio. Aunque los datos permitieron asignar las categorías empleando más de un criterio, la categoría final seleccionada corresponde a la de mayor riesgo relativo, de acuerdo con el principio de precaución (*vid. supra*, cap. II). En virtud de la ausencia de información cuantitativa relacionada con la pérdida de función ecológica, todas las asignaciones se hicieron con datos de cambio de cobertura (**Foto1**).



Foto 1. Bosques muy intervenidos de la Sierra de Perijá, estado Zulia. Mariana Hernández-Montilla

Resultados

En el año 1989, el área de las cuencas altas presentaba 1.418 km² de cobertura de bosques. Entre 1989 y 2002, los bosques disminuyeron 275 km², lo que representa una pérdida de 12,48% de la cobertura original. En 2007, la deforestación eliminó 238 km² más, es decir, una pérdida de 13,57%, para finalmente alcanzar 35% de reducción de la cobertura original, es decir, 513 km² eliminados. Entre 1989 y 2002, la tasa promedio de conversión de hábitat fue 21 km²/año, mientras que entre 2002 y 2007 aumentó 47 km²/año. Para todo el período analizado, desde 1989 hasta 2007, la tasa promedio fue 28 km²/año. De acuerdo con las cifras presentadas en la **tabla 1**, los bosques de las cuencas altas de los ríos El Palmar, Lajas, Guasare y Apón fueron clasificados CR A2, y EN C1a. En ningún caso se contó con suficiente información histórica para satisfacer el criterio B, mientras que el criterio D no aplica (**Tabla 1, Figura 2**).

Tabla 1. Evaluación del riesgo de eliminación de los bosques de las cuencas altas de los ríos El Palmar, Lajas, Guasare y Apón.

Cobertura	Extensión (km ²)			Conversión (1986-2001)		Proyección (50 años)	Categoría			
	Años			Pérdida		%	Criterio			
	1989	2009	2007	%	km ² /año		A	B	C	D
Bosques siempreverdes	1.418	1.143	905	35	28,5	>100	CR	DD	EN	NA

CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, DD: Datos Insuficientes, NA: No aplica.

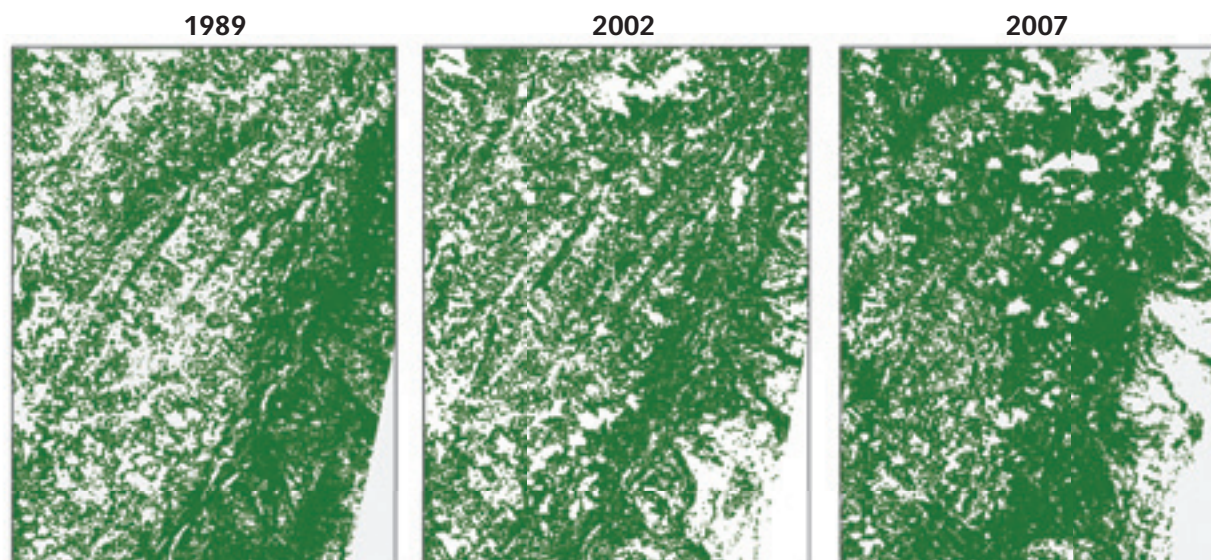


Figura 2. Reducción de la cobertura boscosa en las cuencas altas de los ríos El Palmar, Lajas, Guasare y Apón entre 1989 y 2007.

En el área de las cuencas bajas, para el año 1986 se identificaron 328 km² de cobertura de bosques. Para el año 2001, el análisis mostró una reducción de 39% del ecosistema a una tasa de deforestación de 9 km²/año (**Figura 3**). La **tabla 2** sintetiza los resultados relevantes para la asignación de una categoría. Para ambos casos, la proyección a 50 años de las tasas de deforestación, predice que el total de la cobertura boscosa (100%) será reemplazada por vegetación intervenida u otros usos de la tierra. Los bosques de las cuencas bajas de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí fueron clasificados CR A2 y EN C2(a). Igual que en las cuencas altas, no se contó con suficiente información histórica para satisfacer el criterio B, mientras que el criterio D no aplica.

Tabla 2. Evaluación del riesgo de eliminación de los bosques de las cuencas bajas de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí.

Cobertura	Extensión (km ²)		Conversión (1986-2001)		Proyección (50 años)	Categoría				
	Años		Pérdida				Criterio			
	1986	2001	%	km ² /año	%	A	B	C	D	
Bosques siempreverdes	328	198	39	9	>100	CR	DD	EN	NA	

CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, DD: Datos Insuficientes, NA: No aplica.

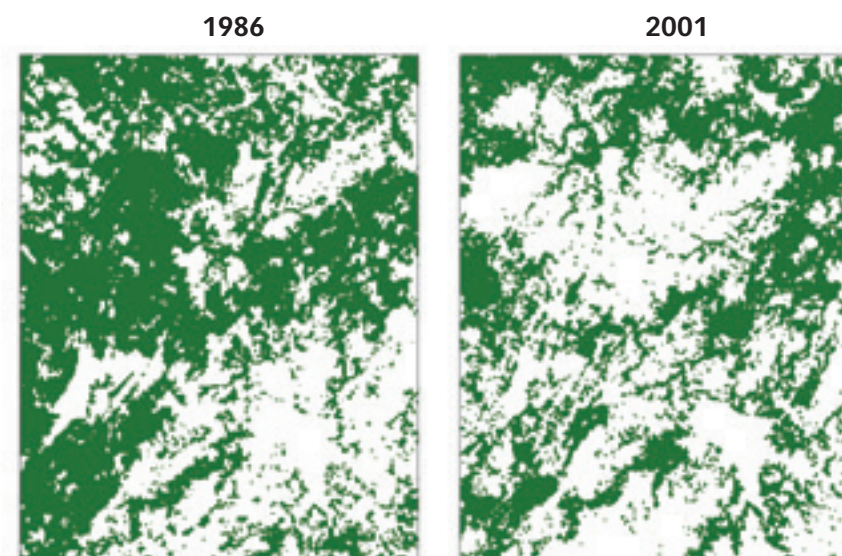


Figura 3. Reducción de la cobertura boscosa en las cuencas bajas de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí entre 1986 y 2001.

En general, la principal amenaza es la expansión de cultivos comerciales extensivos en terrenos previamente ocupados por bosques maduros o en etapa sucesional tardía. Entre 1989 y 2007, en las cuencas altas el área ocupada por cultivos pasó de 0,58 ha a 7,25 ha; sin embargo, el área de suelos expuestos podría estar relacionada con suelos abandonados por cultivos, lo cual incrementaría el área afectada. Las áreas de bosques intervenidos también podrían ser estados sucesionales avanzados de zonas anteriormente ocupadas por cultivos, y actualmente en descanso o en abandono por el desplazamiento de las fronteras agrícolas. Así mismo, se observa que el crecimiento de los cultivos ocurrió de manera dispersa y fragmentada, y penetró incluso en lotes boscosos originalmente extensos y relativamente remotos. El cultivo más frecuente fue el ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), un cormo perteneciente a la familia Aracea y, en menor medida, cultivos de subsistencia relacionados con árboles frutales de noni (*Morinda citrifolia*), lechoza (*Carica papaya*), limón (*Citrus limon*), musáceas como plátano y cambur o banano (*Musa paradisiaca*), y café (*Coffea arabica*), entre otros frutos (Hernández-Montilla 2010).

En la zona de las cuencas altas la amenaza de la expansión agrícola es evidente y se observó con claridad el incremento en la tasa de conversión de hábitat en los últimos 5 años (2002-2007), en relación con la tasa obtenida para los primeros 13 años. Esto podría atribuirse a los avances técnicos de los sistemas de agroproducción y a los problemas de orden civil, evidenciados en la presión creciente de las actividades humanas sobre el bosque. Por ejemplo, el incremento y mejoramiento de las vías que permiten el acceso a la zona, y el establecimiento de las redes de comercio rural que va desde el cultivo hasta el transporte, y que incluye la importación y exportación del producto final (Hernández-Montilla *et al.* 2007, Hernández-Montilla 2010).

En la zona de las cuencas bajas la agricultura extensiva es el uso de la tierra más común en la región, principalmente porque la mayoría de los terrenos pertenece a pequeños productores que carecen de los

recursos para la implementación de una agricultura intensiva. Sin embargo, el uso industrial de la tierra, que reemplaza los hábitats originales, es especialmente significativo en la zona debido al avance y expansión de los proyectos para la extracción carbonífera (IESA 1997, Rojas 2004). En las orillas del río Cachirí se observó también la presencia de empresas dedicadas a la extracción de piedra caliza, así como agricultura intensiva en más de la mitad de la zona oriental del área de estudio.

Conclusiones

La aplicación de las categorías y criterios cuantitativos permitió asignar la categoría En Peligro Crítico (CR) a las dos áreas estudiadas, lo que resulta extrapolable a toda la región norte de la sierra de Perijá.

El estado crítico de estos bosques evidencia su prioridad de conservación para los entes encargados de la toma de decisiones, así como de los responsables de la vigilancia y control del ambiente. La expansión de la frontera agrícola en el estado Zulia es inevitable y seguramente necesaria, pero debe efectuarse de una manera ordenada, asegurando que la satisfacción de las necesidades de las poblaciones humanas vaya de la mano con la protección de los fragmentos de bosque remanentes y la conservación de su biodiversidad.

Para la protección de los núcleos de bosques remanentes de la sierra de Perijá, es conveniente mejorar la regulación de las actividades promovidas por las poblaciones humanas, particularmente la agricultura intensiva practicada en la zona, que podría incrementar la frecuencia e intensidad de los incendios forestales y la sedimentación de los cuerpos de agua en las cuencas.

Bibliografía

- Alvarado, N. (2008). Cambios en la cobertura vegetal del Parque Nacional Sierra de Perijá del estado Zulia por medio de sensores remotos Landsat 7 TM+ (Período 1989-2002). Trabajo Especial de Grado, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, La Universidad del Zulia, Maracaibo. 38 pp.
- Ascanio, D. & J.G. León (2004). Rapid Assessment of the birds of the Perijá Mountains. Informe Técnico. 9 pp.
- Barrio-Amorós, C.L., F. Rojas Runjaic & T. Barros (2010). Two new *Pristimantis* (Anura: Terrarana: Strabomantidae) from the sierra de Perijá, Venezuela. *Zootaxa* 2329: 1-21.
- Carchi, R. & A. Vilorio (1991). Occurrence of the Andean Condor in the Perijá Mountains of Venezuela. *Wilson Bulletin* 103: 720-722.
- Ewel, J. & A. Madriz (1976). Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico. 2a. ed. Editorial Sucre: Caracas, Venezuela. 265 pp.
- Hernández-Montilla, M.C., G.L. Zambrano & M. Pietrangeli (2007). Evaluación del impacto causado por el cultivo de *X. sagittifolium* (Malanga) en los suelos de comunidades forestales del sector Río Frio, estado Zulia. Resumen VII Congreso Venezolano de Ecología, Ciudad Guayana Venezuela. 395 pp.
- Hernández-Montilla, M.C. (2010). Estimación del riesgo de extinción de los hábitats terrestres de la cuenca de los ríos Lajas y Palmar del estado Zulia. Tesis de grado, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, La Universidad del Zulia, Maracaibo. 79 pp.
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela. Escala 1:2.000.000. The Nature Conservancy, MARNR: Caracas.
- IESA (1997). Zulia: Competitividad para el desarrollo. Centro de Gerencia Estratégica y Competitividad. IESA (eds). Caracas, Venezuela. 524 pp.
- Kerr, J.T. & M. Ostrovsky (2003). From space to species: ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology & Evolution* 18(6): 299-305.
- Linares, O. (1998). Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela: Caracas, Venezuela. 691 pp.
- Llamosas, S., R. de Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz (2003). Libro Rojo de la Flora Venezolana. Provita, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser: Caracas, Venezuela. 557 pp.
- Mondolfi, E. (1989). Notes on the distribution, habitat, food habits, status and conservation of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*, Cuvier) in Venezuela. *Mammalia* 52 (49):525-544.
- Portillo, C.A. (2004). Cuantificación del riesgo de extinción de los hábitats terrestres de la Zona Protectora de la Cuenca Baja de los Ríos Socuy, Guasare y Cachirí. Trabajo Especial de Grado. La Universidad del Zulia, Maracaibo. 88+xi pp.
- Rodríguez, J.P., K.M. Balch & K.B. Rodríguez-Clark (2007). Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity Conservation* 16: 183-209.
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 3a. ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rojas, Y. (2004). La actividad carbonífera y su incidencia en la configuración del territorio zuliano (Venezuela): Propuestas parciales para un plan de ordenamiento territorial. *Revista Geográfica Venezolana* 45(2): 199-220.
- Steyermark, J.A. (1979). Plant refuge and dispersal centres in Venezuela: Their relict and endemic element. Pp. 185-221. En: K. Larsen & L.B. Holm-Nielsen (eds). *Tropical Botany*. Academic Press: Great Britain, London.
- Velásquez, J. & C. Portillo (2006). Disponibilidad y estado del hábitat de tres especies de primates (*Ateles hybridus*, *Cebus albifrons* y *Aotus trivirgatus*) amenazadas de extinción en la sierra de Perijá: Generación de información biogeográfica base para el diseño de proyectos de investigación para la conservación. Informe Final IEA. 35 pp.



ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL RAMAL ORIENTAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES VENEZOLANOS

María Idalí Tachack-García, Fabián Carrasquel

Paisaje vegetal: Cordillera de los Andes (D2)

Localidad: Ramal oriental cordillera de los Andes venezolanos

Estados: Táchira, Mérida*, Trujillo*, Lara, Portuguesa*, Barinas

Área aprox.: 28.604 km²

Formación vegetal*	Categoría	Criterio
Bosques nublados	LC	--
Bosques siempreverdes	CR	A2
Bosques semidecíduos	CR	A2
Bosques ribereños	CR	A2
Páramos	LC	--

Contexto

Venezuela forma parte de los andes tropicales, considerados la región de mayor diversidad biológica del planeta. Aunque sólo abarcan alrededor de 1% de la superficie de los ambientes continentales de la Tierra, incluyen más de 100 tipos de ecosistemas, 45.000 plantas vasculares (44% endémicas), 3.400 especies de vertebrados (46% endémicos), y algunas de las principales áreas de importancia para la conservación de las aves (Boyla & Estrada 2005). Habitados por poblaciones humanas desde hace más de 8.000 años, los ecosistemas de esta región han sido seriamente transformados e impactados por actividades agrícolas, pecuarias, industriales y urbanas. Ciertas estimaciones sugieren que aproximadamente 25% de su cobertura vegetal primaria aún permanece intacta (Myers *et al.* 2000, Josse *et al.* 2009a).

La cordillera oriental de Colombia se bifurca en los Andes venezolanos, lo cual da lugar a dos grandes subregiones: la primera forma la sierra de Perijá (estado Zulia), mientras que la segunda llega hasta el macizo de Tamá, desaparece en la depresión de Táchira y vuelve a emerger como la cordillera de Mérida (ramal oriental de los

Andes venezolanos). Allí se encuentran las formaciones montañosas de mayor altitud en Venezuela, y diferentes tipos de bosques a lo largo de los distintos pisos altitudinales, incluyendo bosques ombrófilos basimontanos semicaducifolios, bosques ombrófilos submontanos y montanos siempreverdes, y bosques nublados entre 2.800 a 3.000 m de altitud. De la misma forma, se observa vegetación arbustiva y herbácea paramera entre 3.000 a 4.500 m de altitud, y hasta 4.700 m (MARN 2000). Esta región se caracteriza por temperaturas que oscilan desde 27°C en las selvas tropicales hasta -5°C en las cumbres más altas. Se reconocen suelos crudos rocosos, suelos flojos mineralizados, suelos sedimentarios y suelos selváticos (Vareschi 1970).

En esta región se desarrollan importantes actividades económicas, entre las que predomina la agricultura principalmente asociada a cultivos de fresa, mora, papa, cebolla, ajo, coliflor, plátano, cambur y café. Adicionalmente, existe una industria local de ganadería de leche y de carne. La actividad piscícola ha tenido gran auge en los últimos años, junto con las empresas madereras. La zona presenta también un gran atractivo como destino turístico principalmente por su riqueza paisajística (PDVSA 1992). Estas riquezas naturales, inmensas pero de gran fragilidad, se encuentran amenazadas y bajo intensa presión humana, principalmente por la deforestación asociada a prácticas agrícolas y ganaderas, y por la cacería y extracción ilegal de especies. De hecho, algunas de sus especies más emblemáticas, como el cóndor (*Vultur gryphus*) y el oso frontino (*Tremarctos ornatus*) se encuentran amenazadas de extinción (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

Métodos

El presente análisis se realizó a dos escalas espaciales y temporales diferentes. En una primera aproximación, se examinaron los cambios históricos de vegetación en el ramal oriental de la cordillera de los Andes venezolanos. Utilizando el *Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro* elaborado por Josse y colaboradores, se extrajo el subconjunto de datos referidos a Venezuela para cuantificar la pérdida total de vegetación no intervenida (Josse *et al.* 2009b). El análisis se restringió a los municipios donde al menos 50% de la superficie estuviese incluida en el mapa citado. Los 57 municipios seleccionados ocuparon 28.604 km² ubicados en los estados Barinas (1), Lara (3), Mérida (19), Portuguesa (3), Táchira (22) y Trujillo (9). Esta primera aproximación histórica se fundamenta en que los cambios de cobertura de vegetación observados corresponden a una escala temporal de cientos de años, lo que permitiría la aplicación del criterio B1 del sistema de clasificación para estimar el riesgo de eliminación de ecosistemas (Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II).

En una segunda aproximación se emplearon imágenes de satélite para examinar los cambios de cobertura recientes de la vegetación en una ventana restringida a la cordillera de Mérida, que representa 41% del estado Trujillo, 24% de Mérida y 15% de Barinas (**Figura 1**). Si bien el estado Barinas corresponde estrictamente a la región los Llanos, este segmento se incorpora al análisis debido a su localización en las imágenes de satélite empleadas y en virtud del valor que representan los ecosistemas del piedemonte barinés. Este segundo análisis evaluó una región de aproximadamente 12.864 km².

Las imágenes satelitales Landsat para la cordillera de los Andes fueron obtenidas del servicio Earth Science Data Interface (ESDI) perteneciente al proyecto Global Land Cover Facility (GLCF) de la Universidad de Maryland. Para la selección de imágenes se empleó tres criterios: 1) cobertura de nubes baja o nula, 2) un mínimo de dos imágenes con al menos diez años de separación entre sí, y 3) imágenes tomadas en fechas similares. Sólo dos imágenes cumplieron con estos requisitos: una Landsat TM del 20 de enero de 1988 y otra Landsat ETM+ del 31 de enero de 2001 (GLCF 2010).



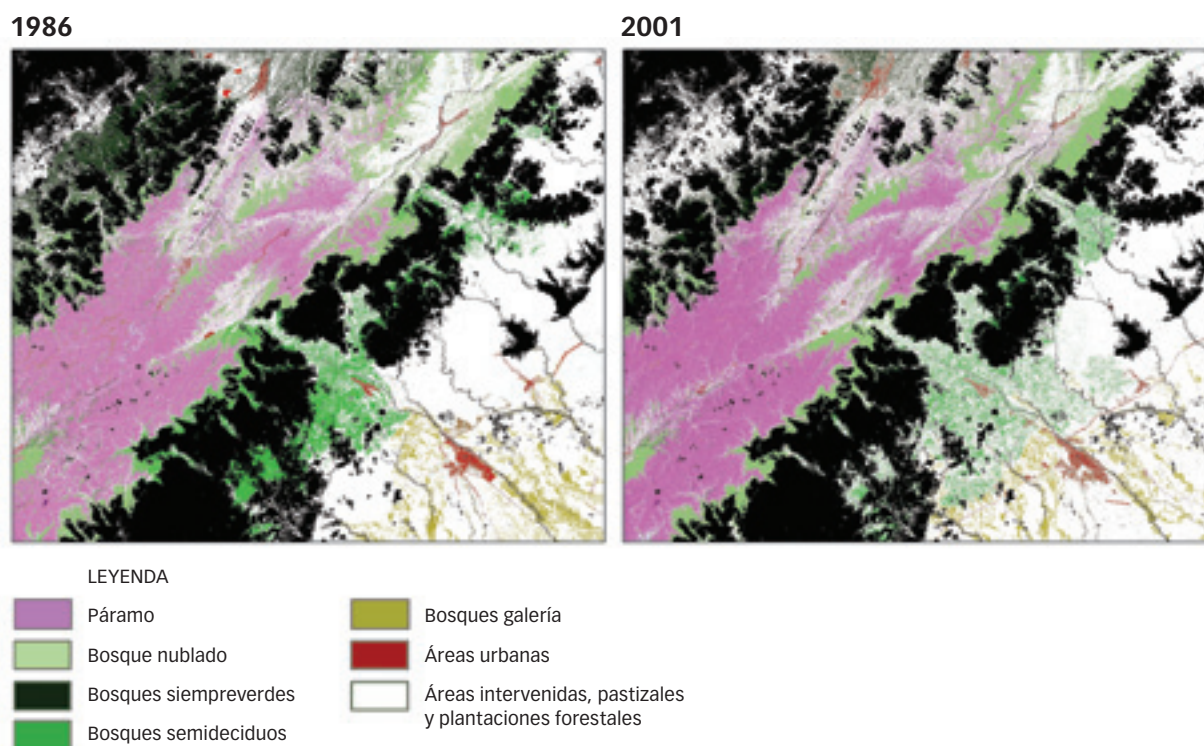
Figura 1. Ubicación de la cordillera de Mérida y el área de estudio.

Tomando como referencia las unidades fisionómicas identificadas por Huber y Alarcón (1988), se realizó una clasificación supervisada de las imágenes que permitió distinguir diez tipos de coberturas diferentes: 1) páramos, 2) bosques nublados (bosques ombrófilos montanos siempreverdes), 3) bosques ribereños (bosques ribereños semidecíduos), 4) bosques siempreverdes (bosques ombrófilos basimontanos/submontanos, subsiempreverdes, ombrófilos submontanos/montanos, siempreverdes), 5) bosques semidecíduos (bosques ombrófilos basimontanos semidecíduos estacionales), 6) áreas anegadizas, 7) áreas intervenidas (que incluyen las zonas de actividad agrícola, plantaciones forestales y pastizales), 8) áreas urbanas, 9) suelos expuestos, y 10) nieve.

Con el fin de validar las coberturas vegetales identificadas, los resultados fueron comparados con otros mapas de vegetación disponibles para la región (Ataroff & Sarmiento 2003, Josse *et al.* 2009b). Estos mapas son compatibles a grandes rasgos y las diferencias se deben a detalles en las denominaciones, como por ejemplo, la unidad clasificada como "páramos", es dividida por Ataroff y Sarmiento (2003) en páramo andino o altiandino, dependiendo de su altitud, mientras que Josse y colaboradores (2009b) proponen una clasificación aun más detallada.

Una vez clasificadas las dos imágenes satelitales (**Figuras 2**), se utilizó la información de los cambios detectados en 13 años (1986-2001), para proyectar la cobertura que tendrían los ecosistemas en 2036 y así abarcar los 50 años requeridos para aplicar el criterio A3 (Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II).

Figura 2. Cambios de la cobertura de los ecosistemas terrestres de la cordillera de Mérida (Barinas, Mérida, Trujillo) en 1986-2001.



Resultados

En el ramal oriental de la cordillera de los Andes venezolanos, la vegetación no intervenida ha sido eliminada en 5% de los municipios estudiados, en 7% califica como En Peligro Crítico (CR), en 32% está En Peligro (EN), en 25% Vulnerable (VU), en 10% Casi Amenazada (NT) y en 21% puede ser considerada como Preocupación Menor (LC) [Tabla 1]. Los mejor representados en la muestra son los estados Mérida, Táchira y Trujillo. En el estado Mérida la vegetación no intervenida se encuentra en buen estado relativamente, ya que de sus 19 municipios 11 califican como LC, 5 están amenazados (CR, EN o VU), y en 1 la vegetación ha sido eliminada (E). En contraste, la vegetación de Táchira ha sido altamente modificada: en 2 municipios ya fue eliminada (E), en

18 está amenazada y en 2 califica como NT. La situación de los municipios de Trujillo es intermedia, con una predominancia de vegetación en situación Vulnerable (VU). Es concluyente que la vegetación de la porción central de la cordillera de Mérida está mejor conservada que los extremos de ésta (Figura 3).

La **tabla 2** resume la información de la extensión ocupada por cada uno de los tipos de cobertura en 1988 y 2001, así como los cambios ocurridos durante los 13 años cubiertos por el estudio. Estos datos sirvieron de base para obtener unidades métricas, necesarias en la aplicación del sistema de categorías de riesgo de eliminación de ecosistemas.

Tabla 1. Clasificación del riesgo de eliminación de las formaciones vegetales en 57 municipios de la cordillera de Mérida.

Estado	Categoría						Total
	EL	CR	EN	VU	NT	LC	
Barinas	--	--	--	--	1	--	1
Lara	--	--	1	1	1		3
Mérida	1	--	2	3	3	11	19
Portuguesa	--	2	1	--	--	--	3
Táchira	2	1	13	4	2	--	22
Trujillo	--	1	1	6		1	9
Total	3	4	18	14	6	12	57

EL: Eliminada, CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada, LC: Preocupación Menor.

Tabla 2. Cambio en las diferentes coberturas terrestres de la cordillera de Mérida (Barinas, Mérida, Trujillo) observado (1988-2001) y proyectado (1988-2038).

Cobertura	Cambio de cobertura (%)				Categoría
	1988 (km ²)	2001 (km ²)	Observado	Proyectado	
Páramos	1.975,47	1.866,29	-5,53	-16,65	LC
Bosques nublados	1.201,02	1.182,16	-1,57	-4,54	LC
Bosques ribereños	189,93	143,35	-24,51	-92,48	CR
Bosques siempreverdes	302,74	146,18	-51,71	-100	CR
Bosques semidecíduos	439,81	290,06	-34,04	-100	CR
Áreas anegadizas	113,93	152,23	33,61	129	-
Áreas intervenidas	4.888,24	5.057,02	3,45	13	-
Áreas urbanas	56,25	62,82	11,67	45	-
Suelos expuestos	84,66	142,23	68,00	261	-
Nieve	1,53	0,88	-42,48	-100	CR

EL: Eliminada, CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada, LC: Preocupación Menor.

La mayor reducción de cobertura se observó en los bosques siempreverdes, semidecíduos y ribereños, aunque su extensión es relativamente pequeña en el área de estudio (Tabla 2). La mayor amenaza corresponde a los bosques ubicados en el piedemonte barinés, probablemente por la expansión de las plantaciones forestales en la zona (Azócar & Fariñas 2003). Igualmente, entre 1988 y 2001 el área cubierta por nieve se redujo a casi la mitad. De continuar las tendencias observadas, se estima que los bosques siempreverdes, semidecíduos y nieve desaparecerán, mientras que los bosques ribereños se reducirían a una pequeña proporción de su cobertura original. Por lo tanto, estos cuatro tipos de cobertura se consideran En Peligro Crítico (CR). En contraste, para el año 2038 se predice el crecimiento de las áreas anegadizas, suelos expuestos, y un crecimiento apreciable

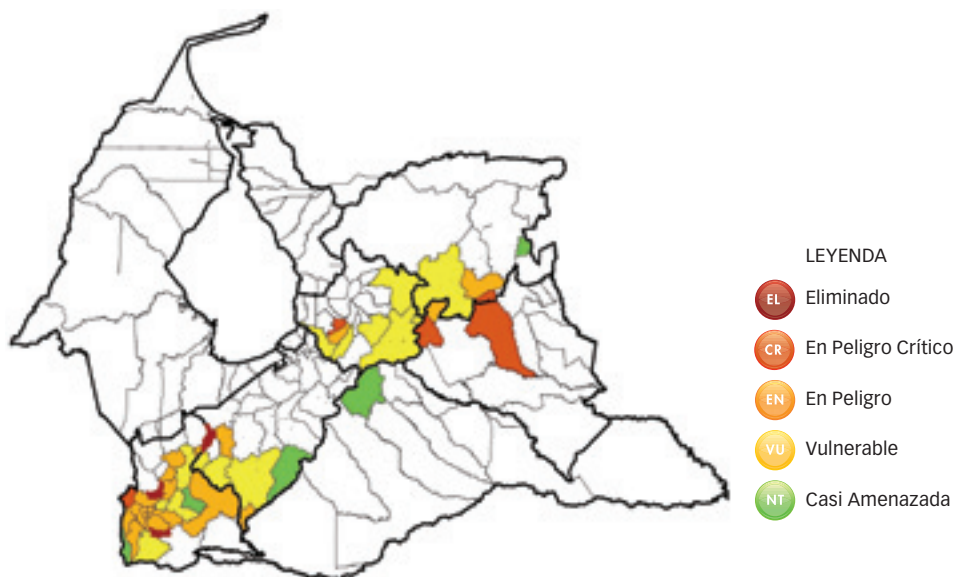


Figura 3. Grado de amenaza de las formaciones vegetales en los municipios del ramal oriental de la cordillera de los Andes venezolanos. Las abreviaciones de las categorías son las mismas que en la Tabla 1. Las áreas en blanco son los municipios clasificados en las categorías Preocupación Menor (LC), Datos Insuficientes (DD) y No Evaluado (NE).



Foto 1. Caja Seca y Torondoy, estado Mérida. Fernando Rojas-Runjaic

de las áreas urbanas. Actualmente las principales causas de amenaza de estos ecosistemas son la expansión de las actividades agrícolas, asociada al establecimiento de cultivos de papa y ajo, las actividades ganaderas de altura y los desarrollos turísticos (Azócar & Fariñas 2003).

En el caso de los bosques nublados, la aplicación del sistema de categorías los coloca en la categoría Preocupación Menor (LC) en toda el área de estudio. Según los resultados de los análisis, los bosques nublados se encuentran aparentemente en buen estado, y esto se debe principalmente al efecto amortiguador que desempeñan las áreas protegidas en la cordillera de Mérida, lo que sugiere que éstas cumplen efectivamente con su objetivo de creación (Foto 1).

Conclusiones

En el ramal oriental de la cordillera de los Andes venezolanos la vegetación primaria ha sido prolongadamente transformada por siglos de ocupación humana. Esto se refleja en la mayoría de los municipios estudiados, donde 68% de los ecosistemas calificaron como amenazados (**Tabla 1**). El riesgo se concentra en los extremos noreste y suroeste de la región, con una zona relativamente bien conservada en el centro que coincide con varias áreas protegidas.

Actualmente la principal amenaza que enfrentan los ecosistemas andinos se asocia a las quemadas recurrentes con fines agrícolas. A la conversión de áreas naturales (bosques semicaducifolios montanos, páramos, bosques secos montanos), que ya es grave por la gran fragilidad de los ecosistemas de altura, se suma el impacto del cambio climático global a largo plazo (Azócar & Fariñas 2003).

Bibliografía

- Ataroff, M. & L. Sarmiento (2003). Diversidad en los Andes de Venezuela. I. Mapa de Unidades Ecológicas del estado Mérida. CD-ROM, Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de los Andes: Mérida, Venezuela.
- Azócar, A. & M. Fariñas (2003). Páramos. Pp. 716-733. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González (eds.). Biodiversidad en Venezuela. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología: Caracas.
- Boyle K. & A. Estrada (eds.) (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Serie de Conservación de BirdLife N° 14. BirdLife International, Conservation International: Quito, Ecuador. 769 pp.
- GLCF (2010). Earth Science Data Interface (ESDI) [en línea]. Global Land Cover Facility (GLCF). Disponible en <<http://glcf.umd.edu>>
- Huber, O. & C. Alarcón (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, The Nature Conservancy, Fundación Bioma: Caracas.
- Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrena, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito & A. Tovar (2009a). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAVH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL: Lima, Perú. 96 pp.
- Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrena, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito & A. Tovar (2009b). Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela [en línea]. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAVH, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL: Lima, Perú. Disponible en <www.infoandina.org>
- MARN (2000). Primer Informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales: Caracas, Venezuela. 227 pp.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- PDVSA (1992). Imagen de Venezuela. Una Visión Espacial. Petróleos de Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 271 pp.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 3a. ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Vareschi, V. (1970). Flora de los Páramos de Venezuela. Ediciones del Rectorado, Universidad de los Andes: Mérida, Venezuela.



CONVERSIÓN DE LOS BOSQUES DECIDUOS EN LOS LLANOS CENTRALES DE VENEZUELA

Sergio Zambrano-Martínez, Jon Paul Rodríguez

Paisaje vegetal: Llanos (B2)		
Localidad: Llanos centrales		
Estados: Cojedes, Guárico		
Área aprox.: 231.614 ha		
Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques deciduos y bosques de galería	EN	A2
Sabanas	EN	A2

Contexto

La región Llanos ofrece extensas superficies de tierra aptas para la agricultura y la ganadería extensiva, aunque presenta limitaciones con respecto al drenaje pluvial, en la disponibilidad de recursos hídricos y la calidad de los suelos. La región está comprendida dentro de la unidad ecológica del bosque deciduo tropical o bosque seco tropical, el cual constituye uno de los ambientes más extensos del país y que principalmente se caracteriza por estratos arbóreos, formaciones arbustivas y herbáceas o sabanas, además de bosques secundarios producto de la intervención humana, y bosques de galería asociados a formaciones arbóreas siempreverdes (MARNR 1983).

Los bosques secos neotropicales, y en particular los secundarios, son de gran interés por su potencial en el almacenamiento de carbono y su posible contribución a la mitigación del calentamiento global, sin embargo, son uno de los ecosistemas más amenazados del mundo, incluyendo los de Venezuela (Janzen 1988, Sanchez-Azofeifa *et al.* 2003, Fajardo *et al.* 2005).

Durante siglos los Llanos han estado sujetos a modificaciones por actividades humanas. Sus bosques originales han desaparecido rápidamente a causa de constantes y prolongados procesos de quema, y por la conversión de las tierras a fines agropecuarios, situación que mantiene bajo amenaza de extinción a sus

especies de flora y fauna (Duno de Stefano *et al.* 2007). Entre los mamíferos más amenazados están la danta (*Tapirus terrestris*) y el yaguar (*Panthera onca*), ambos en situación vulnerable y entre las aves, el cardenalito (*Carduelis cucullata*), cuyas poblaciones en su mayoría están extintas y su distribución actual no llega a 20% de lo que fue originalmente (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

Métodos

El área de estudio se encuentra en los llanos centrales, al sur de los estados Cojedes y Guárico, con una extensión aproximada de 231.615 ha, que incluye al Centro Técnico Productivo Socialista Florentino, antiguo hato Piñero (74.691 ha), unidad de producción ganadera que funcionaba como reserva privada de conservación no oficial (**Figura 1**). En esta área predominan ecosistemas de bosques deciduos, bosques de galería y sabanas, además de bosques secundarios en diferentes etapas de sucesión producto de las perturbaciones naturales o provocadas por el hombre (Duno de Stefano *et al.* 2007, Portillo-Quintero & Sánchez-Asofeifa 2010). En este estudio se utilizó como referencia el área ocupada por el hato Piñero en virtud de su buen estado de conservación, para compararla con zonas aledañas que han sufrido grandes impactos en los últimos 40 años.

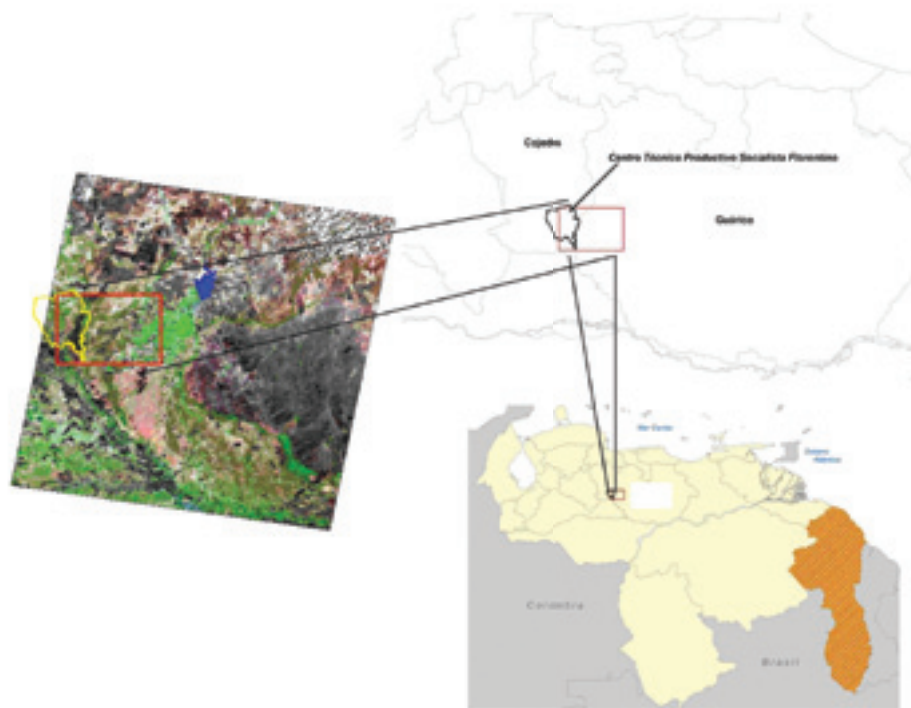


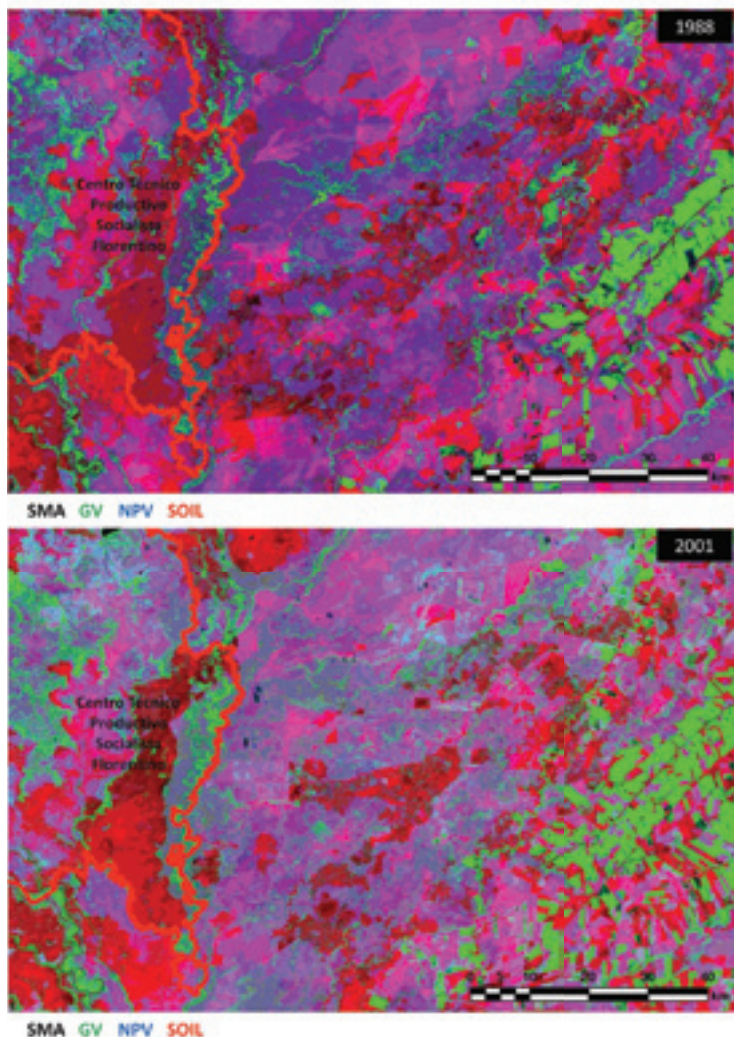
Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio en los llanos centrales, estados Cojedes y Guárico (rojo). El límite amarillo identifica al antiguo hato Piñero.

Para cuantificar los cambios de cobertura se usaron dos imágenes de satélite, una imagen Landsat TM del 26 de marzo de 1988 y otra Landsat ETM+ del 14 de marzo de 2001. Todas las bandas espectrales fueron procesadas, a excepción de las bandas 6 (banda termal) TM y ETM+ y la banda 8 (pancromática), esta última exclusiva del sensor ETM+. Una vez que se tuvo las bandas procesadas con sus números digitales (DN), estas se transformaron a valores de energía (radiancia). Posteriormente se les aplicó una corrección atmosférica con el módulo FLAASH del programa ENVI para reducir los efectos de la atmósfera, aerosoles y efectos típicos en las áreas rurales, y convertir todos los valores a unidades de reflectancia (ENVI 2008).

Se realizó un análisis de mezcla espectral (SMA) para identificar las coberturas presentes en el área piloto (Adams *et al.* 1993, Souza *et al.* 2005). Los datos de reflectancia de cada píxel fueron descompuestos en fracciones de vegetación fotosintética (GV), vegetación no fotosintética (NPV), suelo (SOIL) y sombra (SHADE). El modelo de SMA emplea los píxeles más "puros", seleccionados con base en la forma espectral y el contexto de

la imagen, por ejemplo, los espectros del suelo son asociados con los caminos sin pavimentar, y la vegetación no fotosintética es relacionada con pastizales senescentes (**Figura 2**). Los modelos de mezcla espectral se calcularon para cada fecha utilizando la imagen calibrada y los píxeles puros, excepto la imagen de referencia usada para extraer los píxeles puros. Los bosques talados y quemados tienen una menor proporción de GV y mayor proporción de NPV y SOIL, de la misma forma que el contenido SHADE de estos bosques degradados también es mayor en relación con los bosques intactos (Souza *et al.* 2005, Cochrane & Souza 1998).

Figura 2. Análisis de mezcla espectral (SMA).



Con los resultados del modelo SMA se calculó el índice de diferencia normalizado de fracciones (NDFI), con valores en el intervalo de -1 a 1, de forma que el bosque intacto tuviera un valor alto, alrededor de 1 (**Figura 3**) [Souza *et al.* 2005]. Este índice permitió identificar a los bosques deciduos y los bosques de galería como un continuo, un mosaico de bosques secundarios y sabanas, así como sabanas; y áreas intervenidas (suelo expuesto, áreas quemadas, cultivos, sombras de nubes, nubes y cuerpos de agua), y adicionalmente la elaboración de un árbol de decisión permitió ajustar mejor dichas clasificaciones (Friedl & Brodley 1997).

En los 13 años que abarcan las imágenes analizadas, Hato Piñero funcionó como reserva privada de conservación, enfocada en la protección tanto de las especies de flora y fauna como de los ecosistemas. La efectividad para la conservación ambiental lograda por el Hato Piñero fue evaluada mediante el análisis de cambio de coberturas, para el que se midieron los cambios observados dentro del Hato, que luego serían comparados con los cambios ocurridos fuera de sus linderos.

Figura 3. Índice de diferencia normalizado de fracciones (NDFI).

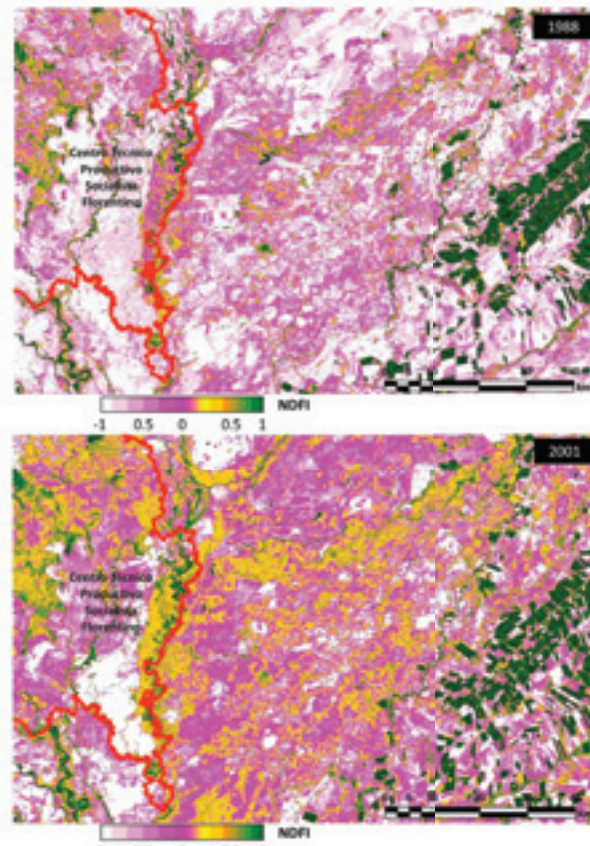
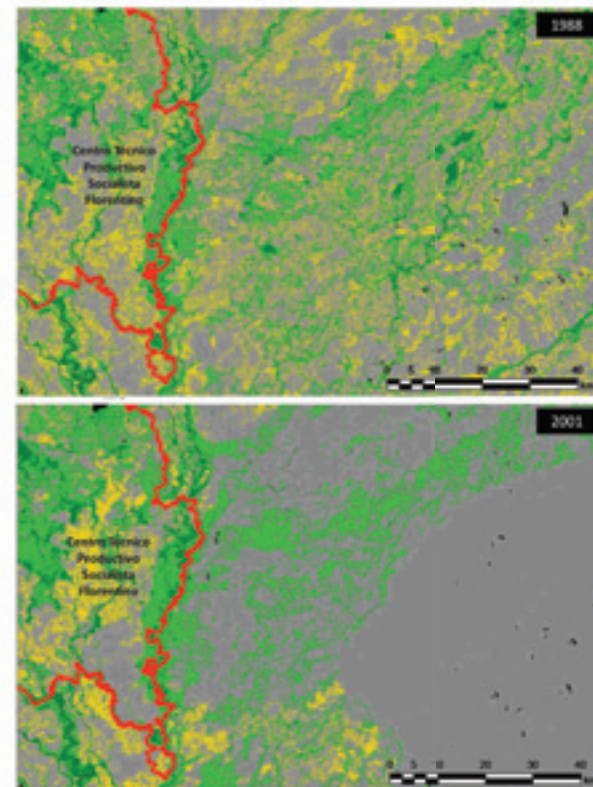


Figura 4. Cobertura de las formaciones vegetales en el área de estudio.



LEYENDA

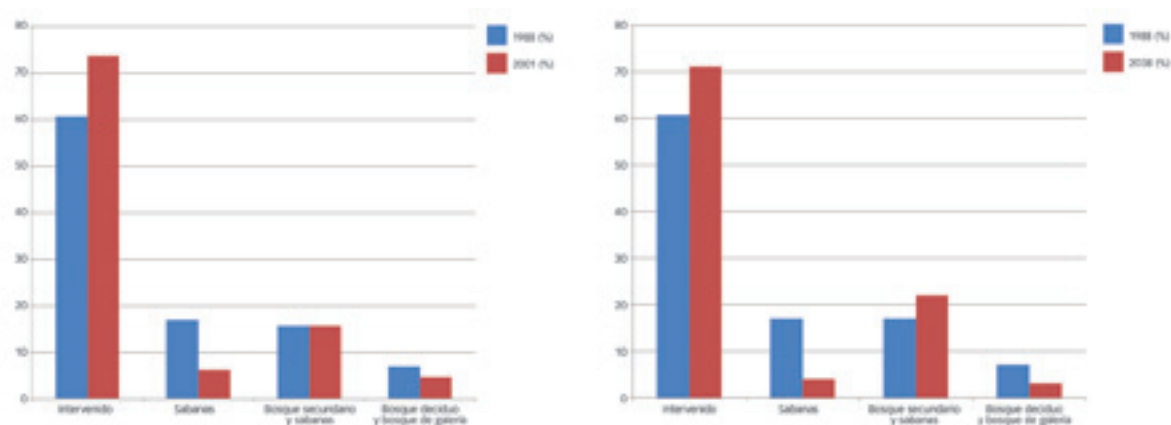
- No data
- Intervenido
- Sabanas
- Bosque secundario y sabanas
- Bosque deciduo y bosques de galería

Para aplicar los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación de ecosistemas en 1988 y 2001, se calculó la proporción de todas las coberturas dentro y fuera del hato, donde se manejó tres unidades espaciales: una conformada por bosques deciduos y bosques de galería, otra por bosques secundarios y sabanas, y la tercera por sabanas (Figura 4) [Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II]. Esta información fue utilizada para realizar una proyección de cambio hasta 2038, cubriendo así el intervalo de 50 años propuesto en el criterio A de las categorías de riesgo, empleando un algoritmo disponible en la herramienta IDRISI ANDES se calculó la matriz de transición para medir los cambios de 13 años (1988-2001) (Janssen & Middelkoop 1992).

Resultados

En 1988, 94% de toda la zona de estudio estaba conformada por áreas intervenidas (61%), sabanas (17%), y un mosaico de bosques secundarios y sabanas (16%). El 6% restante (15.765 ha) corresponde al mosaico de bosques deciduos y bosques de galería. Para 2001 los principales cambios detectados fueron: el aumento de 13% en las áreas intervenidas y la disminución de 11% de ecosistemas de sabanas. El cambio observado se atribuye principalmente a la expansión de la frontera agropecuaria en todas las coberturas evaluadas, especialmente en las sabanas y los bosques (Figura 5).

Figura 5. Superficie de las coberturas de bosque en el área de estudio.

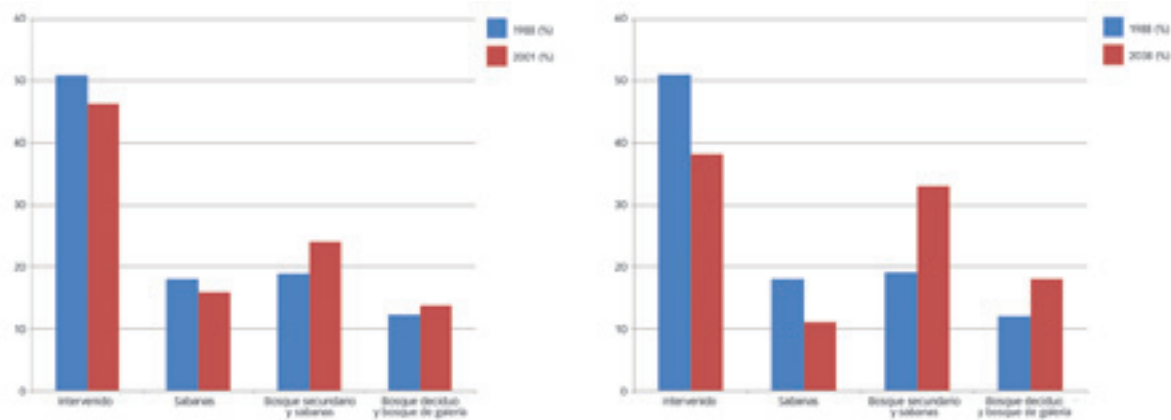


Los cambios de cobertura proyectados hasta 2038, y la aplicación de los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación de ecosistemas, revelan la tendencia hacia un proceso de sabanización y la pérdida de bosques. Estas proyecciones indican que en 50 años existiría 71% de áreas intervenidas, 4% de sabanas, 22% del mosaico de bosques secundarios y sabanas, y apenas un remanente de 3% del mosaico de bosques deciduos y de galería (Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II).

Al analizar los resultados dentro y fuera del antiguo hato Piñero entre 1988 y 2001, se encuentran variaciones en la cobertura de las unidades de análisis. Aunque los bosques secundarios y sabanas, y los bosques deciduos y de galería aumentaron su cobertura en el interior del antiguo hato Piñero, también han estado sujetos a perturbaciones, tales como quemadas repetidas de los bosques y de las sabanas para el desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas.

Durante ese período la reducción de las áreas intervenidas (6%), favoreció la regeneración de los bosques secundarios y sabanas así como los bosques deciduos y de galería, demostrando una estabilidad y recuperación de esas zonas gracias a los niveles de protección que allí existen. Esta tendencia se mantiene cuando se proyectan los cambios de cobertura a 50 años (2038) [Figura 6].

Figura 6. Superficie de las coberturas en el área de estudio.



Conclusiones

Los llanos centrales tienen una fuerte dinámica de conversión a predios agropecuarios e incluso agroindustriales, por lo que se requiere evaluar el estado de los bosques y sabanas asociadas, y medir el aumento de la frontera agrícola para proponer alternativas que permitan conservar los ambientes naturales. La explotación forestal desmedida también constituye una seria amenaza de eliminación para los ecosistemas locales, siendo el mejor ejemplo la drástica reducción de las coberturas boscosas de la Reserva Forestal de Turén, eliminada en apenas dos décadas.

Los resultados demuestran que si los niveles de intervención se mantienen constantes en tiempo, la reducción de los bosques deciduos y de galería (51%) y de las sabanas (77%) de los llanos centrales en los próximos 50 años sería considerable, lo que correspondería a su clasificación como En Peligro (EN). Esta situación alarmante obliga a diseñar estrategias creativas que permitan garantizar la conservación de las coberturas vegetales naturales que aún persisten en la región.

Bibliografía

- Adams, J.B., M.O. Smith & A.R. Gillispie (1993). Imaging spectroscopy: Interpretations based on spectral mixture analysis. Pp. 145-166. En: C.M. Pieters & P.A. Englert (eds.). *Remote Geochemical Analysis: Elemental and Mineralogical Composition*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Cochrane, M.A. & C.M. Souza (1998). Linear mixture model classification of burned forests in the Eastern Amazon. *International Journal of Remote Sensing* 19: 3433-3440.
- Duno de Stefano, R., G. Aymard & O. Huber (eds.) (2007). *Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela*. FUDENA, Fundación Empresas Polar, FIBV: Caracas. 715 pp.
- ENVI (2008). ENVI Tutorial: Atmospherically Correcting Multispectral Data Using FLAASH. ITT Visual Information Solutions: EE.UU.
- Fajardo, L., V. González, J.M. Nassar, P. Lacabana, C.A. Portillo, F. Carrasquel & J.P. Rodríguez (2005). Tropical dry forests of Venezuela: Characterization and current conservation status. *Biotropica* 37: 531-546.
- Friedl, M.A. & C.E. Brodley (1997). Decision tree classification of land cover from remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 61: 399-409.
- Janssen, L.L.F. & H. Middelkoop (1992). Knowledge-Based Crop Classification of a Landsat Thematic Mapper Image. *International Journal of Remote Sensing* 13: 2827-2837.
- Janzen, D. (1988). Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En: E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press: Washington, D.C.
- MARNR (1983). *Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001. Región de Los Llanos. Estados Guárico y Apure*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR): Caracas.
- Portillo-Quintero, C.A. & G.A. Sánchez-Asofeifa (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143: 144-155.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Sanchez-Asofeifa, G.A., K.L. Castro, B. Rivard, M.R. Kalascka & R.C. Harriss (2003). Remote sensing research priorities in tropical dry forest environments. *Biotropica* 35: 134-142.
- Souza, C.M., D.A. Roberts & M.A. Cochrane (2005). Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. *Remote Sensing of Environment* 98: 329-343.



Paisaje vegetal: Sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés (C2)

Localidad: Reserva Forestal Sipapo, noroccidente estado Amazonas

Estado: Amazonas

Área aprox.: 9.000 km²

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques siempreverdes	LC	A1, A2, A3

CONVERSIÓN DE BOSQUES EN LA RESERVA FORESTAL SIPAPO, ESTADO AMAZONAS

Irene Zager, Fabián Carrasquel

Contexto

El estado Amazonas conforma junto con el estado Bolívar la biorregión Guayana, cuya extensión abarca casi la mitad de la superficie de Venezuela (MARNR 2000). Esta biorregión se caracteriza por presentar la mayor diversidad de formaciones y recursos vegetales, lo cual hace de ella el mayor potencial forestal del país.

El estado Amazonas concentra aproximadamente 53% de los bosques venezolanos, lo que equivale a una superficie de 16.404.187 ha, de las cuales 2.612.304 ha están ocupadas por bosques de alto interés comercial. Adicionalmente al valor natural y comercial de sus bosques, el estado Amazonas concentra recursos hídricos indispensables, siendo el lugar donde nace la cuenca del Orinoco, que constituye la principal fuente de agua para el consumo humano y de vital importancia en la producción de energía hidroeléctrica para Venezuela. De igual manera, por su ubicación, conformación y abundancia florística, la diversidad ecosistémica de la entidad representa un recurso de gran significación para el aprovechamiento de materias primas y de especies promisorias para mercados potenciales (Esteves & Dumith 1998).

La mayor parte de esta vasta zona se caracteriza por una baja densidad de habitantes, pero concentra la mayor proporción de territorios indígenas del país (Berry *et al.* 1995). Las comunidades asentadas en el estado Amazonas desarrollan actividades artesanales, agrícolas, pesqueras, de caza y de recolección, con el



Figura 1. Localización de la Reserva Forestal Sipapo, zona noroccidental del estado Amazonas.

fin de enfrentar la pobreza extrema y la falta de fuentes de trabajo que caracterizan a esta zona. En virtud de la baja calidad de sus suelos, la actividad agrícola es muy limitada y se efectúa mediante “conucos”. La producción se concentra mayormente en rubros como cambur y plátano (*Musa × paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), mapuey (*Dioscorea trifida*) y maíz (*Zea mays*), entre otros cultivos. En cuanto a la producción animal, la actividad ganadera es de tipo extensivo, y por tanto económicamente ineficiente; la actividad pesquera comercial es muy escasa y predomina más bien una intensa pesca artesanal de subsistencia, cuyos excedentes son comercializados diariamente en los alrededores de los centros poblados más importantes (Esteves & Dumith 1998).

En el estado Amazonas se han decretado importantes Áreas Bajo Régimen de Administración Especial entre las cuales se incluyen cuatro parques nacionales (Serranía de La Neblina, Yacapana, Duida Marahuaca y Parima-Tarimapecó), catorce monumentos

naturales, una reserva de biosfera (Alto Orinoco-Casiquiare), una zona protectora (río Cataniapo) y una reserva forestal (Sipapo).

La Reserva Forestal Sipapo, área de estudio seleccionada, se creó el 7 de enero de 1963 mediante la Resolución N° 16 publicada en Gaceta Oficial N° 27.044 (08/01/1963), con el fin de proteger y racionalizar el manejo de la región boscosa comprendida entre los ríos Orinoco, Ventuari, Manapiare y la sierra de Guampi, así como propiciar la conservación de las aguas de los ríos Autana, Sipapo, Guayabo y otros tributarios del Orinoco. Ancestralmente, la Reserva Forestal Sipapo ha sido ocupada por comunidades indígenas asentadas en las riberas de los ríos Cuao, Autana, Sipapo y Guayabo, y en las márgenes del Orinoco.

En cuanto a sus características climáticas, el área se caracteriza por presentar condiciones ambientales extremas, con intensas precipitaciones y altas temperaturas. Los suelos en general son arenosos, de baja fertilidad y con problemas de inundación.

La Reserva Forestal Sipapo cuenta con una superficie de 1.350.890 ha, cuyo 82,33% está cubierto por bosques, 4,39% representa sabanas, 4,98% son matorrales, 0,48% es vegetación secundaria y 7,82% son terrenos descubiertos de vegetación, principalmente afloramientos rocosos predominantemente de granito, con alto contenido de cuarzo y sílice, entre los cuales destaca el tepuy Autana, de alto valor científico y cultural, decretado Monumento Natural en 1991. De la superficie boscosa, que cubre 82,33%, un poco más de 56% está cubierta por bosque medio denso sobre una topografía abrupta de montaña, con serias limitaciones para el manejo forestal por albergar las nacientes de los ríos Cuao, Autana, Guayabo y Sipapo. Otra limitación para su aprovechamiento es la presencia de extensas áreas inundables en las que se encuentra una gran cantidad de especies forestales de las que se desconoce su capacidad productiva, alternativas de uso y manejo comercial (Catalán 1980, Huber 1995a, Huber 1995b, Esteves & Dumith 1998, Lentino & Esclasans 2005).

Con respecto a sus potencialidades faunísticas, la Reserva Forestal Sipapo fue identificada como *Área Importante para la Conservación de las Aves* (IBA). Allí se ha registrado 173 especies de aves y es el único lugar de distribución conocido para la especie endémica *Thripophaga cherriei*. Por otra parte, están presentes al menos 58 especies de fauna incluidas en el *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*, 14 de ellas amenazadas, entre las que destacan mamíferos como el cuspón (*Prionomys maximus*), el perro de agua (*Pteronura brasiliensis*) y el mono araña del sur (*Ateles belzebuth belzebuth*), además de la tortuga cabezón (*Peltocephalus dumerilianus*), reptil sometido a una intensa presión de captura para el consumo humano (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

Métodos

El área de estudio correspondió a 5% del área total del estado Amazonas, cubriendo aproximadamente 9.000 km² de la zona noroccidental (**Figura 1**). Esta extensión abarca parcialmente tres entidades municipales (Atures, Atabapo y Autana), y cubre casi en su totalidad a la Reserva Forestal Sipapo.

Con el fin de analizar los cambios de cobertura ocurridos en la zona noroccidental del estado Amazonas, se llevó a cabo el procesamiento y análisis de dos imágenes satelitales, una imagen Landsat TM del 26 de diciembre de 1986 y una imagen Landsat ETM+ del 9 de enero de 2001.

Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el programa Idrisi Kilimanjaro, que facilitó la corrección radiométrica y atmosférica de sus bandas, y así calibrar las discrepancias derivadas del uso de sensores diferentes y de los efectos atmosféricos (Eastman 2003). Previamente al análisis, las zonas ocupadas por nubes, sombras y cuerpos de agua fueron eliminadas mediante la creación de una "máscara". Después de esta corrección, se procedió a identificar los principales tipos de cobertura presentes en el área y sus respectivas firmas espectrales. Para ello, se superpusieron puntos de referencia para cada una de las coberturas terrestres identificadas sobre una composición en falso color de las imágenes satelitales. Esto permitió definir las áreas de entrenamiento para realizar una clasificación supervisada de las imágenes utilizando el algoritmo de *Distancia Mínima a la Media* (MINDIST) y así mejorar la confiabilidad de los resultados (Jensen 1996, Eastman 2003). Los

Figura 2. Cobertura de bosques siempreverdes (verde oscuro) para los años 1986 y 2001 en la zona noroccidental del estado Amazonas.



puntos de referencia incluyeron cada una de las coberturas obtenidas durante una salida de campo, así como las coberturas terrestres señaladas en los mapas de vegetación elaborados para la zona por Huber (1995c), y en los ortofotomapas (1:50.000) correspondientes al Proyecto CartoSur I.

Dadas las características de reflectancia de las imágenes sujetas a análisis, al momento de realizar las clasificaciones supervisadas sólo se logró diferenciar cuatro clases de cobertura: i) bosques siempreverdes (incluyendo bosques ribereños), ii) arbustales y herbazales, iii) áreas anegadizas, áreas intervenidas y suelos expuestos, y iv) formaciones rocosas.

Una vez obtenidos los mapas de cobertura preliminares para 1986 y 2001, estos fueron superpuestos con el fin de detectar polígonos o coberturas falsas, siguiendo el método de procesamiento en pares utilizando el módulo CROSSTAB del programa Idrisi Kilimajaro (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2001, Eastman 2003). Es preciso aclarar que los denominados “polígonos falsos” son los que representaban transiciones improbables (e.g. clasificados como “áreas intervenidas” en 1986 y luego como “bosques siempreverdes” en 2001). Estas inconsistencias fueron identificadas utilizando el módulo CROSSTAB de Idrisi Kilimanjaro, revisadas junto con los ortofotomapas y corregidas en los mapas de cobertura correspondientes.

Finalmente, se utilizaron filtros para extraer la cobertura de los bosques siempreverdes de la zona, y estimar la proporción original (1986) y la cobertura remanente más reciente (2001), y que se muestran en la **figura 2**. Este procedimiento también sirvió para proyectar la conversión futura de estos bosques considerando una ventana de 50 años, y la aplicación de los criterios cuantitativos para calcular el riesgo de eliminación de ecosistemas, propuestos por Rodríguez y colaboradores (2011) [*vid. supra*, cap. II].

Los cambios de cobertura observados y proyectados para cada unidad de vegetación fueron contrastados con los umbrales establecidos para el criterio A, asignando como categoría final aquella que correspondiera al mayor riesgo relativo, de conformidad con el principio de precaución (*vid. supra*, cap. II). Por otra parte, debido a la baja densidad de habitantes en la zona, que influye en una menor afectación por actividades antrópicas y que contrasta con otras regiones de Venezuela, se decidió aplicar el análisis en dos escalas de diferentes alcances, la primera abarcando la Reserva Forestal Sipapo, y la segunda basada en una grilla con celdas de 100 km². Cabe destacar que la asignación de categorías de riesgo de eliminación se basó únicamente en la información de los cambios de cobertura, dado que no se tenía disponible información cuantitativa sobre la pérdida de función ecológica.

Resultados

Para el período comprendido entre 1986 y 2001, la comparación de las coberturas boscosas indica que al considerar toda el área de estudio, los bosques siempreverdes sufrieron una reducción de 134 km² (4,12%) durante ese período de 15 años, lo que corresponde a una tasa de conversión de aproximadamente 900 ha/año. De este total, 103 km² de los bosques deforestados se encuentran dentro de la Reserva Forestal Sipapo, lo que corresponde a una tasa de conversión de aproximadamente 700 ha/año. En contraste, durante este período las áreas anegadizas, áreas intervenidas y suelos expuestos experimentaron un incremento de 30 km² (37,81%).

La proyección de estos cambios, considerando un período de 50 años en el futuro, predice una pérdida de menos de 20% del total de la superficie de bosques siempreverdes, por lo que el riesgo de eliminación de estos ecosistemas se ubica en la categoría Preocupación Menor (LC), para toda la Reserva Forestal Sipapo, extrapolable a la zona noroccidental del estado Amazonas (**Tabla 1**).

Tabla 1. Evaluación del riesgo de eliminación de los bosques siempreverdes en la Reserva Forestal Sipapo, estado Amazonas. Escala espacial 1:500.000.

Extensión (km ²)		Conversión (1986-2001)		Criterio /Categoría		
Año 1986	Año 2001	Pérdida %	Tasa km ² /año	A1	A2	A3
3.266,74	3.132,02	4,12%	134 km ²	LC	LC	LC

Sin embargo, si se modifica la escala espacial a una con mayor resolución (celdas de 100 km²), se observan áreas donde la conversión de los ecosistemas durante 1986 y 2001 fue lo suficientemente marcada como para que el sistema de categorías reconozca amenazadas a varias unidades de bosques siempreverdes de la Reserva Forestal (Tabla 2).

Al estudiar el mapa temático del riesgo de eliminación por grillas (Figura 3), se hace evidente que la mayor parte de las celdas amenazadas coincide con la ubicación de algunas de las principales comunidades indígenas de la zona, lo que pone de manifiesto el impacto de su desarrollo sobre los ecosistemas naturales que las circundan.

Tabla 2. Evaluación del riesgo de eliminación de los bosques siempreverdes en la zona noroccidental del estado Amazonas (Reserva Forestal Sipapo). Escala espacial 100 Km².

Criterios	A1					A2					A3				
Categorías	CR	EN	VU	LC	NA	CR	EN	VU	LC	NA	CR	EN	VU	LC	NA
Número celdas	-	1	4	57	3	6	5	4	47	3	5	2	8	47	3

CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, LC: Preocupación Menor, NA: No Aplica.

A) Bosques siempreverdes

b) Arbustales y herbazales

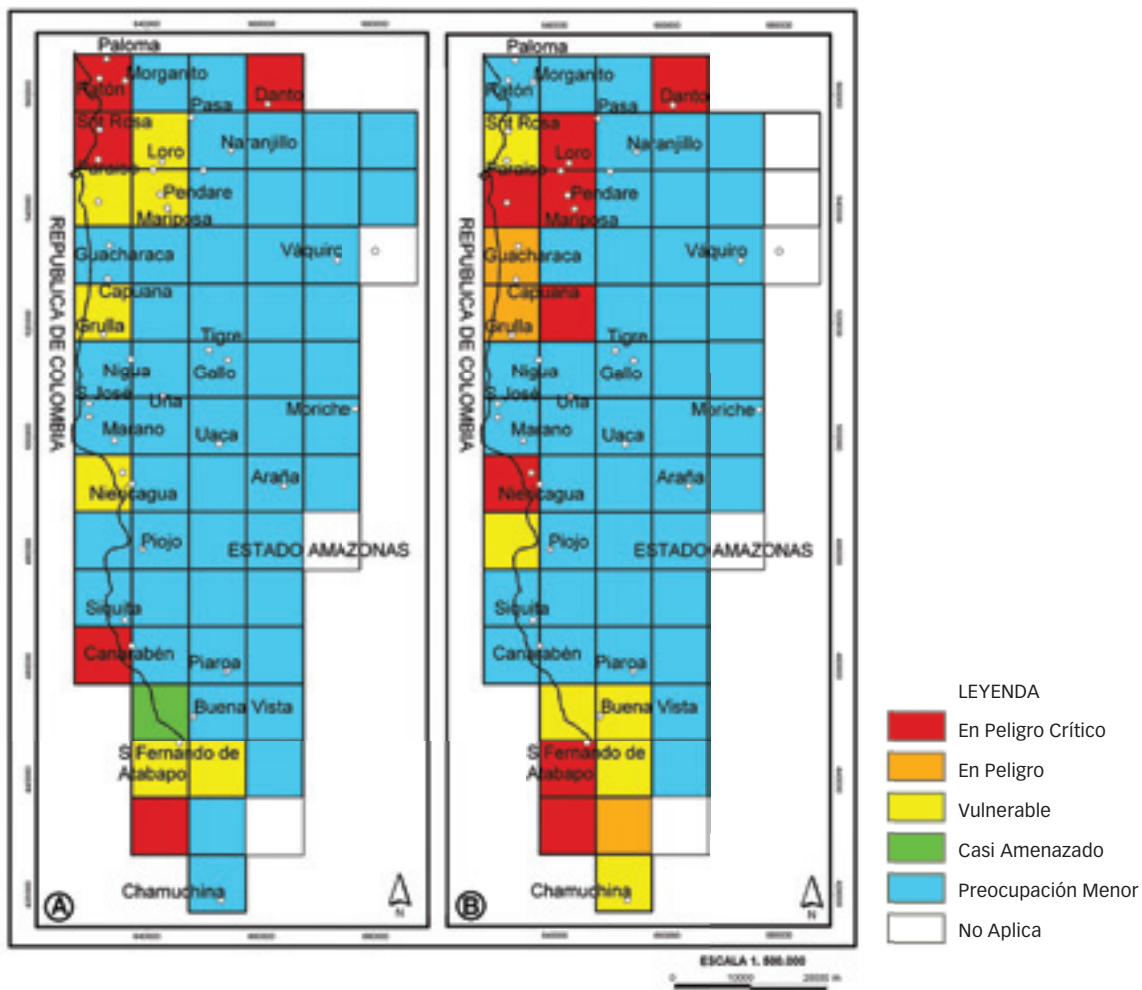


Figura 3. Mapa del riesgo de eliminación de los bosques siempreverdes de la zona noroccidental del estado Amazonas por grillas de 100 Km².

Conclusiones

Se estima que aproximadamente 90% de los bosques venezolanos persisten en la región de Guayana, al sur del Orinoco, donde la tasa de deforestación se mantiene muy por debajo de la observada al norte del país (Bevilacqua *et al.* 2002).

Los resultados de la aplicación del sistema de categorías de riesgo de eliminación en la zona noroccidental del estado Amazonas son congruentes con estas estimaciones, y sugieren que sólo a escalas muy finas se detectan cambios lo suficientemente marcados en la cobertura forestal de la zona que hacen temer por su persistencia en el futuro, de mantenerse estables las tasas de deforestación.

Sin embargo, un análisis más detallado de los cambios que están ocurriendo en los bosques de la zona demuestra que a pesar de la baja densidad de habitantes, las actividades agrícolas, la quema, la cacería ilegal, el tráfico de madera y la minería, tienen un efecto marcado en las coberturas boscosas de las áreas que circundan los asentamientos humanos. De hecho, durante la fase de verificación en campo, en los alrededores de la comunidad de Pendare se pudo comprobar la presencia de parches de suelo completamente expuesto, que cubren de 5 a 20 hectáreas de extensión, y que se corresponden con conucos abandonados con más de 20 años de descanso, lo cual corrobora la lenta recuperación que tienen estos ecosistemas ante intervenciones antrópicas. Las actividades señaladas, junto con los desarrollos hidroeléctricos, el turismo y el cambio climático, fueron identificadas por Huber (1995d) como las principales causas de la deforestación de la región Guayana.

Estas presiones se han incrementado en años recientes, y el creciente interés gubernamental por desarrollar macroproyectos extractivos en la región para la utilización de recursos naturales estratégicos, incluyendo agua, minerales, madera y fauna, evidentemente resultará en un incremento de las tasas de deforestación, por lo que será importante monitorear los cambios futuros de la extensión de los bosques de la región (Bevilacqua & Ochoa 2001, Funk & Kelloff 2009).

Bibliografía

- Berry, P.E., B.K. Holst & K. Yatskievych (1995). Introduction. Pp: xv-xx. En: J.A. Steyermark, P.E. Berry & B.K. Holst (eds.). Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1: Introduction. Missouri Botanical Garden: Portland, Oregon, USA.
- Bevilacqua, M., L. Cárdenas, A.L. Flores, L. Hernández, B.E. Lares, R.A. Mansutti, M. Miranda, J. Ochoa G., M. Rodríguez & E. Selig (2002). Situación de los Bosques en Venezuela: La Región Guayana como caso de estudio. Instituto de Recursos Naturales (WRI), Observatorio Mundial de Bosques (GFW), ACOANA, UNEG, PROVITA, FUDENA, Fundación Polar: Caracas, Venezuela. 132 pp.
- Bevilacqua, M. & J. Ochoa (2001). Conservación de las últimas fronteras forestales de la Guayana venezolana: Propuesta de lineamientos para la cuenca río Caura. *Interciencia* 26: 491-497.
- Catalán, A. (1989). Inventario de los recursos forestales de la Reserva Forestal del Sopapo. TFA. MARNR, Serie Informes Científicos. DGIIA. Caracas.
- Lentino, M. & D. Esclasans (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Venezuela. Pp: 621-730. En: K. Boyla & A. Estrada (eds.). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. BirdLife International, Conservation International: Quito, Ecuador.
- Eastman, J.R. (2003). Idrisi Kilimanjaro: Guide to GIS and Image Processing. Manual Version 14.00. Clark Labs, Clark University: Worcester, Massachusetts, EE.UU.
- Esteves, J. & D.A. Dumith (1998). Diversidad Biológica en Amazonas: Bases para una estrategia de gestión. Fundación Polar: Caracas, Venezuela.
- Funk, V.A. & C. Kelloff (2009). Introduction. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 17: 1-6.
- Huber, O. (1995a). Geographical and Physical Features. Pp: 1-61. En: P.E. Berry, B.K. Holst, K. Yatskievych (eds.). Flora of the Venezuelan Guayana: Introduction. Vol. 1. Missouri Botanical Garden: Portland, Oregon, USA.
- Huber, O. (1995b). Vegetation. Pp: 97-160. En: P.E. Berry, B.K. Holst, K. Yatskievych (eds.). Flora of the Venezuelan Guayana: Introduction. Vol. 1. Missouri Botanical Garden: Portland, Oregon, USA.
- Huber, O. (1995c). Guayana Venezolana. Mapa de Vegetación Escala 1:2.000.000. República de Venezuela. CVG Edelca, Missouri Botanical Garden: Caracas.
- Huber, O. (1995d). Conservation of the Venezuelan Guayana. Pp: 193-218. En: P.E. Berry, B.K. Holst, K. Yatskievych (eds.). Flora of the Venezuelan Guayana: Introduction. Vol. 1. Missouri Botanical Garden: Portland, Oregon, USA.
- Jensen, J.R. (1996). Introductory Digital Image Processing: A remote sensing perspective. K.C. Clarke (ed.). Series in Geographic Information Science. Prentice Hall: USA.
- MARNR (2000). Primer informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Oficina Nacional de Diversidad Biológica, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales: Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology*: 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 3a. ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Sánchez-Azofeifa, G.A., R.C. Harris & D.L. Skole. (2001). Deforestation in Costa Rica: A quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33: 378-384.



Paisaje vegetal: Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón (C1) / Sierra de San Luis y Cerro Santa Ana (D3)

Localidad: Zona centro-norte del estado Falcón

Estado: Falcón

Área aprox.: 10.000 km²

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques siempreverdes	CR	A2,A3
Bosques semidecuidos	EN	A2
Bosques deciduos	CR	A2,A3
Cardonales y espinares	CR	A2

CONVERSIÓN DE LOS BOSQUES Y ZONAS ÁRIDAS DEL CENTRO-NORTE DEL ESTADO FALCÓN

Irene Zager, Fabián Carrasquel

Contexto

El estado Falcón se ubica en la parte noroccidental de Venezuela, colindando con el mar Caribe por el norte y el este, y con las llanuras orientales de la depresión de Maracaibo por el oeste. Junto con el estado Lara, la entidad conforma una biorregión conocida como el Sistema de Colinas Lara-Falcón, donde predominan bosques y arbustales xerófilos, parcialmente espinosos (MARNR 2000).

A lo largo del estado Falcón las características climáticas varían considerablemente de acuerdo con la cercanía a la costa y dependiendo de la altitud. Así, mientras que las llanuras costeras y los valles centrales presentan una precipitación anual de entre 142 y 492 mm, concentrados en una temporada de lluvia corta, las zonas montañosas suelen recibir entre 750 y 1.250 mm de lluvia al año durante las dos estaciones lluviosas. Igualmente, la vegetación predominante varía notablemente en las distintas zonas, e incluye bosques siempreverdes, bosques semidecuidos, bosques deciduos, cardonales, arbustales, herbazales y pastos (Matteucci 1987).

La gran diversidad ecológica del estado se encuentra parcialmente protegida por efecto de la declaratoria de dos parques nacionales. El Parque Nacional Juan Crisóstomo Falcón se ubica en el extremo sur del estado, ocupando parte de la Sierra de San Luis, nombre por el que se conoce comúnmente a este parque. En la zona

semidesértica de Falcón está la cuenca de Curimagua, donde se observan cuevas de grandes salas y galerías, y que forma parte del lago subterráneo Rito Acarite, el más grande de Venezuela. Dentro del parque se encuentran las nacientes de los ríos más importantes del estado, Ricoa y Coro, que alimentan las represas de Barrancos e Isiro, y los ríos Mitare, Acarigua y Hueque. El parque posee una vegetación diversa, donde se distinguen áreas de espinares y bosques basimontanos y submontanos, además de una porción importante de la avifauna de la región, cuyos inventarios reportan aproximadamente 176 especies de aves (Lentino & Esclasans 2005).

Por su parte, el Parque Nacional Médanos de Coro se localiza al norte del estado en la zona conformada por el istmo de los médanos, una franja de 40 km de largo por 7 km de ancho que une la península de Paraguaná con la costa continental. El elemento más representativo del paisaje son los médanos, acumulaciones de arena que se desplazan por acción del viento. La vegetación del área se compone principalmente de herbazales litorales halófilos y psamófilos, arbustales xerófilos, litorales y manglares costeros. Las aves constituyen el grupo predominante entre la fauna del parque, y llegan a un total de 31 especies (Lentino & Esclasans 2005). En el área también se hallan algunas de las especies señaladas en el *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*, como el cunaguaro (*Leopardus pardalis*), el murciélago longirrosto mayor (*Leptonycteris curasoae*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), entre otras especies amenazadas (Rodríguez & Rojas-Suárez 2008).

En cuanto a las principales actividades antrópicas, en el estado Falcón no se reconocen muchos yacimientos de petróleo ni de gas natural, sin embargo, Paraguaná es sede del complejo refinador donde se procesa parte del petróleo y del gas que se extrae de la cuenca del Lago de Maracaibo. Este complejo, que concentra 65% de la capacidad de refinación venezolana, representa la principal fuente de trabajo de los habitantes de la península de Paraguaná, promovida por el establecimiento y el desarrollo de numerosas industrias de los productos derivados de esta operación. Adicionalmente, aquí se encuentra uno de los mayores puertos de exportación petrolera del país. Los extensos kilómetros de costa le confieren al estado un alto potencial pesquero, junto con los recursos salineros de la zona. Las actividades pecuarias asociadas a la cría y explotación de ganado caprino y bovino para la producción de leche, también constituyen un comercio de significativa importancia, mientras que en la producción agrícola destacan importantes productos hortícolas como melón, patilla, cebolla y café (PDVSA 1992).

Métodos

Para definir el estatus de riesgo de eliminación de los ecosistemas del área seleccionada, se cubrió aproximadamente 10.000 km² de la zona centro-norte, lo que corresponde a 40% de la superficie total del estado Falcón (**Figura 1**). La península de Paraguaná no fue incluida en el área de estudio debido a la gran nubosidad en las imágenes de satélite disponibles, lo que limitaba notablemente el área efectiva de análisis dentro de la península.

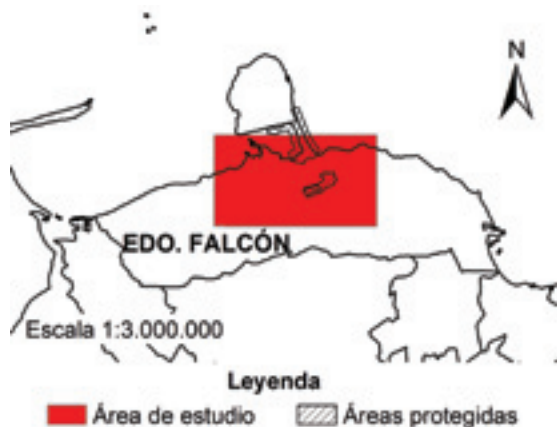


Figura 1. Localización del área de estudio en el estado Falcón.

La comparación de los cambios de cobertura ocurridos en la zona centro-norte del estado Falcón, se llevó a cabo mediante el uso de dos imágenes satelitales, una imagen Landsat TM del 16 de agosto de 1991, y una imagen Landsat ETM+ del 2 de julio de 2001. Para el procesamiento digital y el análisis de las imágenes satelitales se utilizaron los programas ArcView 3.2, Idrisi Kilimanjaro y Fragstats. En un procesamiento inicial, los valores radiométricos y atmosféricos de las imágenes satelitales fueron corregidos con el programa Idrisi Kilimanjaro, con el fin de calibrar las inconsistencias derivadas del uso de diferentes sensores y de los efectos atmosféricos (Eastman 2003). Previo al análisis se eliminaron todas las zonas ocupadas por nubes, sombras y cuerpos de agua.

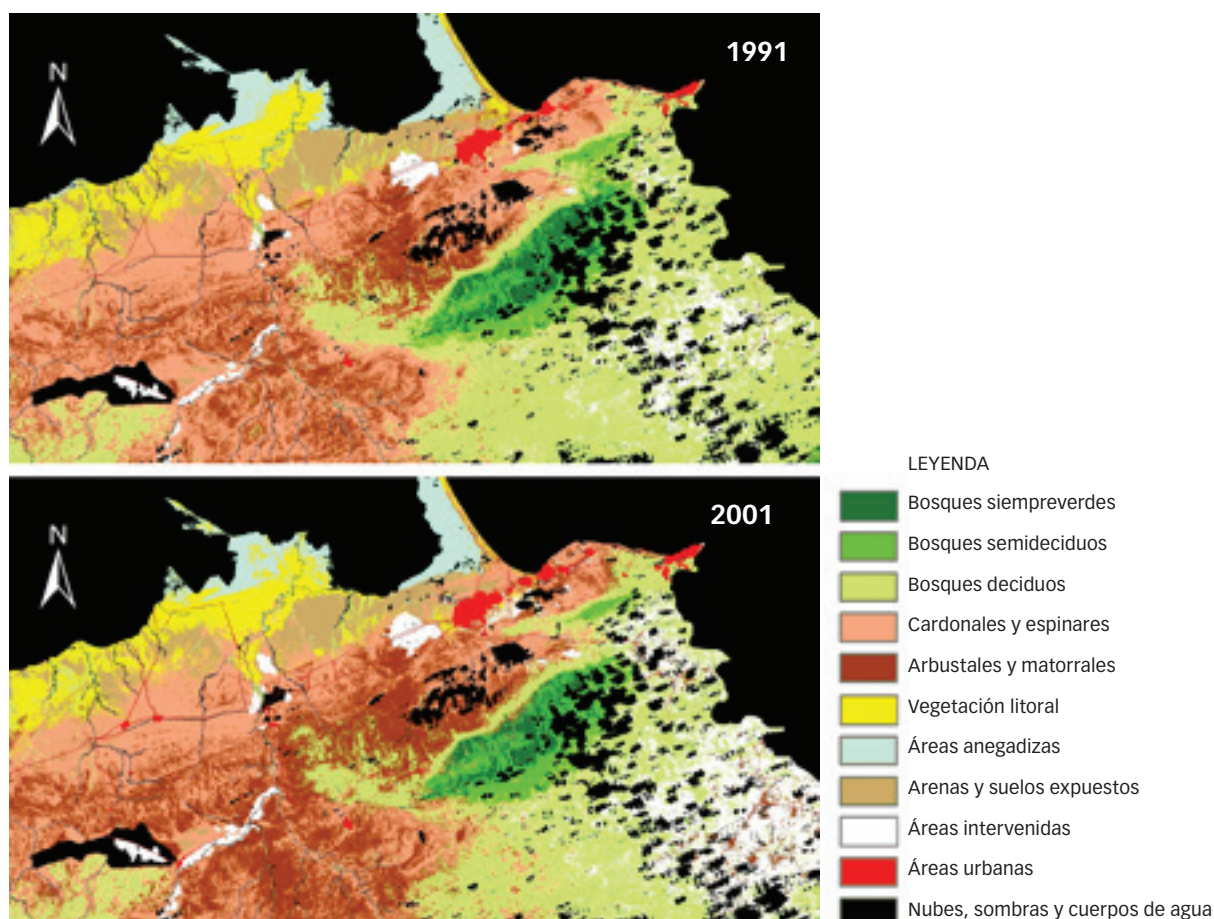
Seguidamente se procedió a la identificación de los principales tipos de cobertura vegetal presentes en el área y sus respectivas firmas espectrales. Los puntos de referencia para cada una de las coberturas terrestres se obtuvieron en campo utilizando un posicionador satelital (GPS). Los puntos de referencia se superpusieron en la composición en falso color de las imágenes satelitales para definir áreas de entrenamiento y así realizar una clasificación supervisada de las imágenes mediante el algoritmo de clasificación de *Distancia Mínima a la Media* (MINDIST) [Jensen 1996, Eastman 2003].

De acuerdo con la reflectancia encontrada en el área y la época en que fueron tomadas las imágenes, en la clasificación supervisada se reconocieron diez tipos de coberturas diferentes: 1) bosques siempreverdes, 2) bosques semidecíduos, 3) bosques deciduos, 4) cardonales y espinares, 5) arbustales y matorrales, 6) vegetación litoral, 7) áreas anegadizas, 8) arenas y suelos expuestos, 9) áreas intervenidas, y 10) áreas urbanas. Sin embargo, en algunas zonas fue muy difícil diferenciar entre los distintos tipos de vegetación debido a las características predominantemente áridas y semiáridas del área de estudio, lo que pudo afectar las estimaciones de cobertura.

Una vez obtenidos los mapas de cobertura preliminares para los años 1991 y 2001, estos fueron superpuestos con el fin de detectar polígonos o coberturas falsas, siguiendo el método de procesamiento en pares mediante el módulo CROSSTAB del programa Idrisi Kilimanjaro (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2001, Eastman 2003). Estas inconsistencias fueron revisadas junto con los ortofotomapas y corregidas en los mapas de cobertura correspondientes.

En los dos mapas de cobertura finales se aplicaron filtros con el fin de extraer la cobertura original de 1991 y la cobertura reciente de 2001 (**Figura 2**) de las siguientes unidades de vegetación: i) bosques siempreverdes, ii) bosques semidecíduos, iii) bosques deciduos y iv) cardonales y espinares. Posteriormente se

Figura 2. Cobertura de los ecosistemas terrestre de la zona centro-norte del estado Falcón en 1991-2001.



calculó la proporción original y remanente de cada una de estas unidades, y se proyectó su conversión hacia el futuro considerando una ventana de 50 años, esto último con el fin de aplicar los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación de ecosistemas propuestos por Rodríguez y colaboradores (2011) [vid. supra, cap. II]. Los cambios de cobertura observados y proyectados para cada unidad de vegetación fueron contrastados con los umbrales establecidos para el criterio A, asignando como categoría final aquella que correspondiera al mayor riesgo relativo, de conformidad con el principio de precaución [vid. supra, cap. II]. La asignación de categorías de riesgo de eliminación se basó únicamente en la información de los cambios de cobertura, dado que no se disponía de datos cuantitativos sobre la pérdida de función ecológica.

Resultados

Como se muestra en la **tabla 1**, durante el período de diez años que abarcó el estudio, los principales cambios absolutos en cuanto a la pérdida de cobertura detectados para la zona centro-norte del estado Falcón se presentaron en los bosques deciduos, los cuales se redujeron en 535 km² (28,43%), mientras que los cardonales y espinares disminuyeron en 276 km² (16,58%). Contrastando con la pérdida de estos ecosistemas naturales, durante este mismo período las áreas intervenidas y áreas urbanas se duplicaron, pasando de 425 km² a 850 km² de extensión, lo cual pone de manifiesto la alta presión antrópica a la que está sometida la biodiversidad del área de estudio.

Tabla 1. Cambios de los diferentes tipos de cobertura terrestre de la zona centro-norte del estado Falcón (1991–2001).

Tipo de cobertura	1991 (km ²)	2001 (km ²)	% Cambio
Bosques siempreverdes	150,60	104,68	-30,49
Bosques semidecídúos	197,15	179,30	-11,05
Bosques deciduos	1.950,77	1.415,61	-28,43
Cardonales y espinares	1.897,41	1.620,84	-16,58
Arbustales y matorrales	795,78	1.273,94	57,09
Vegetación litoral	351,76	358,31	-2,14
Áreas anegadizas	221,51	218,61	-6,31
Áreas intervenidas	346,16	740,71	106,98
Áreas urbanas	79,40	107,88	27,87
Dunas y suelos expuestos	453,29	404,20	-16,83

Al proyectar hacia el futuro las tasas de cambio de cobertura estimadas para el período de 50 años, se predice que en 2001 habrán desaparecido más de 80% de los bosques siempreverdes, bosques deciduos y cardonales y espinares remanentes, mientras que al menos 50% de la extensión de los bosques semidecídúos también será reemplazada por otro tipo de cobertura (**Tabla 2**). En los análisis no fue considerado el municipio Democracia debido a que la imagen de la zona de estudio mostraba menos de 30% de su extensión total.

Es de resaltar que en el nivel de municipio, al aplicar el sistema de categorías, mínimo uno de los ecosistemas de bosques siempreverdes (Bsv), bosques semidecídúos (Bsd), bosques deciduos (Bd) y cardonales y espinares (Car-Esp), se encuentran En Peligro Crítico (CR) (**Tabla 2**). Esto revela las fuertes presiones antrópicas a la que están sometidas los ecosistemas naturales en el estado Falcón. De igual manera, las Áreas Protegidas del estado, el Parque Nacional Juan Crisóstomo Falcón (Sierra de San Luis) y el Parque Nacional Médanos de Coro, enfrentan diferentes grados de afectación: los bosques deciduos (Bd) están en la categoría En Peligro (EN), y los bosques siempreverdes (Bsv) califican En Peligro Crítico (CR) respectivamente (**Tabla 2**).

Con base en estos resultados, la aplicación de los criterios cuantitativos de riesgo de eliminación resultó en las siguientes estimaciones: bosques siempreverdes VU A1, CR A2, CR A3; bosques semidecídúos LC A1, EN A2, VU A3; bosques deciduos LC A1, CR A2, CR A3 y, cardonales y espinares LC A1, CR A2, EN A3 (**Foto 1**).

Tabla 2. Criterios de categorías de riesgo de eliminación en los municipios de la zona centro-norte del estado Falcón.

Escalas Espaciales		Ecosistemas / Situación					
		Bsv	Bsd	Bd	Car-Esp	Arb-Mat	VLit
REGIÓN	Estado Falcón	CR	VU	CR	VU	LC	LC
MUNICIPIOS	Bolívar	VU	EN	VU	LC	LC	NA
	Colina	CR	VU	CR	CR	LC	LC
	Miranda	CR	CR	VU	LC	LC	LC
	Petit	VU	LC	CR	LC	LC	NA
	Sucre	NA	CR	CR	CR	LC	NA
	Urumaco	NA	NA	VU	VU	LC	LC
	Zamora	NA	VU	CR	CR	LC	EL
	ÁREAS PROTEGIDAS	PN Médanos de Coro	NA	NA	EN	LC	LC
PN Sierra de San Luis		CR	LC	LC	LC	LC	NA

Coberturas: Bsv: bosques siempreverdes, Bsd: bosques Semidecuidos, Bd: bosques deciduos, Car-Esp: cardonales y espinares; Arb-Mat: arbustales y matorrales, VLit: vegetación litoral;

Categorías: EL: Eliminado, CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, NA: No Aplica.



Foto 1. Cardonales y espinares, estado Falcón. Archivo Provita

Conclusiones

De acuerdo con la aplicación de las categorías y criterios cuantitativos de riesgo de eliminación de ecosistemas, propuesta por Rodríguez y colaboradores (2011), y con base en los cambios de cobertura observados y proyectados en la zona centro-norte del estado Falcón, es evidente que tanto los ecosistemas boscosos como los cardonales y espinares se encuentran amenazados como resultado de una fuerte presión antrópica en la zona.

La degradación observada en los ecosistemas naturales de la zona centro-norte del estado Falcón es el reflejo de lo que ocurre en otras zonas secas tropicales de Venezuela. Las causas se atribuyen principalmente a factores humanos, entre los que se cuenta el crecimiento urbano, el incremento de la actividad agropecuaria, las constantes quemadas, la explotación minera y la expansión de los desarrollos turísticos, estos últimos particularmente en la zona costera. Específicamente, el uso tradicional de la tierra, basado en la cría extensiva de ganado (particularmente caprino) y de unos pocos cultivos de bajo rendimiento, junto con la tala para la extracción de madera, ha resultado en una marcada y constante pérdida de la cobertura vegetal. A su vez, esta devastación de la vegetación natural ha incrementado los problemas de erosión provocando la extensión del proceso de desertificación hacia las áreas circundantes (Matteucci & Colma 1997).

Para ampliar el conocimiento acerca del riesgo de eliminación de los ecosistemas de esta región, es importante e indispensable efectuar nuevos análisis con datos actualizados y más detallados, sin embargo, la persistencia en el tiempo de los ecosistemas sólo se garantizaría mediante el desarrollo de mejores prácticas de explotación de los recursos naturales.

Bibliografía

- Eastman, J.R. (2003). Idrisi Kilimanjaro: Guide to GIS and Image Processing. Manual Version 14.00. Clark Labs, Clark University: Worcester, Massachusetts, EE.UU.
- Jensen, J.R. (1996). Introductory Digital Image Processing: A remote sensing perspective. K.C. Clarke (ed.). Series in Geographic Information Science. Prentice Hall: USA.
- Lentino, M. & D. Escasans (2005). Áreas importantes para la conservación de las aves en Venezuela. Pp. 621-730. En: K. Boyla & A. Estrada (eds.). Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales: Sitios prioritarios para la conservación de biodiversidad. Serie Conservación de BirdLife N° 14. BirdLife Internacional: Quito, Ecuador.
- Matteucci, S. (1987). The vegetation of Falcón State, Venezuela. *Vegetatio* 70: 67-91.
- Matteucci, S.D. & A. Colma (1997). Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos de Venezuela. *Interciencia* 22: 123-130.
- MARNR (2000). Primer informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Oficina Nacional de Diversidad Biológica, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales: Caracas, Venezuela.
- PDVSA (1992). Imagen Atlas de Venezuela, una visión espacial. Petróleos de Venezuela S.A.: Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 3a. ed. PROVITA y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Sánchez-Azofeifa, G.A., R.C. Harris & D.L. Skole (2001). Deforestation in Costa Rica: A quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33: 378-384.



Paisaje vegetal: Los llanos (B23, B27), Sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés (C21, C22)

Localidad: Tramo central del bajo Orinoco

Estados: Anzoátegui, Bolívar, Guárico

Área aprox.: 6.500 km²

TRANSFORMACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES ANEGABLES DEL TRAMO CENTRAL DEL BAJO ORINOCO

Giuseppe Colonnello, María Idalí Tachack-García, Fabián Carrasquel

Formación vegetal	Requena	Mapire	Soledad
Vegetación leñosa anegable	EN A3	LC	LC
Herbazales anegables	LC	CR A3	CR A3
Bosques ribereños	CR A3	LC	CR A3
Arbustales	VU A3	CR A3	LC
Sabanas arboladas	VU A3	CR A3	LC
Sabanas abiertas	LC	LC	CR A3

Contexto

En Venezuela los ecosistemas anegables han sido utilizados desde tiempos ancestrales como medio de transporte, producción y asentamiento. Son el hábitat de comunidades vegetales y animales, lugar de procesos ecológicos de desove, cría y alimentación de especies de importancia pesquera. Por otra parte, algunas especies en peligro de extinción como el manatí (*Trichechus manatus*) utilizan estas áreas para su alimentación y refugio (Castelblanco-Martínez *et al.* 2009). La presión humana sobre los ecosistemas anegables ha propiciado la reducción de las poblaciones de flora y fauna asociadas, de allí la importancia de conocer su estatus actual y su proyección hacia el futuro.

La ribera norte del río Orinoco comprende una serie de comunidades vegetales establecidas sobre la formación Mesa, dominada por sabanas con una cobertura variable de árboles achaparrados, y surcada

en dirección norte-sur por cauces pequeños y medianos. Las comunidades vegetales están representadas principalmente por morichales o ríos en los que se conserva una vegetación tropófila riparina. Hay épocas en que la Mesa está en contacto con la ribera, por lo que no se observa algún tipo de rebalse o área de anegamiento estacional, y el bosque veranero termina justo en la orilla. Sin embargo, cuando la Mesa se encuentra disectada puede formar un paisaje ondulado y quebrado, con bosques ribereños que dan paso a una planicie de desborde. Aquí se establece una vegetación anegable leñosa o herbácea, en un paisaje de espiras de meandro, en el que se distinguen lagunas y barras e islas arenosas a lo largo del cauce (Colonnello *et al.* 1986, Colonnello 1990, Díaz & Rosales 2006). En estas islas se establece una vegetación herbácea y leñosa, muchas veces cubierta por la creciente anual y frecuentemente cortada o quemada para la siembra de patilla (*Citrullus lanatus*), melón (*Cucumis melo*) y algodón (*Gossypium hirsutum*).

En la ribera sur del río no se encuentra la formación Mesa, pero las colinas que conforman las estribaciones del macizo Guayanés (pertenecientes al sistema de colinas y sierras bajas piemontanas del Escudo Guayanés) actúan de la misma forma que la formación antes mencionada, sin embargo, por las características de los suelos y la historia geológica, el paisaje es más accidentado y boscoso.

Métodos

La región de estudio se ubicó en el tramo central del bajo Orinoco, entre las poblaciones de Caicara del Orinoco y Ciudad Guayana, lo que incluye porciones de los estados Guárico, Bolívar y Anzoátegui (**Figura 1**). Se consideró una franja de 10 km a cada lado del eje longitudinal del curso principal del río, que se dividió en 5 sectores de acuerdo con la disponibilidad de las imágenes de satélite.

En la primera fase del análisis, se recopiló toda la información documental y cartográfica del área de estudio. Se realizaron tanto entrevistas con investigadores como contactos con organismos públicos y privados, además de la revisión exhaustiva de la bibliografía relacionada.

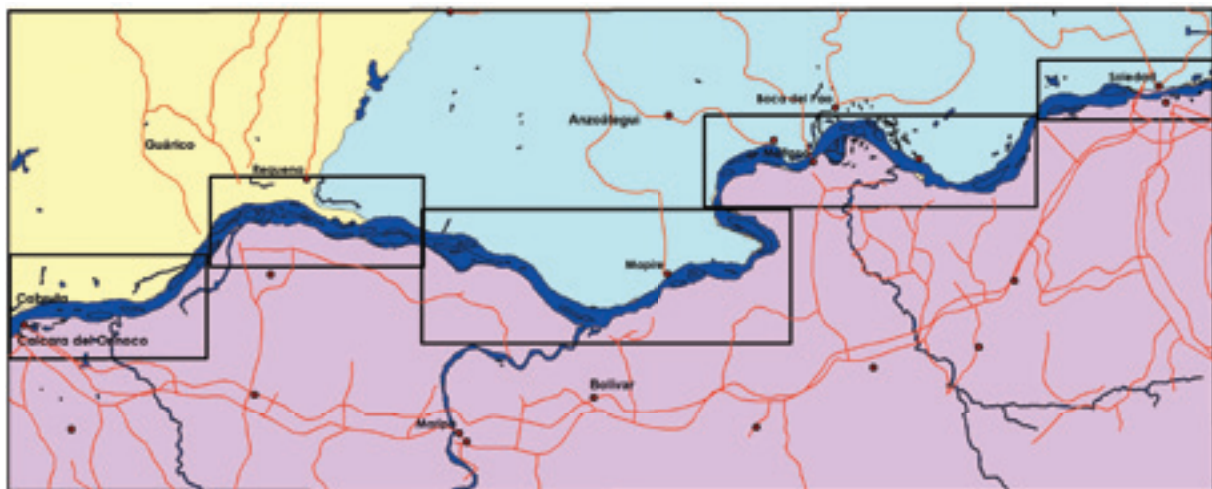


Figura 1. Situación relativa del área de estudio.

Para cuantificar los cambios de cobertura se procesaron imágenes satelitales que estuviesen separadas en el tiempo por al menos 10 años. Concretamente, para cada sector se emplearon dos imágenes Landsat, una de la década de 1980 (Landsat TM) y una de la década de 2000 (Landsat ETM+) [**Tabla 1**]. Mediante el uso de programas para el procesamiento digital y el análisis de las imágenes satelitales, principalmente Idrisi y ArcView 3.3, se realizó una clasificación no supervisada de las imágenes, lo que permitió una identificación preliminar de la cobertura de la tierra. Luego se llevó a cabo una verificación de campo con el fin de confrontar los tipos de cobertura vegetal presentes en el sitio, con sus correspondientes firmas espectrales en las imágenes de satélite. De manera general, los diferentes tipos de vegetación se agruparon en vegetación anegable leñosa y herbácea,

y vegetación no anegable, sabana, sabana arbolada y arbustales. Por su parte, los bosques ribereños conectan ambos ambientes y tienen un componente anegable durante las crecientes estacionales. De manera adicional, se identificaron otras coberturas no vegetales como áreas intervenidas (agropecuarias y/o deforestadas), áreas urbanas, áreas quemadas, y suelos expuestos, así como nubes, sombra de nubes y cuerpos de agua.

Tabla 1. **Imágenes de satélite Landsat del área de estudio.**
La ubicación de los sectores se indica en la Figura 1.

Sector	Path	Fecha
Caicara	003/055	19/03/1988 07/03/2001
Requena	003/054	15/02/1985 07/03/2001
Mapire	002/054	19/04/1990 30/04/2000
Boca del Pao	002/055	26/03/1993 01/04/2001
Soledad	001/054	29/12/1992 19/12/2000

La integración de la información de las imágenes de satélite con las observaciones de campo permitió elaborar dos mapas de cobertura vegetal del área de estudio, uno “base” y otro “reciente”, ambos correspondientes a las décadas de 1980 y 2000, respectivamente. Se calculó el cambio observado entre las dos imágenes (aproximadamente 15 años) y la información derivada se utilizó para proyectar hacia el futuro, cubriendo un intervalo total de cambio de 50 años. Estos datos permitieron la aplicación del criterio A3, que incluye una porción observada en el pasado y una proyectada en el futuro, para un lapso combinado de 50 años (*vid. supra*, cap. II; Rodríguez *et al.* 2011). Es importante notar que las proyecciones futuras sólo se hicieron para las coberturas vegetales naturales.

Resultados

La **tabla 2** muestra los cambios en las coberturas vegetales identificadas en el área inundable en los tres sectores con mayores riesgos de eliminación (Requena, Mapire y Soledad), observados entre 1985 y 2001 (15 años) y proyectados desde 1985 a 50 años en adelante; mientras que la **tabla 3**, expone los cambios en las coberturas no vegetales. En el área total no se identificó algún ecosistema amenazado, sin embargo, fue detectada una reducción relativamente pequeña en las comunidades anegables (vegetación leñosa y herbazales), mientras que en las no anegables se observó una reducción moderada de la vegetación leñosa, y una pequeña de las sabanas y bosques ribereños. De igual forma, hubo un leve incremento en la reducción de los arbustales y sabanas arboladas. Estos resultados se sustentan en los altos valores de áreas quemadas que mostraron una duplicación entre ambas fechas, con un incremento de 96% (**Tabla 2**). Sin embargo, si se analizan los diferentes sectores por separado, se observan cambios significativos localmente (**Figura 2, Tabla 2 y 3**).

En el sector de Requena clasificarían En Peligro (EN) las comunidades leñosas anegables, Vulnerable (VU) los arbustales y sabanas arboladas no anegables, mientras que resultarían En Peligro Crítico (CR) los bosques ribereños (**Foto 1**). Al este del sector de Mapire, y debido fundamentalmente a los incendios, estarían En Peligro Crítico (CR) los herbazales anegables y los arbustales y sabanas arboladas sobre el plano de anegación. Por último, en el sector de Soledad también estarían En Peligro Crítico (CR) los herbazales del plano aluvial, los bosques ribereños y las sabanas altas. Las comunidades no sometidas a la creciente anual del Orinoco, como las sabanas, los arbustales y los bosque ribereños, incluyendo los morichales, se extienden ampliamente sobre las planicies de la Mesa, por lo que su conversión sería menos impactante. Sin embargo, la cobertura vegetal mantiene un importante equilibrio sedimentario y nutricional sobre los cauces que drenan al plano de anegación, y funcionan como corredor para el intercambio de especies vegetales y animales entre las partes altas y las bajas (e.g. polen, semillas y propágulos).

Tabla 2. Cambios de las coberturas vegetales observados (1985-2001) y proyectados (1985-2035) en los sectores de Requena, Mapire y Soledad. Incluye categorías y criterios de riesgo de eliminación.

Coberturas vegetales	Cambio de cobertura (%)											
	Área total			Requena			Mapire			Soledad		
	Obs	Pro	Cat	Obs	Pro	Cat	Obs	Pro	Cat	Obs	Pro	Cat
Vegetación leñosa anegable	-5	-11	LC	-22	-61	EN A3	2	10	LC	7	31	LC
Herbazales anegables	-1	-3	LC	24	43	LC	-29	-100	CR A3	-20	-100	CR A3
Bosques ribereños	-4	-10	LC	-56	-278	CR A3	5	24	LC	-18	-100	CR A3
Arbustales	10	21	LC	-14	-35	VU A3	-15	-89	CR A3	49	165	LC
Sabanas arboladas	13	26	LC	-13	-34	VU A3	-36	-100	CR A3	-3	-14	LC
Sabanas abiertas	-3	8	LC	53	75	LC	73	212	LC	-23	-100	CR A3

Obs: cambio observado; Pro: cambio proyectado; Cat: categoría de riesgo

Tabla 3. Cambios de las coberturas no vegetales observados (1985-2001) en los sectores de Requena, Mapire y Soledad.

Coberturas no vegetales	Cambio de cobertura observado (%)			
	Área total	Requena	Mapire	Soledad
Áreas quemadas	96	72	205	91
Suelos expuestos	10	3	11	18
Áreas intervenidas	-38	0	-63	-28
Áreas urbanas	3	0	0	48

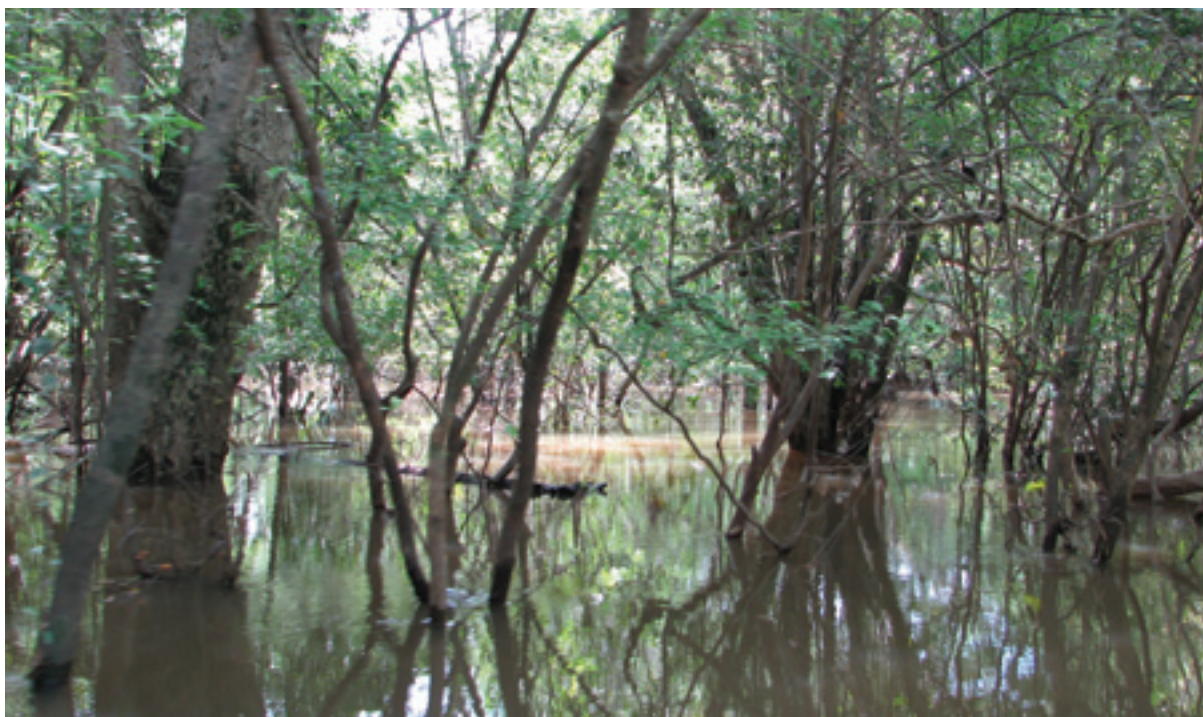


Foto 1. Rebalse anegado, Requena, estado Guárico. Giuseppe Colonnello

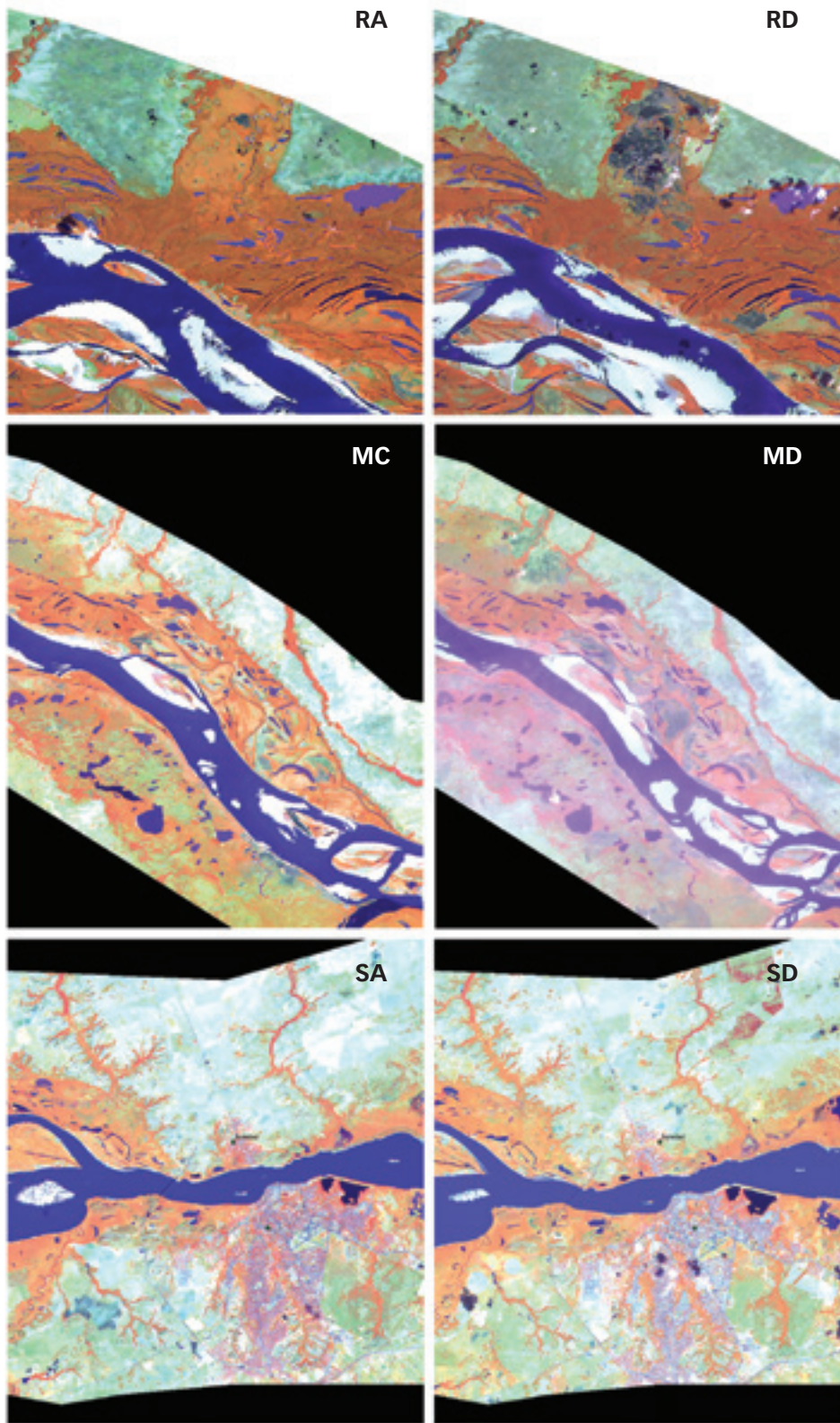


Figura 2. Mosaico de imágenes Landsat (combinación en falso color 453). Sectores estudiados antes (A) y después (D): Requena (R), Mapire (M), y Soledad (S). Coberturas observables (colores): Vegetación anegable y bosques tropófilos y ribereños (rojo-naranja ladrillo), áreas quemadas (verde oscuro-negro), agua (azul), sabanas (verde-azul), centros poblados (morado).

Una de las dificultades principales para determinar con más precisión las áreas que habían sufrido cambios en el período considerado, fue la calidad de las imágenes disponibles. Por ejemplo, en el sector de Mapire la clasificación indicó reducciones de la vegetación herbácea mas no en la vegetación leñosa, sin embargo, en un recorrido en bote se documentó quemas extensas de áreas boscosas de la orilla del río y hacia el interior, en la laguna de Anache. Actualmente los troncos secos están cubiertos por trepadoras que enmascaran esta perturbación. De manera similar, en la orilla derecha del Orinoco, al oeste de la desembocadura del río Caura, amplias áreas del plano de anegación fueron clareadas para introducir ganado durante el estiaje, y aunque las imágenes satelitales no indicaron cambios, las fotos *in situ* muestran una cobertura muy rala de matorral, con arbustos y palmas con los cogollos quemados y rebrotando. El incremento de las quemas en este sector fue mayor a 200%. Cuando la quema ha ocurrido algunos años antes de la captura de la imagen, los procesos de recolonización vegetal borran parcialmente los efectos del factor perturbador. Igualmente, en el sector Soledad, el más poblado de las tres localidades, se observan reducciones de 20% en los herbazales anegables, probablemente destinados a la agricultura o al pastoreo. Así mismo, las comunidades leñosas, aunque no presentan una disminución en la clasificación de la imagen, han sido fuertemente afectadas por talas selectivas (Díaz & Rosales 2006).

Para los rebalses del Orinoco, son pocos los estudios acerca del uso de la fauna de estos hábitats, con la única excepción de la ictiofauna. Sin embargo, la reducción de la cobertura de herbazales y bosques anegables tendría un marcado efecto negativo en la conservación del manatí (*Trichechus manatus*), una de las especies que utiliza estos ambientes para su alimentación y refugio (Rivas *et al.* en prensa).

Conclusiones

La mayor amenaza para la vegetación de los rebalses y del bosque de galería de los cauces tributarios, es la expansión de las actividades agrícolas para el cultivo del algodón y otros rubros, así como las actividades pecuarias. Recientemente se han instalado varias desmotadoras y cooperativas en Cabruta, Mapire y Santa Cruz del Pao. Si bien estas actividades son llevadas a cabo durante el período seco, los habitantes recurren a la quema para clarear los terrenos, práctica que reduce la superficie de herbazales y bosques e impide la regeneración de los suelos (e.g. compactación y ramoneo de los brotes y plántulas).

Igualmente, con el desarrollo agroindustrial de los estados Guárico y Anzoátegui (siembra de maíz y extracción de hidrocarburos) y los nuevos enlaces viales y ferrocarrileros, se estima un incremento sustancial de la población humana con una repercusión importante en las comunidades naturales. Los rebalses son utilizados de forma intensa por pescadores y productores agrícolas, impulsados por incentivos como créditos para la compra de lanchas, motores y semillas, así como por la construcción de infraestructura para el procesamiento del algodón. Por otra parte, debe considerarse la extracción de materiales vegetales para la construcción de casas y para estantillos de potreros. Se trata de una intervención imperceptible para los sensores remotos, pero muy clara cuando se recorren las localidades.

Bibliografía

- Castelblanco-Martínez, D.N., A.L. Bermúdez-Romero, I.V. Gómez-Camelo, F.C.W. Rosas, F. Trujillo & E. Zerda-Ordoñez (2009). Seasonality of habitat use, mortality and reproduction of the Vulnerable Antillean manatee *Trichechus manatus manatus* in the Orinoco River, Colombia: implications for conservation. *Oryx* 43(2): 235-242.
- Colonnello, G. (1990). Venezuelan floodplain study on the Orinoco river. *Forest Ecology and Management* 33: 103-124.
- Colonnello, G., S. Castroviejo & G. López (1986). Comunidades vegetales asociadas al río Orinoco en el Sur de Anzoátegui y Monagas. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 151: 127-165.
- Díaz, W. & J. Rosales (2006). Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de várzeas orinoquenses en el bajo río Orinoco, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 29(1): 39-68.
- Rivas, B., A. Ferrer & G. Colonnello (en prensa). Distribución, uso de hábitat y status poblacional del manatí (*Trichechus manatus*) en el tramo central del Bajo Orinoco. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011) Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].



CAMBIOS EN LA COBERTURA DE MANGLARES EN TRES SITIOS DE LA COSTA CARIBE DE VENEZUELA

Ana Lucía Dávalos

Paisaje vegetal: Bosques de manglar

Localidad: Costa Central, costa Oriental del lago, península de La Guajira

Estados: Miranda, Zulia

Área aprox.: 1113.126 ha (laguna de Tacarigua¹), 89.165 ha (ciénaga de Los Olivitos²) y 2.433 ha (laguna de Cocinetas³)

Formación vegetal	Categoría	Criterio
Bosques de manglar ¹	LC	--
Bosques de manglar ²	EN	A2
Bosques de manglar ³	EN	A2

Contexto

Durante las dos últimas décadas se han perdido grandes extensiones de los bosques de manglar, una disminución tan pronunciada que se estima en 35% a escala mundial. Este valor excede las pérdidas que han enfrentado otros ecosistemas amenazados, como los bosques tropicales lluviosos (Odum & Campbell 1994, Valiela *et al.* 2001).

En Venezuela los estudios marino-costeros se inician hace seis décadas, dando lugar a un importante número de publicaciones dedicadas a la biología y conservación de los manglares (Miloslavich *et al.* 2003). Los estudios sobre la ubicación y cobertura de los manglares a nivel nacional, describen su distribución discontinua con una amplia variación en las superficies reportadas. En 1986, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) reportaba que 73% de los manglares estaban ubicados en la parte oeste de Venezuela, entre el golfo de Paria y el delta del Orinoco, mientras que 21% se encontraba en las regiones del centro-oeste y centro-este, y el 2% restante en la región del golfo de Venezuela (MARNR 1986). Este mismo estudio reportaba en 250.000 hectáreas la superficie de manglares a nivel nacional, cifra que es la más difundida y aceptada en los estudios sobre manglares en el país. Sin embargo, en la actualidad no existe información sobre

el estado de estos ecosistemas, que dé cuenta de los cambios que han experimentado en los últimos años o anticipe cuál sería la variación de su cobertura en el futuro.

El uso de sistemas de información geográfica y de sensores remotos para evaluar cambios de cobertura tiene un amplio campo de aplicaciones, incluyendo investigaciones en ecosistemas costeros, manejo de costas y estudio de los océanos (Shashi & Hui 2008). Utilizando estas herramientas, en la presente evaluación se analizan los cambios de cobertura de los manglares en tres sitios de la costa Caribe de Venezuela, todos pertenecientes a la biorregión costera continental: laguna de Tacarigua, ciénaga de Los Olivitos y laguna de Cocinetas. El objetivo es evidenciar los recientes cambios de cobertura observados mediante sensores remotos, y proporcionar los valores de referencia para proyectar los cambios que actuarían sobre estos ecosistemas en el futuro.

La laguna de Tacarigua se sitúa en la parte oriental de la costa Caribe, en el estado Miranda. Su declaración como parque nacional data de 1974, y su designación como Sitio Ramsar fue hecha en 1996. Ocupa una extensión de 18.400 ha, de las cuales 7.800 ha corresponden solamente a la laguna (**Figura 1a**). El sector de los manglares se ubica dentro de la llanura costera de Barlovento, bordeando los islotes de la laguna litoral de Tacarigua, de los que forma parte (Venezuela 1974, MARNR 1986, MARNR 1991b).

Por su parte, la ciénaga de Los Olivitos, ubicada en la costa noreste del lago de Maracaibo, en el estado de Zulia (**Figura 1b**), además de ser uno de los cinco sitios Ramsar de Venezuela, también se cuenta entre las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE). Desde 1986 se encuentra bajo la figura de protección Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca. Ocupa una extensión aproximada de 24.208 hectáreas. La ciénaga representa el área de transición entre la zona de influencia mareal del lago de Maracaibo-golfo de Venezuela y la planicie costera del estado Falcón (MARNR 1986).

El tercer lugar de estudio, laguna de Cocinetas, se ubica en el extremo norte de la península de La Guajira (**Figura 1b**), al norte del estado Zulia, y tiene una extensión de 1.000 hectáreas. Aunque de importancia estratégica por su ubicación en Castilletes, y de gran riqueza faunística, el área no está protegida por alguna figura legal. El sector de los manglares de Cocinetas ocupa la costa nororiental, el sistema de canales de la parte central y una delgada franja de la parte noroccidental (MARNR 1986, MARNR 1991a).

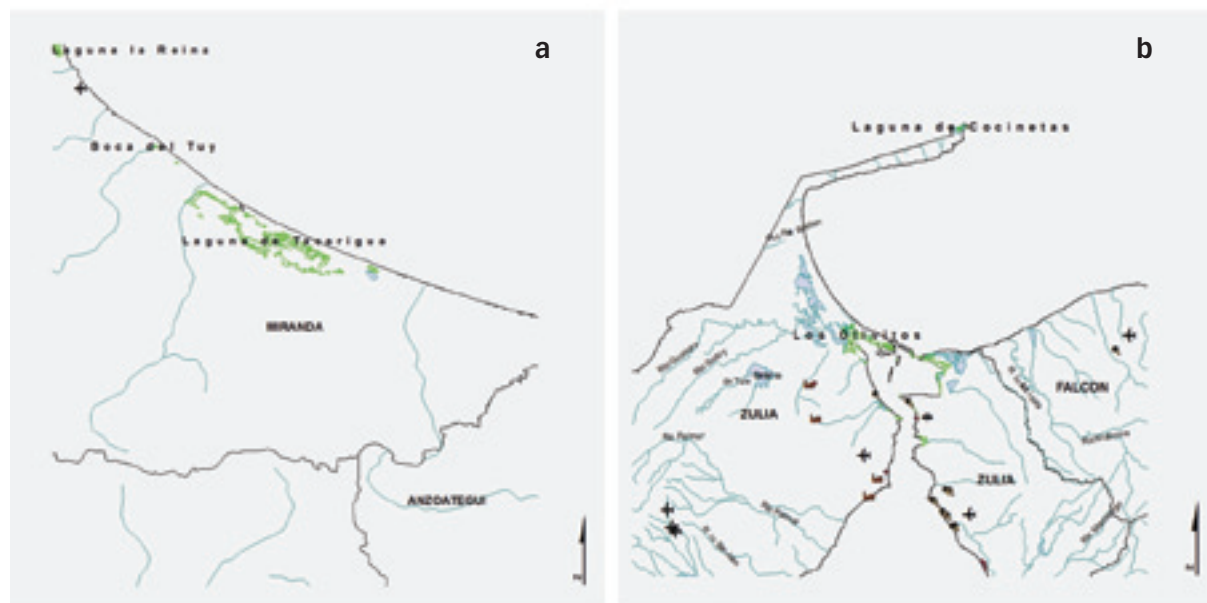


Figura 1. Ubicación relativa del Parque Nacional Laguna de Tacarigua, estado Miranda (a), Refugio de Fauna Silvestre Ciénaga de Los Olivitos y laguna de Cocinetas, estado Zulia (b).

Métodos

Para cuantificar los cambios de cobertura se procesaron seis imágenes satelitales Landsat, asignándose para cada sector dos imágenes de fechas diferentes (**Tabla 1**). La selección de imágenes útiles para la detección de manglares y con bajo contenido de nubes, se llevó a cabo mediante búsqueda en el catálogo digital del sitio Web del Global Land Cover Facility: Landsat Imagery, usando la herramienta de exploración y visualización ESDI (University of Maryland 2010). El criterio de selección estuvo basado en la escogencia de imágenes tomadas durante la época seca y con una cobertura mínima de nubes.

Para el procesamiento de la información geográfica se usó el programa ArcGis, y para el análisis de las imágenes satelitales el programa Idrisi Andes (ESRI 1999-2008, Eastman 2006). Con la cartografía oficial, previamente referenciada para cada sector, se procedió a estandarizar y referenciar las bandas de las imágenes satelitales del año 2001 (**Tabla 1**). Para cada sector se referenció la imagen satelital más antigua con respecto a la imagen de 2001. Todas las imágenes fueron procesadas a una resolución de 30 m.

En cada sector de estudio se crearon ventanas para cubrir las zonas de interés, y delimitar las superficies que serían analizadas: 113.126 ha en laguna de Tacarigua, 89.165 ha en ciénaga de Los Olivitos y 2.433 ha en laguna de Cocinetas. Para la identificación de las diferentes coberturas se crearon composiciones de imágenes en falso color (con las combinaciones de las bandas 123 y 345), además de “máscaras” para eliminar de cada imagen las áreas ocupadas por nubes y sombras.

Se realizaron diferentes tipos de clasificaciones y análisis de cobertura para cada sector, siendo la clasificación supervisada de máxima verosimilitud la que produjo los datos más concluyentes (Dávalos 2010). Los mapas de cobertura original y de cobertura actual se construyeron con base en la imagen más antigua (1986-1991) y la más reciente (2001). Una vez procesadas las imágenes, se calculó en hectáreas la superficie para cada cobertura, comparándolas con los datos de superficie de manglares obtenidos para cada año.

Para validar la clasificación supervisada se utilizó la cartografía nacional a escala 1:100.000, que muestra las áreas con manglares en cada sector. Sólo se verificó en campo el sector laguna de Tacarigua, en diciembre de 2009. Para registrar geográficamente en el sitio los diferentes tipos de cobertura, con énfasis en las áreas con manglares, se usó un sistema de posicionamiento global (GPS).

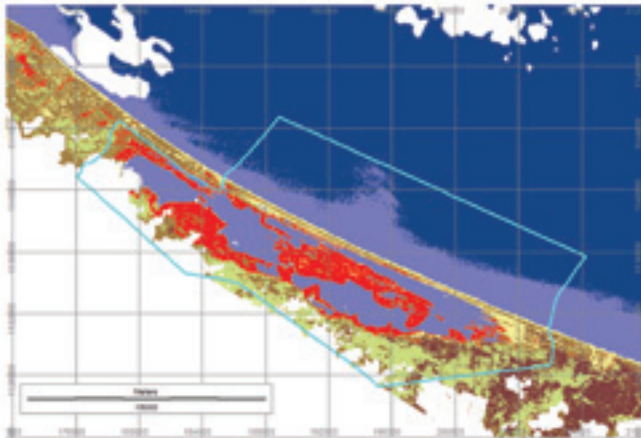
Tabla 1. **Cartas geográficas oficiales e imágenes satelitales Landsat usadas para los análisis.**

Sector de estudio	Nombre, número de carta (fecha)	Fecha de la imagen satelital
Laguna de Tacarigua	San José de Río Chico, 7046 (1960)	23 de mayo de 1991 7 de marzo de 2001
Ciénaga de Los Olivitos	El Mene, 5948 (1960)	12 de diciembre de 1986 3 de marzo de 2001
Laguna de Cocinetas	Castilletes, 5951 (1955)	12 de diciembre de 1986 3 de marzo de 2001

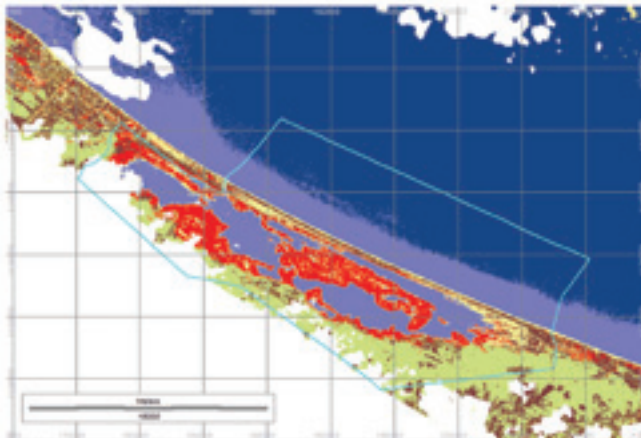
Con los resultados de la clasificación de las imágenes previas y las del año 2001 (**Tabla 1**), en cada sector se procedió a calcular las variaciones cuantitativas de cobertura durante el período de estudio, mediante la herramienta *Land Change Modeler* de Idrisi Andes (Eastman 2006). Esta herramienta, combinada con el estimador de cadena de Markov, también se utilizó para calcular la probabilidad de cambio de cada cobertura en 50 años: de 1991 a 2041 para Tacarigua, y de 1986 a 2036 para Los Olivitos y Cocinetas. De esta forma, la ventana de 50 años hacia el futuro cubre el requisito del criterio A2 de la clasificación de riesgo de eliminación de ecosistemas (Rodríguez *et al.* 2011; *vid. supra*, cap. II).

Teniendo en cuenta que el sector de laguna de Tacarigua y el de ciénaga de Los Olivitos incluyen áreas protegidas, para evaluar las tasas de cambio de cobertura dentro de estas áreas y fuera de ellas, al final del análisis ambos sectores son comparados con la cobertura de manglares propuesta en la cartografía de 1960 (**Tabla 1**). Esta comparación está fundamentada en la protección que deberían brindar las ABRAE, porque en el caso de pérdidas netas, éstas deberían ocurrir a mayor velocidad fuera del área protegida.

a) 1991



b) 2001



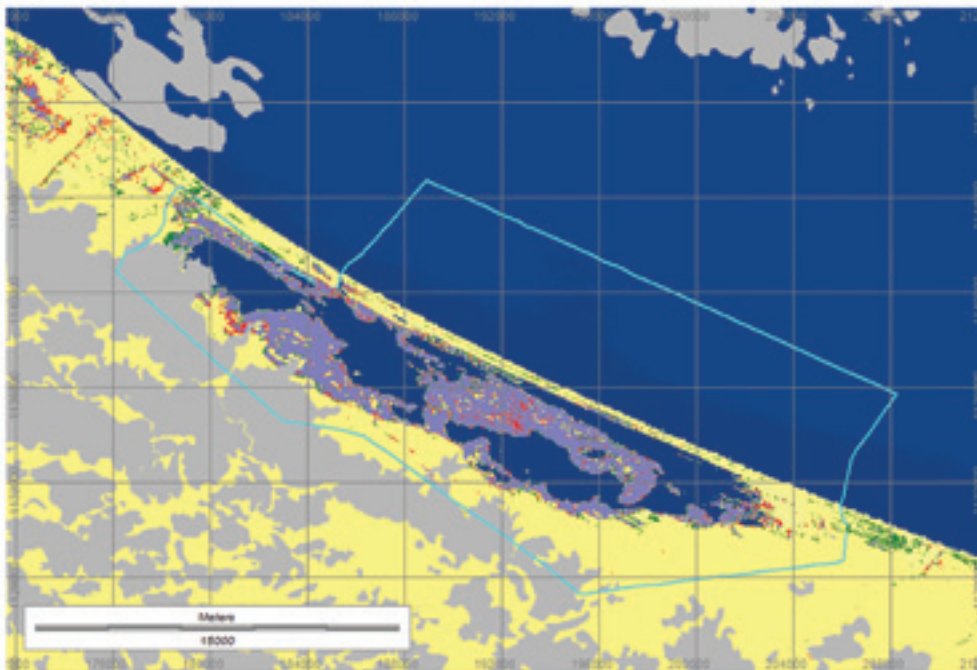
Resultados

Según los análisis para laguna de Tacarigua, en 1991 los manglares tenían una cobertura de 4.236 ha, mientras que en 2001 cubrían 4.457 ha, lo que representa un aumento neto de 221 ha. Sin embargo, este incremento es sólo aparente, ya que durante los 10 años de análisis el sector, perdió 540 ha y recuperó 761 ha de manglares (Figura 2) [Foto 1].

LEYENDA



c) Cambios 1991-2001

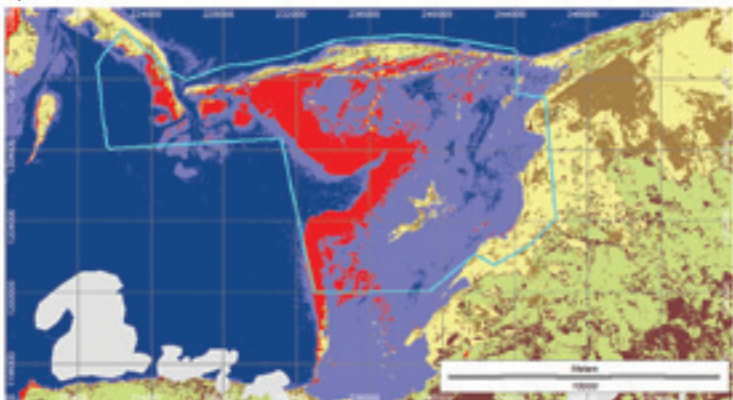


LEYENDA

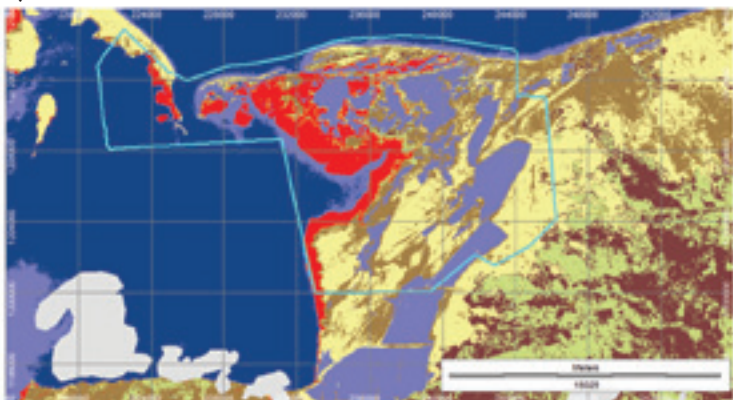


Figura 2. Cobertura de manglares para el sector de laguna de Tacarigua.

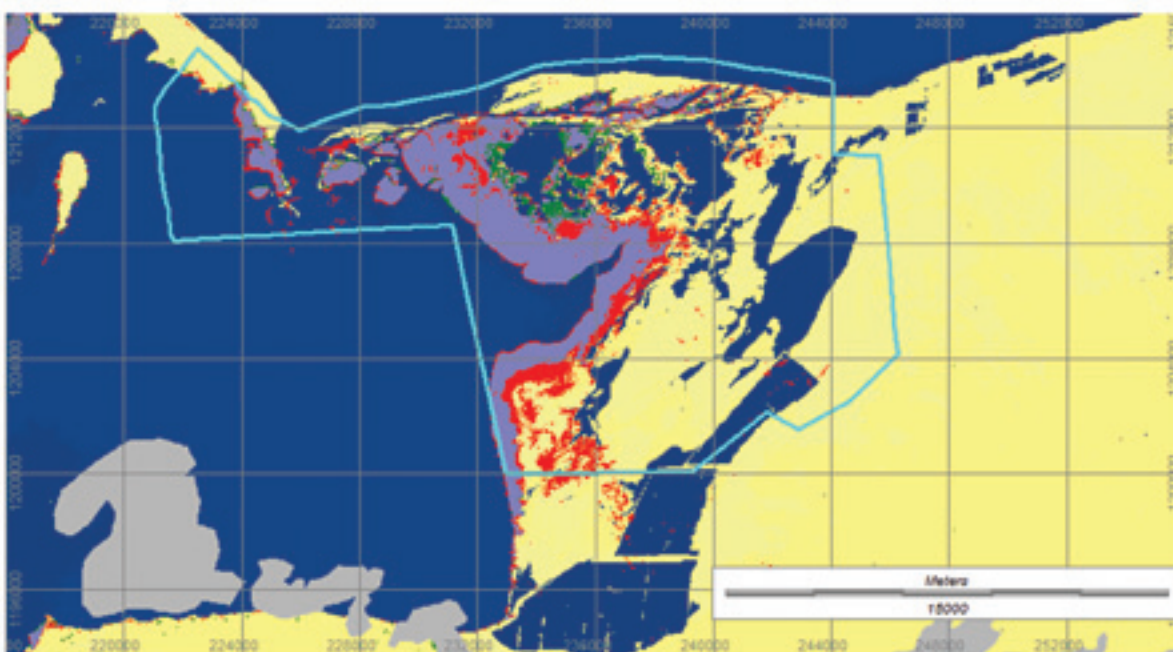
a) 1986



b) 2001



c) Cambios 1986-2001



Para la ciénaga de Los Olivitos, en 1986 la cobertura de manglares era de 5.100 ha y en 2001 sólo permanecían 3.600 ha, lo que expresa una pérdida neta de 1.499 ha que representa 29% del área original de cobertura de manglares. Durante los 15 años de análisis, la pérdida de manglares para este sector fue de 1.951 ha y la recuperación en 452 ha (Figura 3).

LEYENDA

-  Límites ABRAE
-  Aguas profundas
-  Aguas intermedias
-  Arena
-  Suelo expuesto
-  Manglares
-  Otra vegetación
-  Zonas intervenidas
-  Nubes

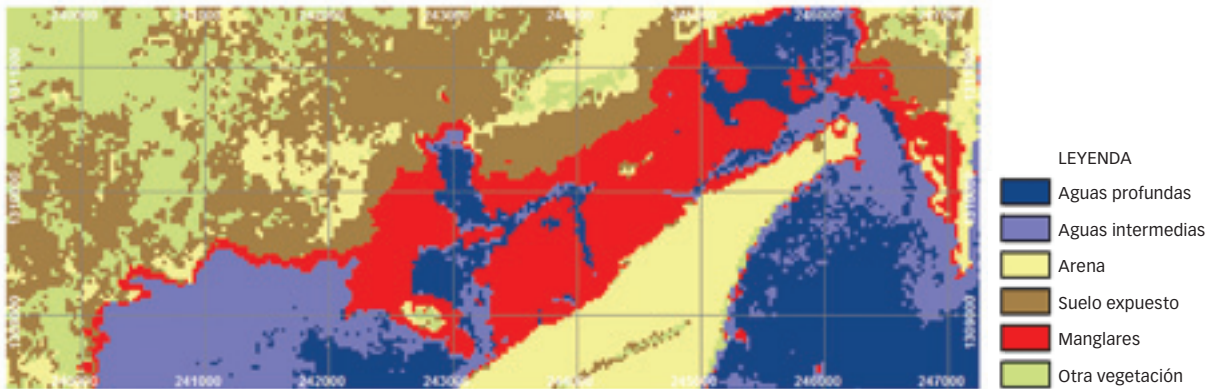
LEYENDA

-  Límites ABRAE
-  Pérdidas
-  Persistencia
-  Ganancias

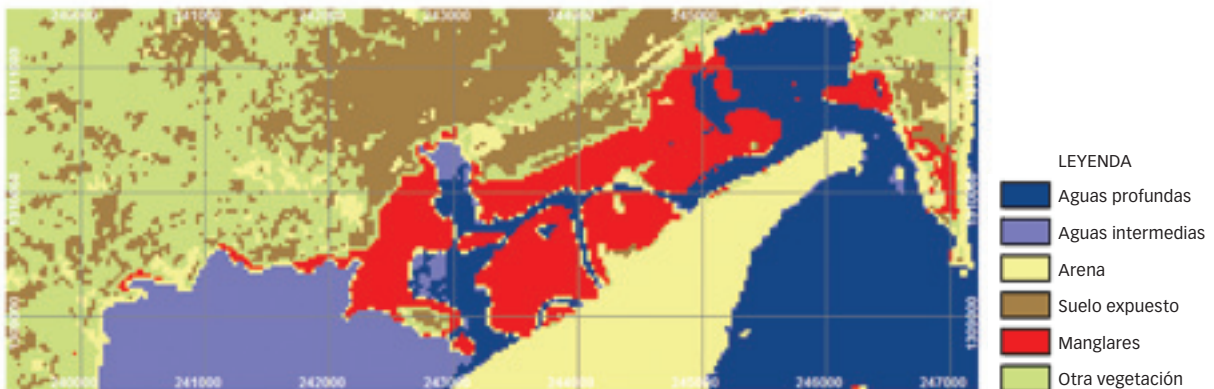
Figura 3. Cobertura de manglares para el sector ciénaga de Los Olivitos.

El sector laguna de Cocinetas en 1986 tenía una cobertura de 409 ha y en 2001 los manglares apenas cubrían 291 ha. Esta pérdida de 118 ha representa 29% de la original cobertura de manglares. Durante los 15 años analizados la pérdida se calcula en 145 ha y la recuperación en 27 ha (**Figura 4**).

a) 1986



b) 2001



c) Cambios 1986-2001

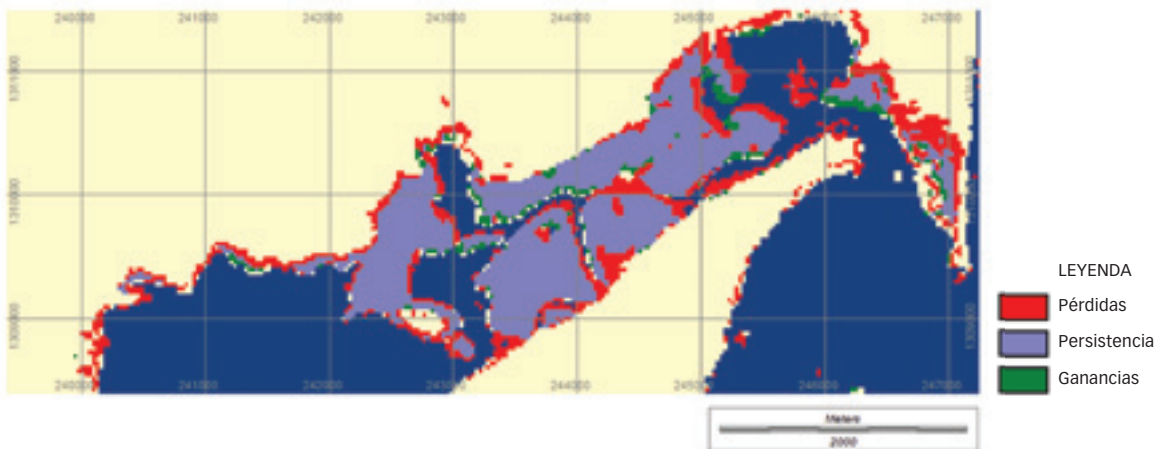


Figura 4. Cobertura de manglares para el sector laguna de Cocinetas.

El análisis de probabilidades de cadenas de Markov con una proyección de 50 años, tomado en cuenta que los factores que interactúan se mantienen sin cambios en el tiempo, proyecta que de 1991 a 2041 laguna de Tacarigua perdería 38 ha de manglares, lo que no califica para la asignación de categoría de riesgo. En ciénaga de Los Olivitos, se proyecta para 2036 una pérdida de cobertura de 2.033 ha de manglares, que representa una disminución de 60% con respecto a la cobertura de 1986. En laguna de Cocinetas se predice que en 50 años permanecerán 192 ha de manglares, para una pérdida neta de 53% de la cobertura presente en 1986. Por lo tanto, los manglares de Los Olivitos y los de Cocinetas califican en la categoría En Peligro (EN) según el criterio A2.

En cuanto al efecto de la pérdida de manglares en áreas protegidas, en la ciénaga de Los Olivitos para 2036 se proyecta una pérdida neta de 2.438 ha (53%) dentro del refugio de fauna y de 125 ha (58%) fuera de éste. Por lo tanto, los manglares del refugio y los que están fuera del área protegida se consideran En Peligro (EN) según el criterio A2. En cuanto a laguna de Tacarigua, para 2041 se proyecta pérdidas menores a 10% dentro del parque nacional y fuera de éste.



Foto 1. **Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)**, Parque Nacional Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. Ana Lucía Dávalos

Conclusiones

Uno de los aspectos más resaltantes de este estudio es la naturaleza dinámica del ecosistema de manglar. En todos los sitios examinados, algunas áreas de manglar han desaparecido y otras nuevas aparecieron, por lo que fue preciso enfocar los cálculos en aumentos o pérdidas netas en extensión. Incluso en escalas de tiempo relativamente cortas, como las cubiertas por las imágenes de satélite (**Tabla 1**), fue posible cuantificar el dinamismo de este ecosistema.

Al comparar los resultados de la clasificación supervisada en imágenes con 10 o más años de diferencia, la pérdida de manglar fue aparentemente baja dentro de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE). Se observó que las pérdidas son casi iguales que la recuperación señalada en el Refugio de Fauna Silvestre Ciénaga de Los Olivitos (RFSCLO), y que excede las pérdidas en el Parque Nacional Laguna de Tacarigua (PNLT). En laguna de Cocinetas es diferente. Durante el período de análisis las hectáreas perdidas superan ampliamente las hectáreas recuperadas, probablemente porque la laguna no se encuentra amparada bajo alguna de las figuras de protección legal. Este resultado sugiere que los manglares fuera de áreas protegidas podrían estar enfrentando mayor riesgo de eliminación que los establecidos dentro de éstas.

Aunque en el RFSCLO la tasa de pérdida haya sido relativamente pequeña entre 1986 y 2001, la proyección a 50 años indica que los manglares están amenazados, y que de continuar las tendencias observadas en los 15 años evaluados, su riesgo de eliminación es relativamente alto incluso en el área protegida.

Para los tres sectores de manglares la principal amenaza es el cambio de superficie por aguas de profundidad intermedia, arena o suelo expuesto. En las ciénagas de Los Olivitos y laguna de Cocinetas también predominan fuertes condiciones climáticas que agravan las alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas de manglar (Dávalos 2010). La diversidad de fauna y flora, junto con la influencia de los bosques de manglar sobre las zonas costeras donde se ubican, convierte a los tres sectores en sistemas de incalculable valor, cuya conservación debe ser priorizada.

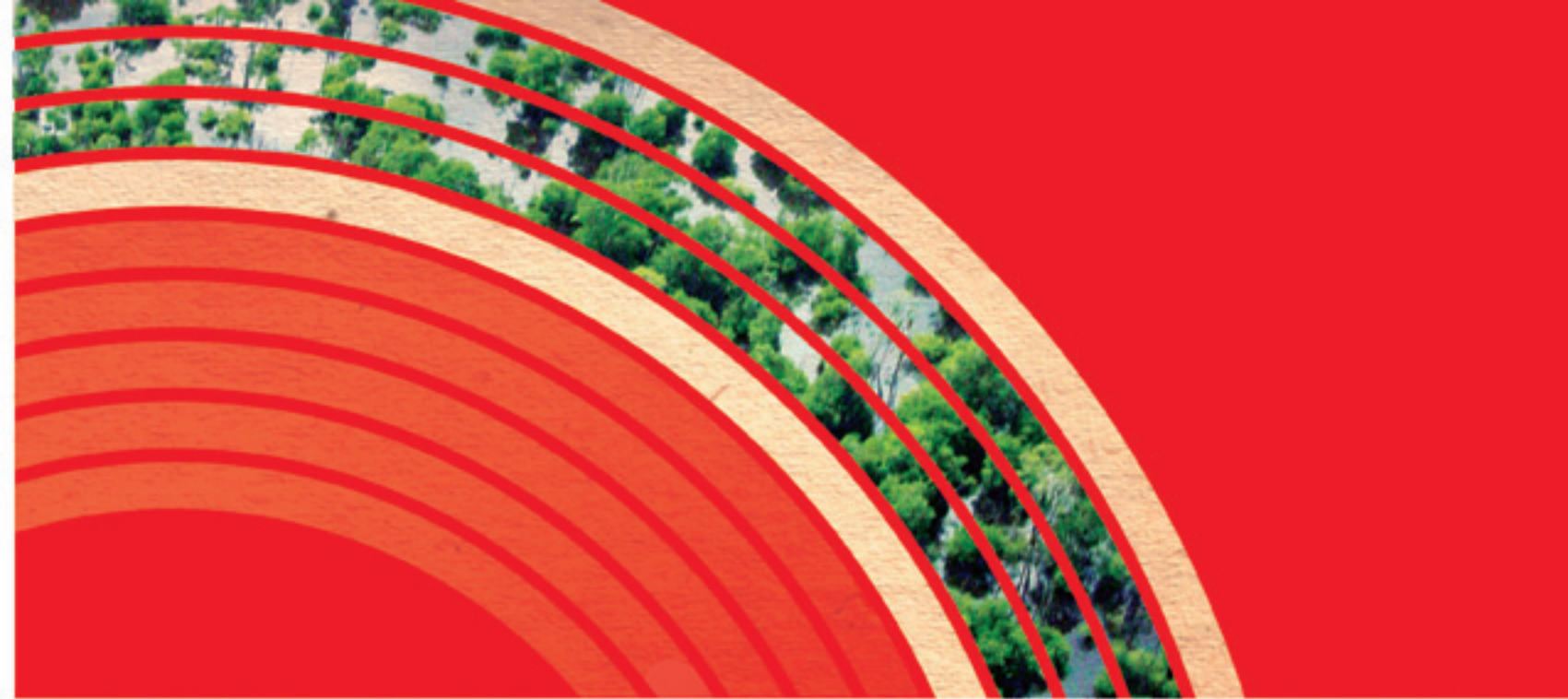
La laguna de Tacarigua, por su condición de laguna costera, es un medio con altos niveles de productividad y biomasa, y califica de excepcional importancia como reservorio de recursos alimenticios y de biodiversidad. Estos atributos hacen que el manglar desempeñe una función relevante, que se relaciona con actividades comerciales, como la producción pesquera en el área. Además de ser refugio y sitio de anidación de cuatro especies de tortugas marinas, aquí destaca la presencia del caimán de la costa (*Crocodylus acutus*), especie en peligro de extinción (MARNR 1991b). En los manglares de laguna de Tacarigua las amenazas más resaltantes son las restricciones en el intercambio de agua con el mar a través de la boca en la laguna, la sedimentación y las presiones por actividades humanas.

La ciénaga de los Olivitos representa un área de vital importancia para la conservación y de relevancia a nivel internacional. Constituye el hábitat de una gran diversidad de aves acuáticas, y es señalado como el único sitio de nidificación del flamenco (*Phoenicopterus ruber*) en Venezuela (MARNR 1991c). En la ciénaga de Los Olivitos, el dragado de la barra de Maracaibo para fines industriales alteró el patrón de aportes de sedimentos, ocasionando cambios en el patrón hidrológico y el cierre de caños. Adicionalmente, la actividad petrolera y petroquímica constituye una fuente de contaminación que incide sobre el ecosistema.

Por su parte, la laguna de Cocinetas es el único paisaje boscoso en cientos de kilómetros donde coexisten otros ecosistemas, como arrecifes de coral y praderas de *Thalassia* (MARNR 1991a). La importancia de sus manglares radica en su función protectora, al contribuir con la reducción de la acción erosiva del viento, lo que le confiere un alto valor geopolítico, ya que el borde de la laguna define el límite entre Colombia y Venezuela. Si ocurriesen reducciones en el volumen de la laguna por deposición de arena, esto representaría pérdidas territoriales para el país. En la laguna de Cocinetas se observa un avance de la erosión, probablemente por efecto de las fuertes sequías y a causa de la desecación producida por la acción del viento.

Bibliografía

- Dávalos, A.L. (2010). Distribución geográfica contemporánea de los manglares en la costa caribe de Venezuela. Trabajo de Grado, Maestría en Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas: Caracas, Venezuela. 142 pp.
- Eastman, J. (2006). IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing. Clark University.
- ESRI (1999-2008). ArcGIS. En: Environmental Systems Research Institute (ESRI), Redlands: California, USA.
- MARNR (1986). Conservación y manejo de los manglares costeros en Venezuela y Trinidad & Tobago (Síntesis). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Serie Informes Técnicos DG11A/IT/259: Caracas.
- MARNR (1991a). Conservación y manejo de los manglares de Venezuela y Trinidad-Tobago. FP: 11-05-81-01 (2038) Sector: Laguna de Cocinetas. Estado Zulia. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Serie de Informes Técnicos DGSICASV/IT/308: Caracas.
- MARNR (1991b). Conservación y manejo de los manglares de Venezuela y Trinidad-Tobago. FP: 11-05-81-01 (2038) Sector: Laguna de Tacarigua. Estado Miranda. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Serie Informes Técnicos DGSICASV/IT/308: Caracas.
- MARNR (1991c). Conservación y manejo de los manglares de Venezuela y Trinidad-Tobago. FP: 11-05-81-01 (2038) Sector: Los Olivitos. Estado Zulia. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Serie Informes Técnicos DGSICASV/IT/308: Caracas.
- Miloslavich, P., E. Klein, E. Yerena & A. Martin (2003). Marine biodiversity in Venezuela: Status and perspectives. *Gayana* 67(2): 275-301.
- Odum, H.T. & D. Campbell (1994). El valor ecológico y ambiental de los manglares: El método EMergetic. *FARO: Revista para la Administración de Zonas Costeras en América Latina*.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology* 25: [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Shashi, S. & X. Hui (2008). *Encyclopedia of GIS*. Springer, New York.
- University of Maryland (2010). *Global Land Cover Facility: Landsat Imagery*, College Park: Maryland.
- Valiela, I., J.L. Bowen & J.K. York (2001). Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience* 51(10): 807-815.
- Venezuela (1974). Decreto de Creación Parque Nacional Laguna de Tacarigua. *Gaceta Oficial de la República de Venezuela* N° 30.337, Caracas, 22 de febrero de 1974.



María Idali Tachock-García
Jon Paul Rodríguez

Estableciendo prioridades

para la conservación de los ecosistemas terrestres de Venezuela



V



Auyan-tepui, estado Bolívar. Rebecca Miller

Las evaluaciones de riesgo objetivas, transparentes y basadas en información científica son un requisito previo para la planificación y definición de políticas efectivas de conservación (Mace *et al.* 2008, Rodríguez *et al.* 2011). Sin embargo, aunque las evaluaciones son necesarias y muy valiosas en cualquier ecuación para establecer prioridades no son suficientes por sí solas, y en la planificación para la conservación de ecosistemas se requiere contar con herramientas adicionales que faciliten la toma de decisiones.

La planificación estratégica orientada hacia la conservación de la biodiversidad, entendida ésta como un proceso a largo plazo, exige obtener el mayor impacto en proporción a los recursos invertidos. Sin embargo, los fondos son siempre limitados, el personal disponible es menos que el ideal y la urgencia de los retos en conservación requiere de acciones rápidas y efectivas (IUCN/Species Survival Commission 2008). Por lo tanto, es necesario definir claramente las prioridades para escoger de manera balanceada cómo se invierten y se optimizan los recursos disponibles (Margules & Pressey 2000). Al considerar las acciones viables en contraposición con los recursos económicos surgen diferentes dilemas: ¿Cómo escoger el ecosistema o un conjunto de ecosistemas en los que se concentrarán las acciones en el corto, mediano o largo plazo? Lo ideal sería dedicar todo el esfuerzo posible a los ecosistemas más amenazados, ya que en virtud de la condición de emergencia, si no se actúa pronto desaparecerán. Por otra parte, los ecosistemas más amenazados frecuentemente son aquellos que están habitados por humanos y, por lo tanto, los costos para la implementación de medidas de conservación son más altos, e invertir los recursos disponibles en un área muy pequeña podría implicar el agotamiento del presupuesto (Ando *et al.* 1998, Myers *et al.* 2000, Fajardo *et al.* 2005, Wilson *et al.* 2006). Si se concentran los recursos en los más amenazados, ¿qué ocurriría con los ecosistemas que hoy en día no enfrentan riesgos? ¿Habría que esperar hasta que estén amenazados para intervenir? En el caso contrario, en el que las acciones se enfoquen sólo en los ecosistemas menos amenazados, ¿qué sucedería con los más amenazados? ¿Se permitiría su desaparición?

Más que de dilemas científicos, se trata de retos que deben ser abordados tomando en cuenta la mejor información científica disponible, y combinándola con otras variables. En una estrategia de conservación balanceada seguramente convergirían respuestas a los casos más urgentes con medidas preventivas enfocadas en áreas que no estén enfrentando grandes riesgos. De hecho, la conservación preventiva indudablemente es más eficiente en términos de costos, que medidas reactivas como la rehabilitación o la restauración (Orians 1993, Scott *et al.* 1993, Noss 1996).

No existe una sola respuesta frente al dilema de elegir las especies o los ecosistemas prioritarios para la conservación, por lo que es ilógico asumir que cualquier propuesta sea una solución única y definitiva a tan graves problemas. Sin embargo, es indudable que la mejor alternativa pasa por enfrentar el reto de manera sistemática, donde primero se defina un conjunto de variables a ser empleadas en la priorización, luego se cuantifique la posición de los ecosistemas dentro de ese conjunto de variables y, finalmente, se realice una jerarquización en función de los parámetros establecidos.

La propuesta que se presenta aquí se inspira en un ejercicio análogo al desarrollado para definir las prioridades de conservación de aves en Venezuela, donde además del riesgo de extinción, se tomaron en cuenta tres variables adicionales: unicidad taxonómica, grado de endemismo y preferencias del público (Rodríguez *et al.* 2004). La idea de ese sistema fue balancear el riesgo de extinción, como una expresión de la urgencia de la situación de la especie, con variables que reflejaran su valor desde el punto de vista evolutivo (unicidad taxonómica), la relevancia de Venezuela para su conservación (endemismo) y el interés subjetivo que podría tener la sociedad a la hora de apoyar la conservación de una especie sobre otra (preferencia del público) [Rodríguez & Rojas-Suárez 2008].

De manera análoga, la propuesta para ecosistemas consta de cuatro variables: el grado de amenaza que enfrentan los ecosistemas, las medidas de conservación previas a las que han estado sujetos estos ecosistemas, las características distintivas de su diversidad biológica, y sus aportes a la sociedad en función de los servicios ecosistémicos que proveen. Con el fin de generar un puntaje de prioridad combinado, calculado mediante la multiplicación del valor de cada atributo, para las cuatro variables se asignan valores de entre 1 y 3 a cada ecosistema, siendo 3 el de mayor relevancia. Por lo tanto, el índice de prioridad abarca un intervalo que va entre 1 y 81, siendo el valor más alto el que presenta mayor prioridad de conservación, como sería el caso de un ecosistema altamente amenazado, que no está protegido, cuya biota no existe en ninguna otra parte del mundo y que ofrece servicios ecosistémicos muy importantes para la sociedad.

Riesgo de eliminación

Esta variable es una medida objetiva, científicamente estimada, de la probabilidad de eliminación de un ecosistema empleando las categorías y criterios aplicados en este libro (*vid. supra* cap. II, Rodríguez *et al.* 2011). Los ecosistemas clasificados en la categoría En Peligro Crítico (CR), reciben tres (3) puntos (la mayor calificación). A aquellos clasificados En Peligro (EN) se les asigna dos (2) puntos, y los considerados Vulnerable (VU) tienen un valor de uno (1). Sólo se toman en cuenta los ecosistemas considerados *amenazados* de eliminación (CR, EN y VU). Aquellos que se determinen como Eliminados (EL) o en otra categoría distinta a las mencionadas no son incluidos en la priorización.

Proporción de ecosistema protegido

Esta variable intenta resumir los esfuerzos previos de conservación de un ecosistema según la proporción de su superficie que se encuentra en áreas protegidas estrictas, como parques nacionales y monumentos naturales o refugios y santuarios de fauna. La idea es que mientras mayor sea la proporción que se encuentra adecuadamente protegida, menor será su grado de prioridad. Hay que tener en cuenta que un área protegida aunque haya sido designada, no garantiza que sus especies y ecosistemas estén bien resguardados, no obstante, existe evidencia que indica que el estatus de los ecosistemas tiende a ser mejor dentro de áreas protegidas que fuera de éstas (Bruner *et al.* 2001, Naveda & Yerena 2010).

Para aplicar esta variable es importante responder la pregunta clave, ¿cuál es el nivel de protección adecuado de un ecosistema? Se propone la utilización de los criterios establecidos para evaluar la representación adecuada de especies en áreas protegidas, pero adaptados a ecosistemas (Rodríguez *et al.* 2004a, Rodríguez *et al.* 2004b). La idea central es que mientras un ecosistema esté mejor representado en el sistema de áreas protegidas, menor será su prioridad. Pero el grado de protección está relacionado tanto con la superficie protegida como con el tamaño absoluto del ecosistema. Si un ecosistema es muy pequeño, la única forma de garantizar que está adecuadamente resguardado es protegerlo en su totalidad. Si en contraste, un ecosistema es muy extenso es posible que pueda ser adecuadamente protegido mediante la conservación de una proporción significativa de su superficie. Entonces, el primer paso es calcular la superficie ocupada por los ecosistemas de interés en el área de estudio, aplicando los siguientes criterios (**Figura 1**, línea azul):

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

La aplicación de estos criterios, expresada por la línea azul en la **figura 1**, permite definir si un ecosistema está bien representado en las áreas protegidas, sin embargo, ¿cómo definir su nivel de prioridad relativa? La propuesta es trazar una segunda línea (representada en color rojo en la **figura 1**) que define 50% del valor de referencia determinado por la línea azul. Los ecosistemas de menor prioridad son aquellos cuya combinación del área que ocupan con su proporción protegida los coloca por encima de la línea azul, y recibirían un valor de un (1) punto. Estos serían ecosistemas relativamente grandes y adecuadamente protegidos. Los ecosistemas de mayor prioridad serían aquellos ubicados por debajo de la línea roja, y les correspondería un valor de tres (3) puntos. Es decir, estos son ecosistemas significativamente por debajo de la meta de representación definida por la línea azul. Finalmente, los ecosistemas en condición intermedia entre los dos extremos, recibirían un valor de dos (2) puntos.

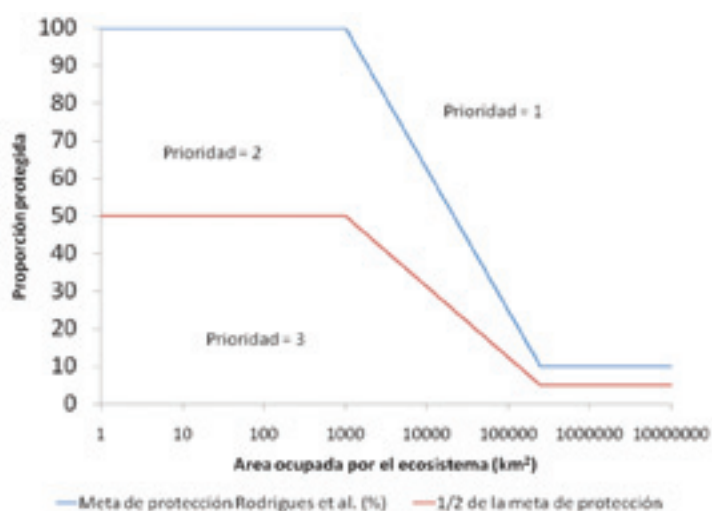


Figura 1. Relación entre la prioridad relativa de los ecosistemas, según el área que ocupan, su proporción protegida y las metas de representatividad propuestas. Figura tomada y modificada de Rodríguez *et al.* (2004a).

Singularidad del ecosistema

El grado de endemismo de la biota de un ecosistema, o la proporción de sus organismos que no se encuentra en alguna otra parte del mundo, constituye un aspecto cualitativo importante de su diversidad biológica. El endemismo puede ser expresado en diferentes niveles, como especies, géneros, familias u órdenes, con respecto a una región determinada. El endemismo también puede ser expresado en función de formas de vida particulares, como los desiertos de Namibia o de México, donde las suculentas y otras plantas inusuales son predominantes (Dirzo & Raven 2003).

A este respecto, se propone cuantificar el grado de singularidad de un ecosistema en función de la proporción de sus especies endémicas. La lógica es que mientras mayor sea la singularidad de un ecosistema mayor sería su prioridad, ya que también sería mayor la probabilidad de que la conservación de las especies que contiene y las interacciones entre éstas y su ambiente físico, sólo sean posibles en este ecosistema y no en otro. Una de las fórmulas más utilizadas para cuantificar el grado de endemismo es la siguiente:

$$I_e = \sum_{i=1}^n \frac{G_i(e)}{G_i(t)}$$

En esta fórmula, ***I_e*** es el índice de riqueza de cada región ecológica (***e***); ***n*** es el número total de especies en la región ecológica (***e***); ***G_i(e)*** es el número de especies en el grupo ***i*** por ecorregión; y ***G_i(t)*** es el número total de especies del grupo ***i*** (Lamoreux *et al.* 2006). Esta fórmula puede ser aplicada a la información obtenida sobre uno o más grupos taxonómicos, cuyo grado de endemismo sea conocido en los ecosistemas presentes en el área de estudio.

La presente utilización del criterio de endemismo sigue *la doctrina de la responsabilidad final* postulada por McNeeley y otros autores (1990) y adoptada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), según la cual cualquier nación que posea especies o ecosistemas únicos tiene la responsabilidad final de garantizar su supervivencia (Mittermeier *et al.* 1998). Empleando valores de referencia obtenidos de la literatura científica, a los ecosistemas con índice de endemismo mayor a 2% se asigna el valor de tres (3) puntos, de acuerdo con la propuesta de Mittermeier y colaboradores (1997) para países megadiversos; mientras que a aquellos que presenten valores entre 1% y 2% les corresponde el valor de dos (2) puntos, en función de los valores usados para determinar un *hotspot* de biodiversidad (Mittermeier *et al.* 1998, Myers *et al.* 2000). Finalmente, para los ecosistemas cuyo índice sea menor que 1%, el valor empleado es un (1) punto.

Atractivo para el público

La biodiversidad contribuye al bienestar humano mediante la generación de una amplia variedad de *servicios ecosistémicos* (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Valorar los ecosistemas en función de su aporte relativo de servicios ecosistémicos, permite jerarquizarlos según el atractivo que puedan despertar en el público.

Existen varias clases de servicios ecosistémicos. Los *servicios de provisioning* están relacionados con productos directos del ecosistema, como alimentos, agua, combustible, fibras y recursos genéticos. Los *servicios de regulación* son aquellos que benefician a los humanos por la regulación de los procesos ecosistémicos como el clima, la erosión y la purificación del agua. Los *servicios culturales* no ofrecen beneficios materiales para la humanidad pero son reflejados en oportunidades para la recreación y el ecoturismo, atributos de carácter estético que sirven de inspiración y para la educación, o son el reflejo de herencias culturales u otras creencias (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Se propone un procedimiento que tiene dos pasos. En el primero, se elabora una matriz de los ecosistemas de interés y de las grandes categorías de servicios ecosistémicos (**Tabla 1**). En cada ecosistema se asigna el número tres (3) a los servicios aportados por éste, que no son provistos en mayor grado por ningún

otro. Se asigna dos (2) a los servicios que aporta, pero en menor grado que los anteriores. Finalmente se asigna uno (1) a los servicios cuya contribución se considere poco significativa. En un segundo paso, se contabiliza cuántos servicios ecosistémicos reciben la máxima puntuación. Si presenta 3 veces el número 3 (es decir que los 3 tipos de servicios son de gran importancia) se le otorgará el valor de tres (3) puntos. Si sólo tiene 2 veces el número 3, entonces se le asignará dos (2) puntos, y si finalmente se considera que únicamente uno de los servicios es excepcionalmente importante para la sociedad, se le dará un (1) punto. Es importante destacar que la asignación de estos valores es subjetiva y dependerá de quienes realicen la ponderación. El propósito es reflejar la visión de los beneficiarios de los ecosistemas sobre su conservación, por lo que necesariamente debe ser una variable capaz de adaptarse y responder a las diferentes expectativas de sociedades o grupos sociales.

Tabla 1. **Cálculo de la ponderación de los servicios que brindan ecosistemas de diferentes tipos (ejemplo).**

Ecosistema	Servicios de Provisiónamiento	Servicios de Regulación	Servicios Culturales	Valor relativo
Bosques Siempreverdes	3	3	3	3
Bosques Semidecíduos	3	3	3	3
Bosques Decíduos	3	3	3	3
Cardonales y Espinares	2	3	1	1
Arbustales y Matorrales	1	3	1	1
Vegetación Litoral	1	3	3	2



Arbustales espinosos, estado Lara. Rebecca Miller

Una vez finalizada la evaluación, al multiplicar los valores de los cuatro criterios, se calcula el índice de prioridad de cada ecosistema. Este cálculo puede llevarse a cabo en cualquier escala espacial, como nacional, estatal o municipal. La información recopilada durante el cálculo del índice, más los valores del índice calculado serían un insumo clave para informar y apoyar propuestas concretas de conservación de los ecosistemas de la región de interés.

Con el propósito de ilustrar la aplicación de este modelo, se aprovechó la evaluación realizada en los bosques de la cordillera de la Costa Central, uno de los casos de estudio presentados en este libro (*vid. supra* cap. IV). Los resultados de ese análisis indican que los bosques siempreverdes de la región no están amenazados, mientras que los semidecuidos calificarían Vulnerable (VU) y los deciduos En Peligro Crítico (CR). Por lo tanto, según la variable de *riesgo de eliminación*, los bosques semidecuidos tienen un valor de un (1) punto y a los deciduos les corresponde tres (3) puntos.

En 2001, la fecha más reciente que se tiene de datos cuantitativos, el área ocupada por los bosques semidecuidos y deciduos era aproximadamente entre 1.040 y 1.560 km² respectivamente. Sólo estaban protegidos 41% de los bosques semidecuidos y 6% de los bosques deciduos. Aplicando la Figura 1, de acuerdo con la *proporción de ecosistema protegido*, ambos tienen un valor de tres (3) puntos. Los bosques semidecuidos están muy cerca de la línea roja, pero por debajo de ella, por lo que un aumento relativamente pequeño en su grado de protección podría resultar en la disminución del valor de esta variable. Los bosques deciduos sí están muy por debajo de la línea roja.

En cuanto a la *evaluación de la singularidad* de los bosques de la cordillera de la Costa Central, se examinaron los patrones de diversidad de plantas en las diferentes regiones de Venezuela (Llamozas *et al.* 2003). Aunque en el momento de la evaluación no se contó con información específica sobre el endemismo en los diferentes tipos de bosque, los mayores niveles de endemismo de plantas se encuentran en Guayana (14% de la flora de Venezuela), seguidos por los Andes (3%), la cordillera de la Costa (2%) y los Llanos (<1%). En consecuencia, tanto a los bosques semidecuidos como a los deciduos se les asignó un valor de dos (2) puntos, tomando como referencia el contexto nacional.

En cuanto a los *servicios ecosistémicos*, tanto los bosques semidecuidos como los deciduos son de alta importancia y por lo tanto les corresponde un valor de tres (3) puntos (**Tabla 1**).

Al combinar los valores de las cuatro variables descritas en el índice de prioridad (**Tabla 2**), se tiene que la prioridad de los bosques deciduos es mayor que la de los bosques semidecuidos por efecto de las diferencias de riesgo de eliminación entre los dos ecosistemas. En virtud de que los dos tipos de bosque son equivalentes en cuanto a la proporción protegida, singularidad y atractivo público, estas variables tienen el mismo valor en ambos casos. Sin embargo esto no siempre es así y podría ocurrir que mayores niveles de riesgo no correspondan con la máxima prioridad (Rodríguez *et al.* 2004).

Tabla 2. **Cálculo del índice de prioridad de conservación de los bosques semidecuidos y deciduos de la cordillera de la Costa Central.**

Ecosistema	Riesgo de eliminación	Proporción protegida	Singularidad	Atractivo público	Índice
Bosques semidecuidos	1	3	2	3	18
Bosques deciduos	3	3	2	3	54

Por último, es importante insistir una vez más en que el modelo presentado no pretende ser la única respuesta posible para el establecimiento de prioridades de conservación de ecosistemas. Se trata de una guía sencilla para la toma de decisiones en conservación, y los criterios ofrecidos son recomendaciones, quedando de parte de los tomadores de decisión la libertad de evaluar si son apropiados o si es necesario incluir otros. En cualquier caso, lo importante será establecer prioridades con base en un método sistemático lo más objetivo y replicable posible, y las decisiones finales deberán ser tomadas dependiendo del contexto y de las opiniones de los expertos.

Bibliografía

- Ando, A., J. Camm, S. Polasky & A. Solow (1998). Species distributions, land values, and efficient conservation. *Science* 279: 2126-2128.
- Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice & G.A.B. da Fonseca (2001). Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291: 125-128.
- Dirzo, R. & P.H. Raven (2003). Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources* 28: 137-167.
- Fajardo, L., V. González, J.M. Nassar, P. Lacabana, C.A. Portillo, F. Carrasquel & J.P. Rodríguez (2005). Tropical dry forests of Venezuela: characterization and current conservation status. *Biotropica* 37(4): 531-546.
- IUCN/Species Survival Commission (2008). *Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook*. Version 1.0. IUCN: Gland, Switzerland. 108 pp.
- Lamoreux, J.F., J.C. Morrison, T.H. Ricketts, D.M. Olson, E. Dinerstein, M.W. McKnight & H.H. Shugart (2006). Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature* 440: 212-214.
- Mace, G.M., N.J. Collar, K.J. Gaston, C. Hilton-Taylor, H.R. Akcakaya, N. Leader-Williams, E.J. Milner-Gulland & S.N. Stuart (2008). Quantification of Extinction Risk: IUCN's System for Classifying Threatened Species. *Conservation Biology* 22(6): 1424-1442.
- Margules, C.R. & R.L. Pressey (2000). Systematic conservation planning. *Nature* 405(6783): 243-253.
- McNeely, J.A., K.R. Miller, W.V.C. Reid & R.A. Mittermeier (1990). *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, WRI, WWF and World Bank: Washington D.C., USA. 193 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press: Washington, D.C., USA. 137 pp.
- Mittermeier, R.A., N. Myers, J.B. Thomsen, G.A.B. da Fonseca & S. Olivieri (1998). Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12(3): 516-520.
- Mittermeier, R.A., P. Robles Gil & C.G. Mittermeier (1997). *Megadiversidad: Los Países Biológicamente más Ricos del Mundo*. CEMEX: Ciudad de México, México. 501 pp.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Naveda, J.A. & E. Yerena O. (2010). Sistema de Parques Nacionales de Venezuela: una evaluación aproximada de su situación actual. Pp. 225-246. En: A. Machado-Allison (ed.). *Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y Embajada de Finlandia en la República Bolivariana de Venezuela: Caracas, Venezuela.
- Noss, R.F. (1996). Ecosystems as conservation targets. *Trends in Ecology and Evolution* 11(8): 351.
- Orians, G.H. (1993). Endangered at what level? *Ecological Applications* 3(2): 206-208.
- Rodrigues, A.S.L., H.R. Akcakaya, S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitani, T.M. Brooks, J.S. Chanson, L.D.C. Fishpool, G.A.B. Da Fonseca, K.J. Gaston, M. Hoffmann, P.A. Marquet, J.D. Pilgrim, R.L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S.N. Stuart, L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts & X. Yan (2004a). Global gap analysis: Priority regions for expanding the global protected-area network. *BioScience* 54(12): 1092-1100.
- Rodrigues, A.S.L., S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitani, T.M. Brooks, R.M. Cowling, L.D.C. Fishpool, G.A.B. da Fonseca, K.J. Gaston, M. Hoffmann, J.S. Long, P.A. Marquet, J.D. Pilgrim, R.L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S.N. Stuart, L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts & X. Yan (2004b). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428(6983): 640-643.
- Rodríguez, J.P., K.M. Rodríguez-Clark, J.E.M. Baillie, N. Ash, J. Benson, T. Boucher, C. Brown, N. Burgess, B. Collen, M. Jennings, D.A. Keith, E. Nicholson, C. Revenga, B. Reyers, M. Rouget, T. Smith, M. Spalding, A. Taber, M. Walpole, I. Zager & T. Zamin (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology: en la imprenta*. 25: en la imprenta [doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.1598].
- Rodríguez, J.P. & F. Rojas-Suárez (eds.) (2008). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*, 3a ed. Provita y Shell Venezuela, S.A.: Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rodríguez, J.P., F. Rojas-Suárez & C.J. Sharpe (2004). Setting priorities for the conservation of Venezuela's threatened birds. *Oryx* 38(4): 373-382.
- Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T.C. Edwards, Jr, J. Ulliman & R.G. Wright (1993). Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Wilson, K.A., M.F. McBride, M. Bode & H.P. Possingham (2006). Prioritizing global conservation efforts. *Nature* 440(7082): 337-340.



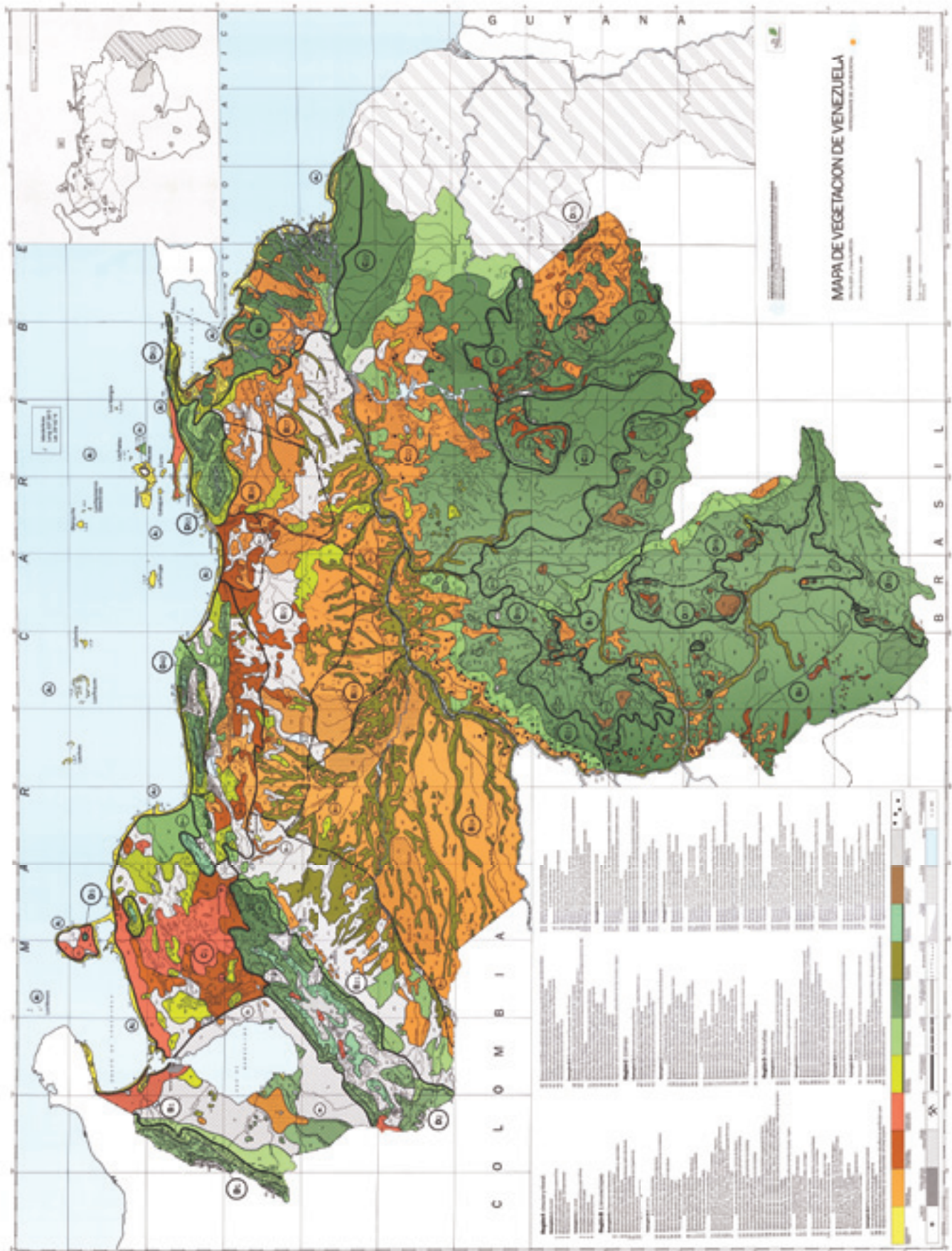
Anexos

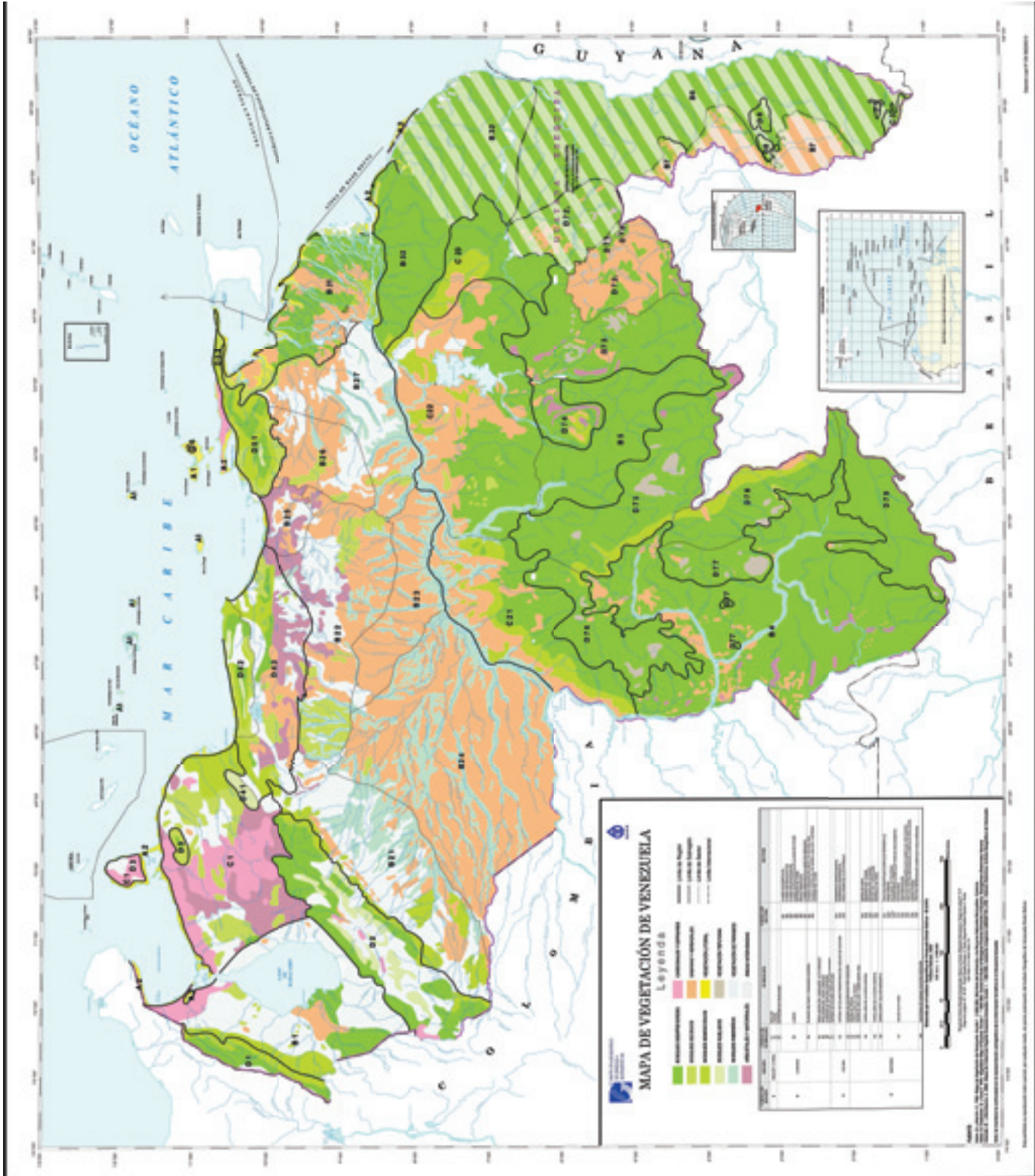


Representación del Mapa de la vegetación actual de Venezuela (1979-1982). Fuente: Madi *et al.* (2008)



Representación del Mapa de Vegetación de Venezuela. Fuente: Huber y Alarcón (1988)







RIF: J-00092492-9



RIF: J-00247777-6

lenovo 联想

RIF: J-31324999-8