

BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Volumen 13 • Número 2 • Julio - diciembre de 2012
Especial Bosque Seco en Colombia

Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano)

Dinámica del Cauc...
Colombia...
Colombia...
Cauca...
su flora a...
(Bs-T) de...
en la eco...
Anfibios...
y la Cié...
farnesian...
invasivo...
caracol a...
Achatini...
plantas v...
departam...
de un frag...
de la vege...
fragment...
del Valle...
(Hymenoptera: Formicidae) del Bosque seco Tropical (Bs-T) de la cuenca alta d



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

Instituto de Ciencias Naturales



Missouri
Botanical
Garden

Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, arbitrada por evaluadores externos, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye, además, las secciones de Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades Bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Publindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / **Biota Colombiana** is published two times a year. For further information please contact us.

www.siac.net.co/biota/
biotacol@humboldt.org.co

Comité Directivo / Steering Committee

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán D. Amat García	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

Editor / Editor

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

Editor invitado / Guest editor

Wilson Ramírez	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
----------------	--

Comité Científico Editorial / Editorial Board

Adriana Prieto C.	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe.
Cristián Samper	WCS - Wildlife Conservation Society
Donlad Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos (Venezuela)
Francisco de Paula Gutiérrez	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente
Hugo Mantilla Meluk	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden
Sven Zea	Universidad Nacional - Invemar

Asistencia editorial - Diseño / Editorial Assistance - Design

Susana Rudas Lleras	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------------	--

Impreso por ARFO - Arte y Fitolito
 Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
 Teléfono / Phone (+57-1) 320 2767
 Calle 28A # 15 - 09
 Bogotá D.C., Colombia

Presentación

Teniendo en cuenta la amplia diversidad ecosistémica de nuestro país y el actual escenario de transformación de los sistemas naturales, es necesario ampliar la base de conocimiento científico de aquellos ecosistemas que se encuentran en mayor situación de amenaza, como el bosque seco tropical. Este ecosistema plantea una situación especial para el país, ya que por un lado se encuentra muy fragmentado debido a que ha perdido la mayor parte de su distribución original en el territorio, sumado a una escasa representatividad en el sistema de áreas protegidas; y por otro ha recibido históricamente un bajo interés por parte de la comunidad científica, la cuál ha enfocado tradicionalmente sus investigaciones en otros ecosistemas como selvas húmedas y páramos. Esta situación crea la necesidad imperiosa de aumentar las actividades de preservación y restauración en las porciones remanentes de bosque seco, pero con una base de información científica, que en muchos casos es escasa o prácticamente nula.

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt siempre ha considerado dentro de su agenda de investigación estos bosques. Recientemente, de la mano con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ha trabajado en el desarrollo de un portafolio de restauración para los bosques secos del país, con lineamientos básicos que faciliten la toma de decisiones, principalmente a una escala regional. Sin embargo aún existen vacíos de información científica, lo que nos ha motivado a preparar este número especial de *Biota Colombiana* dedicado a los bosques secos, con información que aporte a la gestión integral de este ecosistema.

Esperamos que este trabajo sea del agrado de todos ustedes y que se constituya en una herramienta de referencia para la comunidad científica y los tomadores de decisiones que se encuentran trabajando en relación con este valioso ecosistema. Agradecemos al Comité Directivo, Comité Científico Editorial y a todos los evaluadores anónimos. Agradecimiento especial al Editor invitado, Dr. Wilson A. Ramírez y a Hernando García, por su apoyo en este proceso.

Brigitte L. G. Baptiste
Directora General

Carlos A. Lasso
Editor *Biota Colombiana*

Wilson A. Ramírez
Editor invitado

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Prólogo

Hay un amplio consenso acerca de que los bosques secos tropicales con estacionalidad (lluvias-sequía) son los más amenazados en el mundo, pero a pesar de esto han sido menos estudiados por los científicos y conservacionistas que dedican más esfuerzos a su primo más glamoroso, el bosque tropical lluvioso.

La conservación de estos bosques únicos dependerá de un mejor conocimiento biológico sobre la composición y la distribución de su flora y fauna, así como de los procesos ecológicos que gobiernan el funcionamiento del bosque seco tropical. Todos estos asuntos son tratados en este número especial de *Biota Colombiana*, que incluye información sobre la flora, fauna y la ecología de los bosques secos tropicales de Colombia.

La destrucción masiva de los bosques secos tropicales en la América se debe en parte a sus suelos, normalmente fértiles y muy aptos para la agricultura. La conversión de estos bosques ha ocurrido en algunos casos durante miles de años. Esto significa que en muchas regiones solo quedan fragmentos del bosque original y el estado del bosque seco tropical en Colombia no es una excepción. Por ejemplo, Arcila-Cardón y colaboradores muestran que queda menos del 2% del bosque seco tropical de la cuenca alta del río Cauca y que estos fragmentos tienen un tamaño promedio de apenas 6 ha. Dicha situación ilustra claramente la necesidad urgente de conservar estos parches remanentes.

En una escala continental los bosques secos tropicales de Colombia ocupan una posición intermedia entre los principales bloques de bosque de Mesoamérica, las Islas del Caribe y los del sur en Perú, Bolivia, Brasil y Argentina. El análisis fitogeográfico preliminar de la flora del bosque seco tropical sugiere que las relaciones de los bosques secos tropicales colombianos son todavía inciertas. Su afinidad más cercana podría ser con Mesoamérica y el Caribe, pero la correlación es débil y hay una necesidad clara de más información. Ese tipo de base de datos más amplia, se recoge en las contribuciones a este número de la revista, que presenta inventarios de las plantas de los bosques secos tropicales de los departamentos de Bolívar, Atlántico y Valle del Cauca; anfibios de Sucre y la cuenca alta del río Magdalena; las hormigas del alto Cauca y otra información sobre especies introducidas. Tal conocimiento de la composición taxonómica de la flora y fauna es fundamental para adelantar los estudios de la conservación y uso sostenible de los bosques.

El siguiente paso es analizar estas bases de datos, buscando patrones de diversidad, endemismo y distribución, porque idealmente las áreas de conservación deben incluir la máxima diversidad y endemismo. A escala nacional algunas de las contribuciones proveen interesantes “fotografías instantáneas” de la distribución de la biodiversidad en los bosques secos tropicales colombianos. Por ejemplo, Acosta Galvis demuestra que mientras el 55% de las especies de anfibios en los bosques secos del valle del río Magdalena son compartidas con la costa del Caribe, numerosas especies caribeñas no alcanzan a llegar a los bosques interiores del valle del río Magdalena. Chacón de Ulloa y colaboradores muestran que la mayor diversidad de hormigas (93% de todas las especies) se encuentra en fragmentos de bosque seco tropical del alto Cauca, mientras que la menor diversidad se observa en las áreas adyacentes intervenidas, llamando así la atención de la importancia de conservar esos fragmentos de bosque original así sean pequeños. Los científicos colombianos deben hacer, cuando sea posible, un mayor esfuerzo para

analizar en un contexto más amplio a nivel continental, los datos que ya se están generando. De esta manera se entendería mejor cuales especies son únicas para el país y que por lo tanto merecerían prioridad a escala internacional.

Dado el tamaño pequeño de los fragmentos de bosque seco tropical que quedan en Colombia, su conservación efectiva dependerá de entender su ecología y dinámica. En ese sentido aquí se presentan estudios de Torres y colaboradores para del Valle del Cauca y por Valencia y colaboradores, para el área de Chicamocha. Debido al estado muy intervenido y altamente fragmentado de los bosques secos tropicales, estos son más vulnerables a la invasión por especies exóticas. Una historia que muestra la rapidez con que eso puede ocurrir, se encuentra en la contribución de López Camacho y colaboradores, quienes documentan la dispersión de *Acacia farnesiana* en la Isla de Providencia. Esa especie llegó en el 2004-2005, en material importado para construir una pista de aterrizaje en el aeropuerto de la Isla. Valencia y colaboradores documentan también como *Lippia origanoides*, especie muy agresiva, invade los bosques secos tropicales de la región de Chicamocha. Por último, De La Ossa y colaboradores reportan la presencia del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en la región Caribe.

Si vamos a conservar lo que queda del bosque seco tropical, los científicos de la biodiversidad están obligados a presentar información que tenga relevancia en la conservación y tanto los científicos como los conservacionistas, deben mostrar al público y a las personas que toman las decisiones, la importancia de estos bosques. Este número especial de Biota Colombiana es una importante contribución al conocimiento sobre la biodiversidad de los bosques secos tropicales colombianos e incluye información vital para la biología de la conservación. Aplaudo a los editores de este libro y a todos los autores por su valioso trabajo.

Dr. Toby Pennington

Sección de Diversidad Tropical
Jardín Real de Edinburgo
Reino Unido

Preface

Seasonally dry tropical forests are widely agreed to be the most endangered tropical forest type in the world, and they have suffered by receiving less attention from scientists and conservationists than their more glamorous cousin, the rain forest. Conservation of these unique forests will depend on better basic biological knowledge about the composition and distribution of their flora and fauna and the ecological processes that govern the dry forest system. All these issues are addressed in this important volume of *Biota Colombiana*, which brings under one cover information about the flora, fauna and ecology of the dry forests of Colombia.

The massive destruction of tropical dry forests in the Americas is partly due to their generally fertile soils that are highly suitable for agriculture, and conversion of these forests has in some cases taken place over millennia. This means that in many regions only tiny fragments remain. The state of dry forest in Colombia is no exception. For example, in this volume, Arcila Cardona *et al.* show that less than 2% of the dry forests of the cuenca alta del río Cauca remain, with a mean size of the remaining fragments of 6 ha. This is a graphic illustration of the urgency of conservation of these last, small remaining patches.

At a continental scale, the dry forests of Colombia occupy an intermediate position between the main dry forest blocks of Mesoamerican and the Caribbean islands, and those of the south in countries including Perú, Bolivia, Brazil and Argentina. Preliminary phytogeographic analyses of the flora of neotropical dry forests suggest that the relationships of Colombian dry forests are somewhat uncertain. Their closest affinities may lie with Mesoamerica and the Caribbean, but the relationship is weak, and there is clearly a need for more data. Such an improved dataset is provided by papers in this volume that give inventories of plants for dry forests in Bolívar, Atlántico and Valle del Cauca. In addition, other papers catalogue amphibians for Sucre and the upper Magdalena valley, and ants for the alto río Cauca. Such knowledge of the taxonomic composition of flora and fauna is fundamental to further studies of conservation and sustainable use.

A next step is to analyse such inventory data for patterns of diversity, endemism and distribution because, ideally, conservation areas should protect maximum diversity and endemism. At a national scale, some of the papers in this volume provide some interesting snapshots of the distribution of biodiversity in Colombian dry forests. For example, Acosta Galvis demonstrates that whilst 55% of amphibian species in the dry forests of the Magdalena valley are shared with the Caribbean coast, numerous Caribbean species do not reach the forests in the interior of the Magdalena valley. Chacon de Ulloa *et al.* show that by far the highest diversity of ants (93% of total species) is found in dry forest fragments in the alto río Cauca, with far lower diversity found in surrounding disturbed areas, underlining the importance of conserving the remaining fragments of dry forest, however small. A future research program for Colombian biodiversity scientists should be, wherever possible, to try to analyse their data at a wider, continental scale. It will be important to understand exactly which Colombian species are unique to the country, and therefore priorities for conservation at an international scale.

Given the small size of the remaining fragments of Colombian dry forest, their effective conservation will depend upon understanding their ecology and dynamics. Useful studies are provided here by Torres *et al.* for the Cauca

valley and Valencia *et al.* for the Chicamocha area. Because of the highly disturbed and fragmented nature of tropical dry forests, they are also vulnerable to invasion by non-native species. An account of how quickly this can happen is given by Lopez Camacho *et al.*, who document the rapid spread of *Acacia farnesiana* on Providencia island. This species arrived only in 2004-05 in soil imported to construct an airport. Valencia *et al.* also document how aggressive *Lippia origanoides* can be in the dry forests of the Chicamocha región. Similar information is provided by De La Ossa *et al.* about the introduction of the African giant snail (*Achatina fulica*) in the Caribbean coast of Colombia.

If we are to conserve the remaining areas of dry forests , biodiversity scientists must provide information of relevance to conservation, and both scientists and conservations need to highlight the importance of these forests to the public and decision makers whenever they can. This volume is an important contribution to the knowledge of the biodiversity of Colombian dry forests, which is full of information that is vital to conservation biology. I applaud the editors of this volume, and all the authors, for their valuable work.

Dr. Toby Pennington

Tropical Diversity Section
Royal Botanic Garden Edinburgh
Edinburgh, UK

Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia

Angela María Arcila Cardona, Carlos Valderrama Ardila y Patricia Chacón de Ulloa

Resumen

Mediante la utilización de mapas de cobertura vegetal, fotografías aéreas y datos de campo, se evaluó el estado de fragmentación del bosque seco en la cuenca alta del río Cauca. El área de estudio, desde el norte del Cauca hasta el centro de Risaralda, abarcó una extensión de 608992 ha. Se encontró que la cobertura boscosa constituyó el 1,76% del área analizada, representada en más de 1600 fragmentos con tamaño promedio 6,03 ha. El 75% de los fragmentos se encontraron a 500 m o más de su vecino más cercano; solo nueve fragmentos tuvieron extensión mayor a 100 ha, la mayoría de forma dendrítica, con hasta 17 núcleos. Esta configuración sugiere que se comportan más como pequeños parches separados que como un solo parche grande. Se espera que el efecto de borde sea determinante en la composición de especies de bosque seco. La evaluación de la riqueza regional debe tener en cuenta la contribución de otros elementos de cobertura arbórea. Guadales y bosques riparios son especialmente importantes ya que incrementan la conectividad del paisaje. En este contexto, cualquier iniciativa de conservación o restauración debe incluir cambios en el manejo de la matriz de caña de azúcar y pasturas para hacerla menos resistente al movimiento de organismos entre los elementos del paisaje.

Palabras clave. Bosque seco tropical. Valle del río Cauca. Fragmentación. Métricas del paisaje.

Abstract

Using maps of vegetation cover, aerial photographs and field data, we evaluated the fragmentation status of tropical dry forest at the high basin of river Cauca in southwestern Colombia. The study area had 608992 ha, ranging from northern Cauca to central Risaralda. Forest cover represented 1,76% of the analyzed area, scattered in about 1600 fragments with a mean patch area of 6,03 ha. 75% of the forest fragments were separated by a distance of 500 m or more from its nearest neighbour. Only nine fragments had an extension over 100 ha, most of them with dendritic shapes and up to 17 core areas. This configuration would make them behave more like separate small patches than a continuous large patch. In this landscape, edge effect is expected to greatly influence species composition of dry forest fragments. Evaluation of regional species richness should account for the contribution of other arboreal landscape elements. Bamboo forests and riparian forests are especially important since they increase landscape connectivity. In this context, any conservation or restoration initiative should involve management of the landscape matrix, sugar cane and pastures, in order to make them less resistant to the movement of organisms between landscape elements.

Key words. Tropical dry forest. River Cauca valley. Fragmentation. Landscape metrics.

Introducción

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el bosque seco tropical y subtropical corresponde a las regiones de la tierra, libres de heladas, donde la biotemperatura media anual es mayor a 17 °C, la precipitación promedio anual oscila entre 250-2000 mm y la razón entre potencial de evapotranspiración y precipitación es mayor a 1 (Holdridge 1967). Debido a las condiciones climáticas, fertilidad de sus suelos y a la estructura del bosque mismo, el bosque seco tropical ha sido reemplazado en alta proporción por asentamientos humanos y cultivos, convirtiéndolo en uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico (Janzen 1988). Recientes evaluaciones muestran una tendencia continua de transformación del bosque seco a nivel global (Miles *et al.* 2006), donde la conversión en zonas agrícolas es la principal causa de reducción del área y de la fragmentación.

Es difícil estimar el porcentaje de pérdida de áreas de bosque seco a nivel mundial, ya que se desconoce la distribución original del mismo y es controvertida la situación de muchas áreas de sabana, matorrales y espinales de las cuales se discute si se originaron de bosque seco perturbado (Murphy y Lugo 1986). Para Sur América se ha estimado una tasa de pérdida del 12% en el período 1980-2000, la más alta a nivel mundial, y su distribución es altamente fragmentada (Miles *et al.* 2006).

En Colombia se desconoce también la distribución original del bosque seco, pero se estima una cobertura potencial de 80.000 km², de los cuáles solo quedan cerca del 1,5%. De las tres zonas del país que presentan bosque seco: llanura del Caribe, valle del río Magdalena y valle del río Cauca, esta última es la de menor extensión y mayor vulnerabilidad (Etter 1993 citado por Álvarez *et al.* 1998).

Cerca del año 1550 la cuenca alta del río Cauca fue descrita por Pedro Cieza de León, cronista europeo, como una extensión cubierta por selva y cañaverales “...tan cerrados y espesos; tanto que si un hombre no supiese la tierra se perdería en ellos.” Compuestos además por “...muchas y muy altas ceibas no poco

anchas y de muchas ramas y otros arboles de diversas maneras...” (Velasco 1982). Tres siglos más tarde, Jaime Arroyo, historiador vallecaucano, aún describía las zonas aledañas al río Cauca como “...selvas impenetrables de tupido gradual y floridos festones de enredadera salvaje...”, incluso describió algunos de los animales que habitaban en los bosques: “...el leve golpe de las aguas... y el ronco murmullo de los monos que retozan por tropas en la selva, son los únicos ruidos que turban su silencio..”, muy probablemente haciendo referencia a monos aulladores (*Alouatta seniculus*) y también tatabros (*Tayassu albirostris*) “...allí, entre ese lujo que la naturaleza dispuso para el hombre, tascan y gruñen indómitos tatabros...” (Velasco 1982).

En los primeros años del siglo XX, la fundación de nuevas poblaciones en el departamento del Valle del Cauca por la colonización antioqueña, la construcción del canal de Panamá, el crecimiento del puerto de Buenaventura y la llegada del ferrocarril del Pacífico, trajeron consigo la expansión de las fronteras urbana y agrícola con la consecuente destrucción de los bosques, la cual alcanzó un ritmo arrollador a partir de 1920 (Patiño 1975).

En el presente (2012), la cuenca alta del río Cauca no está cubierta más por selva impenetrable, los tatabros ya no habitan en la zona y solo en unos pocos fragmentos se encuentran todavía pequeñas tropas de monos aulladores. Un estudio realizado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC 1990), cuantificó el cambio en la cobertura boscosa en la cuenca alta del río Cauca entre 1957 y 1986. Con base en fotografías aéreas y datos de campo, se estimó que en el norte del departamento del Cauca y en el departamento del Valle del Cauca, ocurrió una reducción del 66% de los bosques en ese período. Las 8668 ha remanentes representaban solo el 3% del área total del valle aluvial en esta zona (421.000 ha), e incluyeron zonas de cultivos con cobertura arbórea como cacao, café y cítricos, es decir que la extensión del bosque seco era menor aún, aproximadamente 5764 ha, lo cual representaba solo el 1,3% de la extensión estudiada.

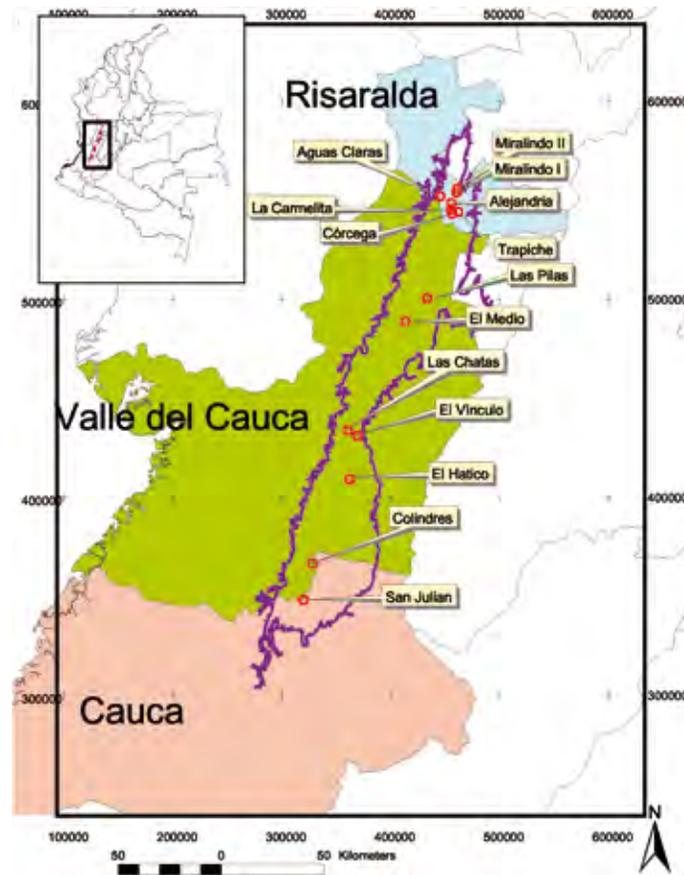


Figura 1. Ubicación del área de estudio y los fragmentos analizados.

Después de 1986 no existen estudios que evalúen el estado del bosque seco en la cuenca alta del río Cauca, razón por la cual este trabajo busca examinar el estado actual de conservación de este ecosistema en la región. Este análisis cubre un área mayor que el de la CVC (1990), incluye una porción del norte del departamento del Cauca, el Valle del Cauca y parte de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda.

Más allá de la estimación de la extensión de los remanentes de bosque seco, se busca describir el paisaje en términos de la representación de diferentes tipos de coberturas naturales y antrópicas, así como el número, tamaño y forma de los fragmentos que lo componen y sus relaciones de aislamiento y agrupación respecto a otros parches del mismo tipo.

Material y métodos

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca alta del río Cauca; abarca desde el norte del departamento del Cauca hasta el centro del departamento de Risaralda. En esta región el valle aluvial tiene una extensión de 230 km de largo y 10-20 km de ancho, con una altura sobre el nivel del mar entre 900-1200 m, en lo que corresponde a la zona de vida de bosque seco tropical (Bs-T). La temperatura promedio es de 24°C y la precipitación anual fluctúa entre 1000-2000 mm; el 70% de las precipitaciones se concentran en dos temporadas al año, la primera abril-mayo y la segunda octubre-noviembre, intercaladas por períodos secos (CVC 1990).

Se hará énfasis en el análisis de los 14 fragmentos de bosque seco tropical destacados en la Figura 1, ya que se encontró en diferentes estudios (*e.g.* CVC 1990, Armbrecht 1995, Ramírez *et al.* 2001, Armbrecht *et al.* 2001, García-Cárdenas *et al.* 2001, Armbrecht y Ulloa-Chacón 2003), que estos parches se hallan en buen estado de conservación. Para examinar la fragmentación del bosque seco en la cuenca alta del río Cauca se utilizó información cartográfica preexistente de varias fuentes y se realizaron análisis de tipos de cobertura de uso de la tierra y análisis de fragmentos.

El análisis de tipos de cobertura se realizó en formato raster a una resolución de 30 m a partir de los mapas de coberturas existentes para el Valle del Cauca (CVC e IAvH 2004) y para Caldas, Quindío y Risaralda (Proyecto Ecoregional SIRAP Eje Cafetero (SIRAP-EC), escala 1:100.000; Fundación EcoAndina y WWF Colombia 2004).

El análisis de los fragmentos se realizó en un área buffer de 2000 m a partir del centroide de cada uno de ellos (Figura 2). Dentro del área de amortiguación se realizó una discriminación de los tipos de cobertura vegetal, para lo cual se emplearon las mismas fuentes de información ya mencionadas; se identificaron también otros parches de bosque seco y se estimó el aislamiento de cada uno. Además, a partir de fotografías aéreas georreferenciadas se calcularon métricas de los parches referidas a tamaño y forma.

El software utilizado para la georreferenciación de las fotografías aéreas fue *ER-Mapper* Ver 6.1 (Earth Resources Mapping). Para el procesamiento de la información georreferenciada se utilizó *ArcView* Ver 3.3 (Environmental Systems Resources Institute) con la extensión *Spatial Analyst* para el análisis de coberturas grid tipo raster. Toda la información cartográfica generada en este estudio fue en el Sistema de Coordenadas UTM.

Análisis de las coberturas de uso de la tierra

Las coberturas de uso de la tierra tanto del Valle del Cauca de CVC como del SIRAP-EC estaban en formato *ArcView Grid*, con un tamaño de píxel de 30 m, georreferenciadas al sistema de coordenadas

Transverso de Mercator con origen oeste o Chocó (latitud 04°35'56,57"N y longitud 77° 04'51,30"O). Las coberturas fueron re proyectadas al sistema UTM (Universal Transverse Mercator, Datum WGS84) para unificarlas y se recortaron empleando la cota de 1200 m. Esta cota se escogió teniendo en cuenta la distribución altitudinal de los fragmentos estudiados, y fue generada utilizando el Modelo de Elevación Digital de la NGA y NASA (Misión STRM) con resolución de píxel de 90 m. Finalmente las secciones cortadas fueron fusionadas (Función *Merge* de *ArcView*) para generar el mapa base de coberturas de uso de la tierra.

El mapa base de coberturas no cubrió la porción sur del área de estudio que está en la jurisdicción del departamento del Cauca, por lo tanto el análisis de tipos de cobertura no fue realizado para esta zona. Sin embargo para el fragmento de bosque San Julián, el análisis dentro del buffer de 2000 m fue realizado a partir de datos de campo y fotografías aéreas del año 1986.

El análisis de coberturas de uso de la tierra se hizo con formato grid tipo raster para facilitar el procesamiento de datos y poder cubrir áreas más extensas. Para la cobertura de usos de la tierra unificada en la cuenca alta del río Cauca, por debajo de los 1200 m, se definieron las siguientes clases: Bosque, Humedal, Cuerpo de Agua, Rastrojo, Cultivo, Pastos, Bosque Plantado, Zona Urbana y Bosque de Guadua.

Posteriormente esta cobertura fue modificada para realizar un análisis de fragmentación utilizando sólo la clase Bosque. La cobertura de Bosque original fue simplificada para eliminar fragmentos de menos de 4 píxeles (cada píxel es de 30x30 m) mediante la función *Majority Filter* de *ArcView*. Esta nueva cobertura fue analizada mediante el programa de estadísticas de paisaje *Fragsta ts* Ver. 3.3 (McGarigal *et al.* 2002).

Para la evaluación del tamaño y número de fragmentos las métricas del paisaje calculadas incluyeron las variables: área total, número de fragmentos, densidad de fragmentos, área promedio, desviación estándar del área, rango del área, media del área de núcleo, desviación estándar del área de núcleo y rango del área de núcleo.

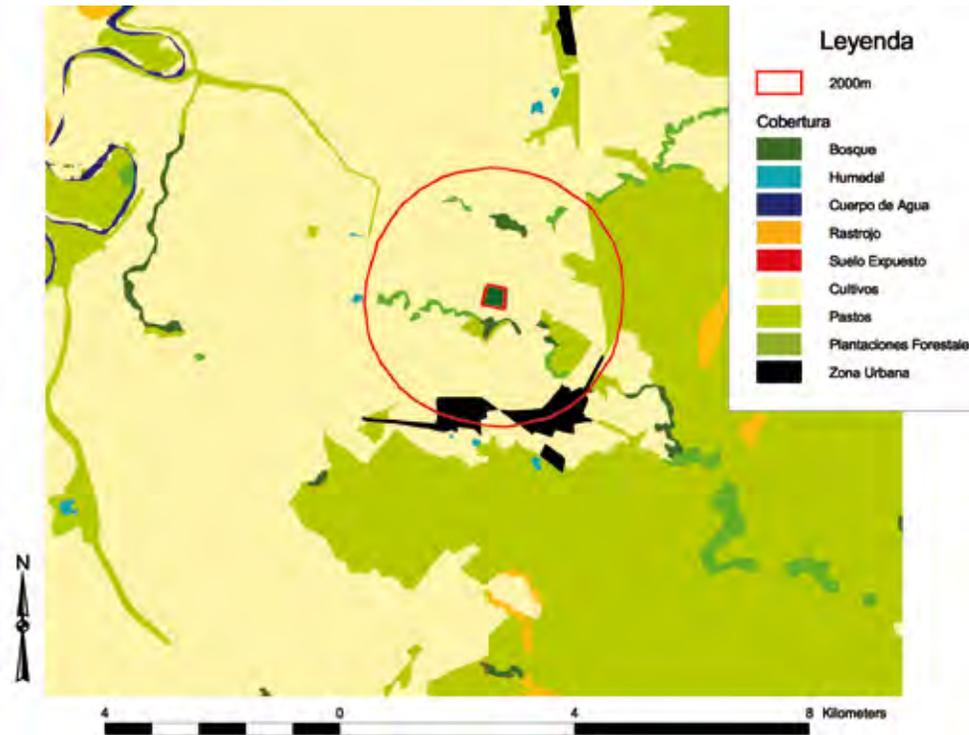


Figura 2. Fragmentos estudiados y las coberturas vegetales circundantes. Ejemplo de los tipos de cobertura hallados en el área de amortiguación (buffer de 2000 m) alrededor del bosque El Medio (Zarzal- Valle del Cauca).

La forma de los fragmentos se cuantificó por medio de las métricas Índice de forma y Cociente perímetro/área. Al analizar el área total y el área del núcleo de los fragmentos se consideró un efecto de borde de 50 m, esta magnitud fue escogida teniendo en cuenta principalmente el tamaño pequeño de los fragmentos, aunque algunos estudios de fragmentación registran efectos de borde de 100 m o mayores (*e.g.* Didham 1997).

Finalmente, las relaciones de distancia entre fragmentos fueron estimadas empleando las métricas Distancia Euclidiana al vecino más próximo, y el índice de proximidad.

Análisis de los fragmentos

Dentro del área de amortiguación de 2000 m alrededor de los 14 fragmentos escogidos, se realizó un análisis detallado de la representación de los diferentes tipos

de coberturas, utilizando el mapa base de coberturas de uso de la tierra obtenido para la zona de estudio (Figura 3). Para el fragmento San Julián (Cauca), la estimación se hizo a partir de fotografías aéreas e información de campo.

Con base en fotografías aéreas tomadas por el IGAC entre 1986 y 1995, se elaboraron polígonos para los 14 fragmentos de bosque con el fin de cuantificar las métricas de los fragmentos con mayor detalle en las formas y áreas. Se calcularon las métricas disponibles en la extensión *Landscape Analyst* para *ArcView* (Robinson 2000).

La georreferenciación de las fotografías se llevó a cabo utilizando un mosaico de imágenes *Landsat* (Imágenes TM5 09-57 y 09-58 de Julio 10 de 1999) referenciadas en el sistema de coordenadas UTM, Zona 18N, Datum WGS 84. Las coordenadas obtenidas en campo también se tomaron en el sistema UTM.

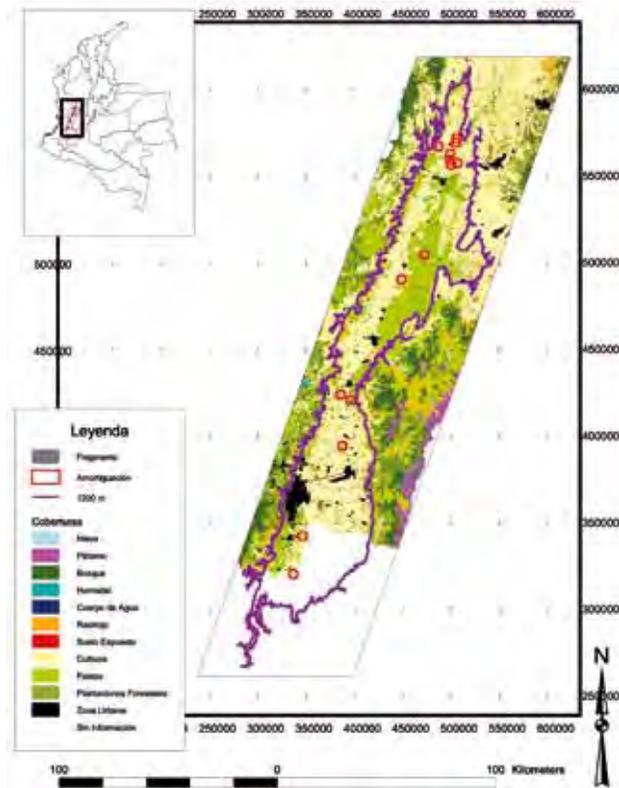


Figura 3. Coberturas de uso de suelo del área de estudio.

Para evaluar el grado de aislamiento de los 14 fragmentos estudiados se usó la cobertura bosque seco extraída del mapa de tipos de uso de suelo. Las métricas calculadas fueron: análisis de vecindad (R), distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN) y el índice de proximidad (PROX) (Tabla 1).

Resultados

Análisis de coberturas de uso de la tierra

La región estudiada tiene una extensión de 608.992 ha, siendo una zona predominantemente plana con una altura entre los 900 y los 1000 m s.n.m. Esta área está compuesta por un mosaico de coberturas en su mayoría de origen antrópico (Figura 3, Tabla 2). Las coberturas dominantes son cultivos y pasturas, en menor proporción zonas urbanas y rastrojos y sólo el 1,76% (10716 ha) corresponde a bosque (Tabla 2).

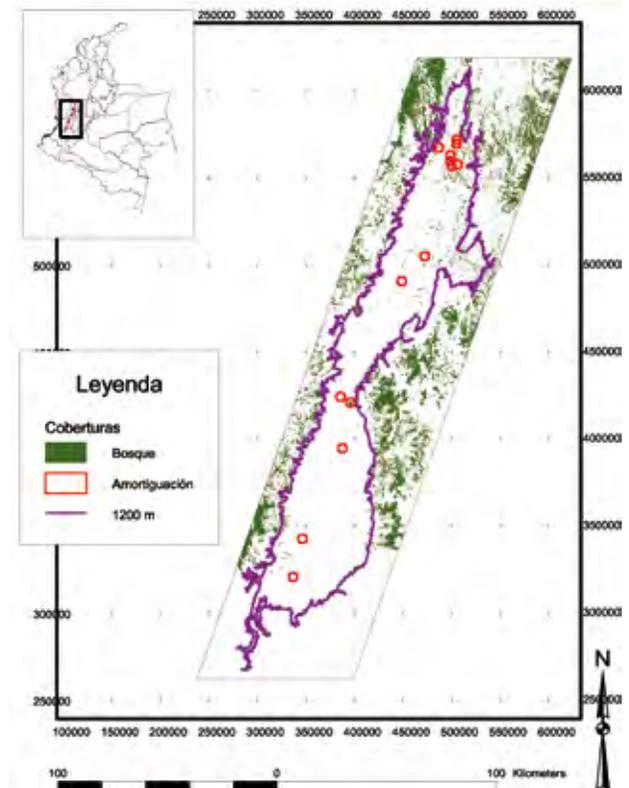


Figura 4. Fragmentos de bosque seco debajo de la cota de 1.200 m para la cuenca alta del río Cauca.

El bosque seco está compuesto por fragmentos que se encuentran dispersos por todo el valle (Figura 4). Las métricas para la cobertura de bosque seco simplificada muestran que el número de fragmentos, mayores a 3600 m² ó 4x4 píxeles, es de 1.638, con una densidad de más de 16 fragmentos por km² (Tabla 3).

El tamaño de los parches varía de 1 a 330 ha, pero la mayoría se encuentra en el rango entre 1 y 9 ha, con un tamaño promedio de 6,03 ha (Figura 5a). Solo nueve parches tienen un área mayor a 100 ha y se encuentran muy dispersos, en el norte del área de estudio hacia el piedemonte de ambas cordilleras y en el centro y sur de la cuenca en el piedemonte de la cordillera Occidental.

Al considerar un efecto de borde de 50 m, se encontró que aproximadamente el 50% de los fragmentos carecen de área interior. Si se considera el área

Tabla 1. Métricas de aislamiento calculadas para cada fragmento estudiado. **N:** número de fragmentos en un área de 5x5 km. **R:** análisis de vecindad (Landscape Analyst). **ENN:** distancia euclidiana al vecino más cercano (Fragstats 3.3). **PROX:** índice de proximidad (Fragstats 3.3).

Nombre	N	R	ENN	PROX
MiralindoII	30	0,283	300,0	0,6617
MiralindoI	40	0,053	150,0	1,8066
Aguas Claras	33	0,12	258,1	2,2757
Alejandría	35	0,207	502,9	0,6116
La Carmelita	39	0,455	429,5	0,6535
Córcega	55	0,406	510,0	1,9473
Trapiche	57	0,435	201,2	0,7637
Las Pilas	2	0,925	1.090,8	1,0072
El Medio	6	0,482	182,5	2,3954
San Julián	3	0,501	1.360,6	0,0509
Colindres	3	1,438	1798	0,0663
El Vínculo	4	0,566	108,2	85,5424
El Hático	5	0,644	597,7	0,5203
Las Chatas	1	9.971,570	3.107,6	0

Tabla 2. Área y porcentajes de coberturas para el valle alto del río Cauca (debajo de los 1 200 m).

Cobertura	Área (ha)	%
Bosque	10.715,8	1,8
Humedal	2.522,6	0,4
Cuerpo de agua	2.496,7	0,4
Rastrojo	21.248,6	3,5
Cultivos	317.049,1	52,1
Pastos	217.235,5	35,7
Bosque plantado	595,8	0,1
Zona urbana	29.846,8	4,9
Bosque guadua	7.249,9	1,2
TOTAL	608.991,8	100

núcleo de los fragmentos como el área efectiva de los mismos, el tamaño promedio disminuye a 5,7 ha y la mitad tienen área núcleo menor o igual a 1 ha (Figura 5b). De los fragmentos que poseen área núcleo, solo una tercera parte tienen una sola área núcleo, el resto tienen de 2 a 17 áreas núcleo (Figura 5c), es decir que son parches que por su forma dendrítica y tamaño se comportan más como parches separados que como una sola entidad.

Las métricas que evalúan la forma del fragmento haciendo relación entre el perímetro y el área, muestran que más de la mitad de los parches (57%) presentan formas que difieren de un cuadrado perfecto (valores mayores que 1) (Figura 6a). Es por esto que la métrica cociente perímetro/área presenta valores numéricos altos con una mayor frecuencia (Figura 6b), indicando que la mayoría de los fragmentos no tienen formas compactas, aunque los valores hallados para la dimensión fractal muestran que los perímetros corresponden a líneas simples en lugar de formas convolutas (Figura 6c).

Tabla 3. Métricas del paisaje de la cuenca alta del río Cauca, por debajo del 1200 m, calculadas mediante el programa Fragstats v. 3.3.

Métrica	Valor
Número de fragmentos	1.638
Densidad de fragmentos (por km ²)	16,56
Área total (ha) [*]	9.889,29
Área media de los fragmentos (ha)	6,04
Desviación estándar del área de los fragmentos	17,79
Rango de tamaño de los fragmentos	330,03
Área total de núcleo (ha)	4.679,01
Promedio del área de núcleo (ha)	2,86
Desviación estándar del área de núcleo	12,46
Rango del área de núcleo	273,87
Media del índice de proximidad	9,09
Desviación estándar del índice de proximidad	40,88
Rango de índice de proximidad	917,11

[*] Esta área es menor que la estimada en el análisis de las coberturas (Tabla.5), por haber sido filtrada para fragmentos de menos de 4 píxeles (0,36 ha).

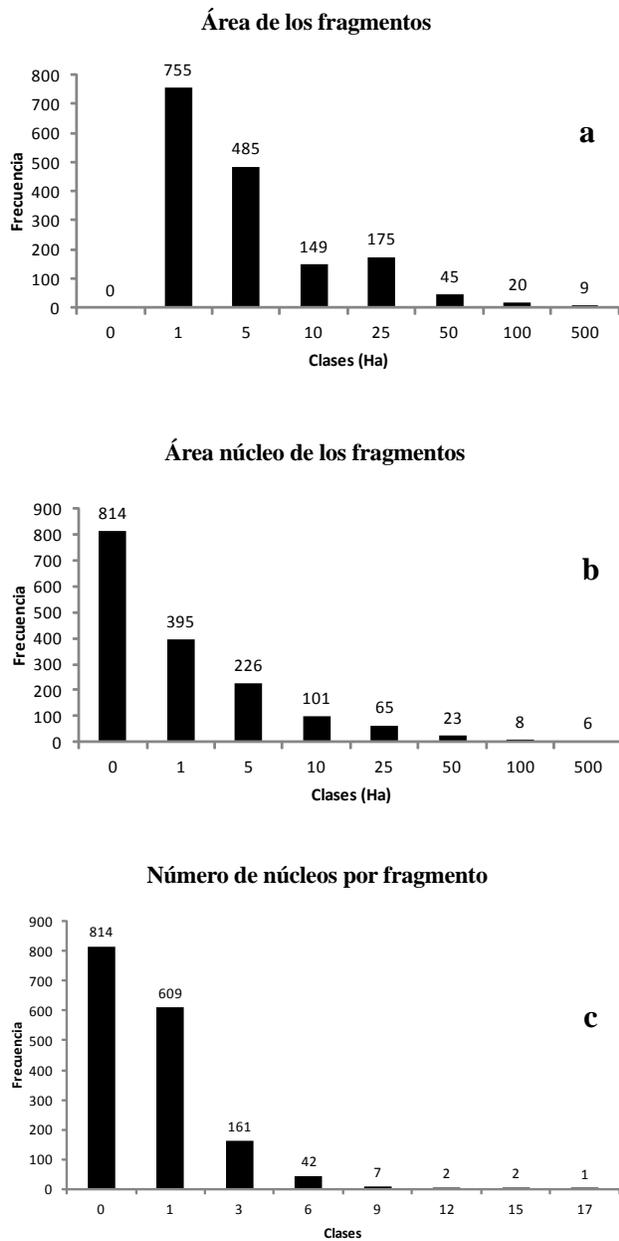


Figura 5. Distribución de frecuencias de los tamaños de los fragmentos, áreas núcleo (borde 50 m) y número de núcleos en la cuenca alta del río Cauca.

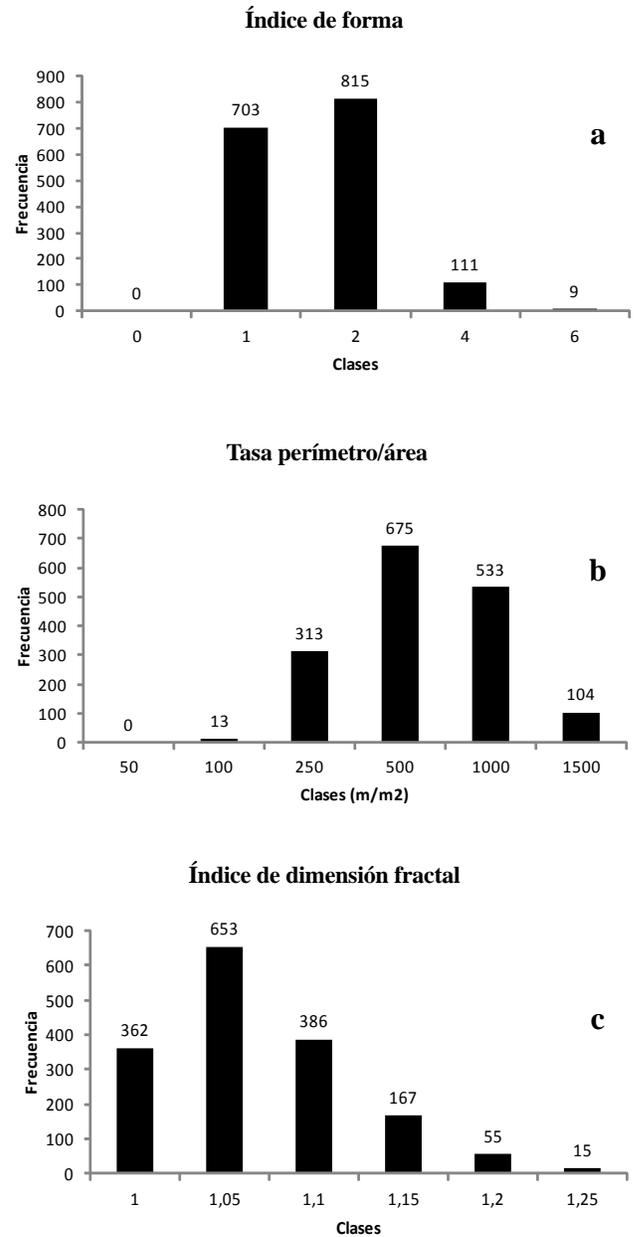


Figura 6. Distribución de frecuencias de los índices de forma de los parches de BsT en la cuenca alta del río Cauca.

La mayoría de los fragmentos se encuentran a grandes distancias entre sí; el 75% de los parches se encuentra a 500 m o más del parche más cercano (Figura 7a). El índice de proximidad, calculado dentro de un rango de 2000 m, osciló entre 0 y 917, con un promedio cercano a 9 (Figura 7b).

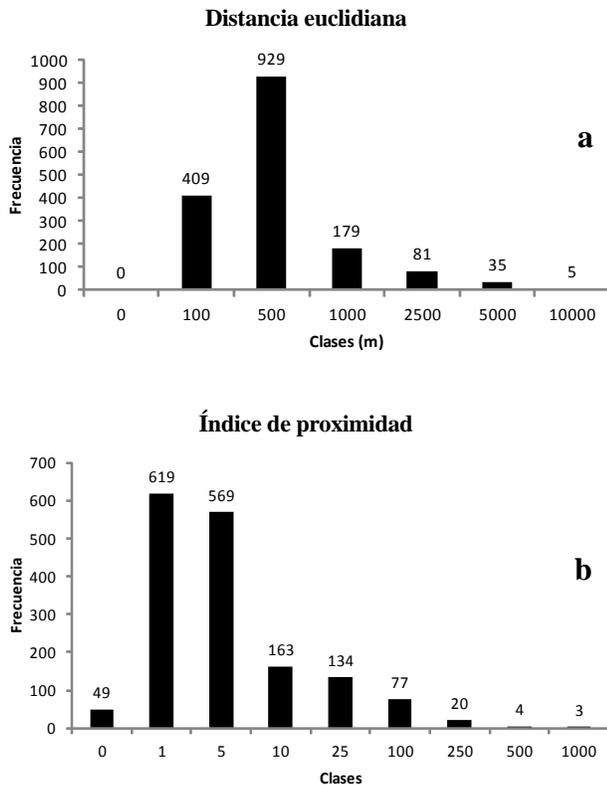


Figura 7. Distribución de frecuencias de los índices de aislamiento de los parches de BsT en la cuenca alta del río Cauca.

Análisis de fragmentos

Al realizar el análisis de las coberturas para el área de amortiguación de cada fragmento se encontró que en general se encuentran rodeados de cultivos o de pasturas (Tabla 4). En promedio sólo el 4,57% de las coberturas dentro de la zona de amortiguación de los fragmentos estudiados corresponde a bosque (Figura 8).

El área de los parches es pequeña, entre 0,92 y 89,84 ha, con un promedio de 16,1 ha, siendo el menor Trapiche

y el mayor El Vínculo (Figura 9). Si se considera un efecto de borde de 50 m, el área núcleo para estos fragmentos está entre 0 ha para Trapiche y 55,6 ha para El Vínculo, con un tamaño promedio de 7,4 ha, lo cual representa entre 0 y 61,9% de la extensión total de cada parche, mostrando un promedio del 31,9% (Figura 9).

Las métricas de forma del fragmento, basadas en la relación perímetro/área, muestran que en general estos fragmentos no se acercan a la forma ideal del círculo. El factor de forma -el cual toma valores entre 0 y 1- para los fragmentos estudiados osciló entre 0,1 y 0,7, con un valor promedio de 0,4 (Figura 10a); los parches de tamaño mediano tendieron a presentar las formas más compactas y cercanas al círculo (Figura 10b). De manera similar, el índice de compactación de forma, cuyo valor mínimo es 12,5 y aumenta a medida que se aleja de la forma de círculo perfecto, varió mucho entre los fragmentos con valores entre 19 y 97 (Figura 11a), tendiendo a presentar valores más cercanos al mínimo en los parches de tamaño mediano (Figura 11b), indicando que estos son de forma más compacta.

A pesar de predominar las formas alargadas, los perímetros de los fragmentos tienden a ser de líneas simples, sin convoluciones, tal como lo muestra la dimensión fractal, que en todos los parches tuvo valores por debajo de 1,5 (Figura 12). El índice de desarrollo de la línea de costa mostró una variación mayor que la dimensión fractal, en un rango entre 1,23 y 2,8 (Figura 13a), con valores más altos para los parches más grandes, reflejando que estos parches tienden a presentar perímetros más complejos (Figura 13b).

Los fragmentos ubicados hacia el norte presentan valores más bajos en el análisis del vecino más cercano, lo que significa que los fragmentos presentan un mayor número de vecinos más próximos que los ubicados en el centro y el sur del valle geográfico. Se encontró una correlación negativa significativa ($r = -0,57$, $p < 0,05$) entre la latitud y ENN (Figura 14). El fragmento Las Chatas presenta los valores más altos tanto para el índice R como para el ENN y muy bajo para PROX, mostrando que es uno de los fragmentos más aislados en toda el área de la cuenca alta del río Cauca. El índice

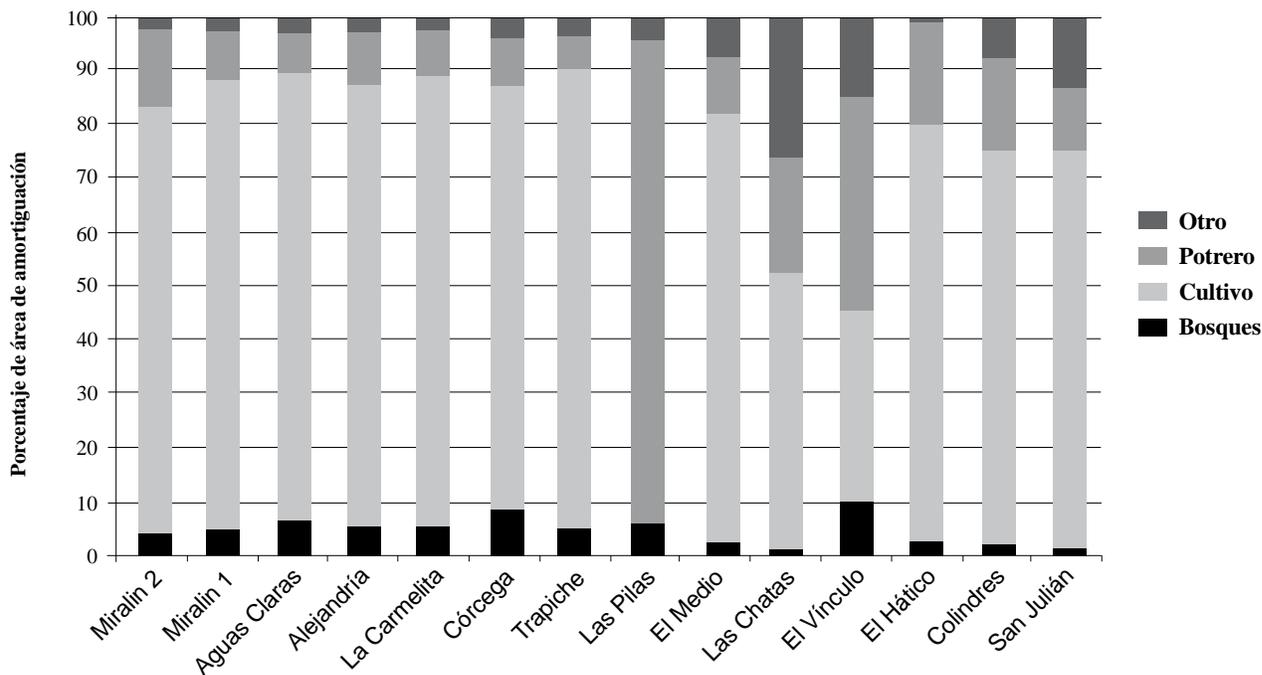


Figura 8. Distribución porcentual de las coberturas bosque, cultivo y potrero en la zona de amortiguación alrededor de los parches de bosque seco. Los bosques en el eje x aparecen según su posición geográfica de norte a sur.

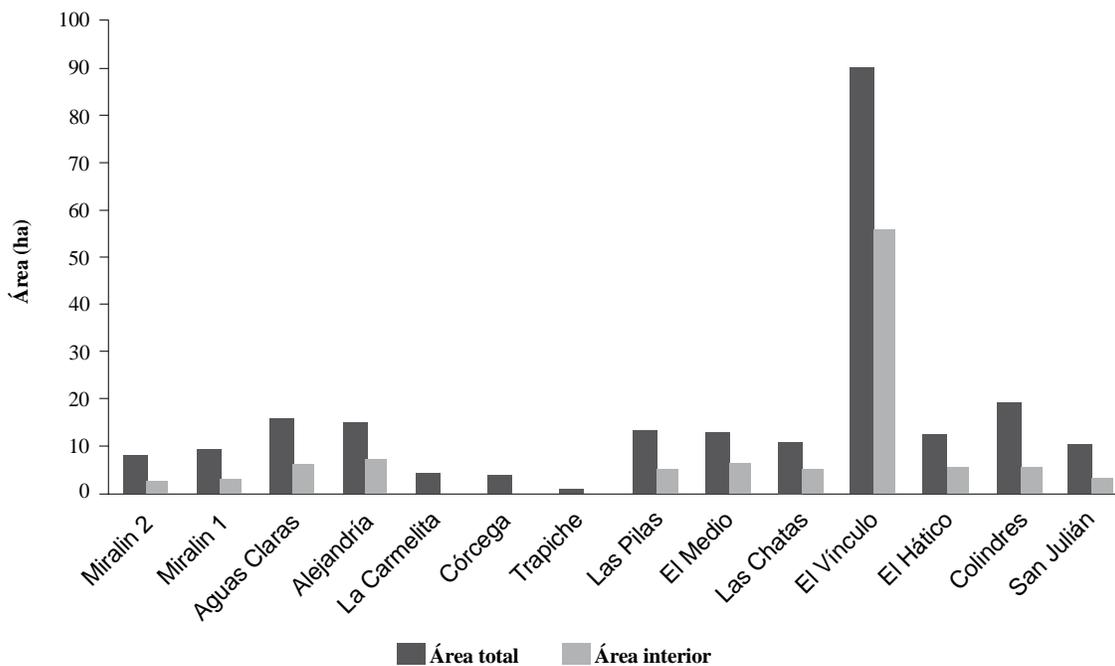


Figura 9. Área total y área interior (área núcleo) de los fragmentos de bosque. Se consideró una distancia al borde de 50 m para definir el área interior.

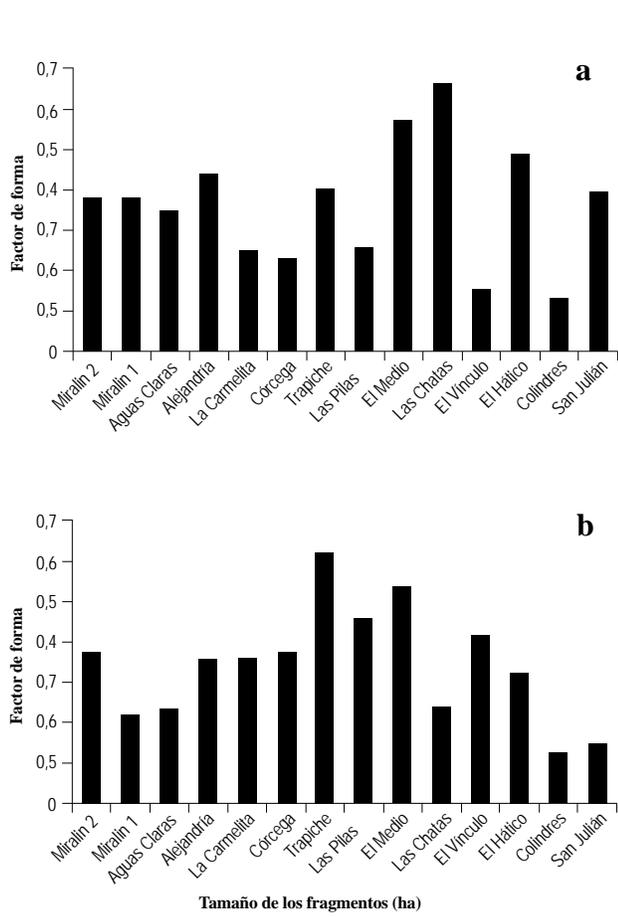


Figura 10. a. Valores del índice factor de forma para los fragmentos estudiados. **b.** Relación entre el factor de forma y el tamaño de los fragmentos.

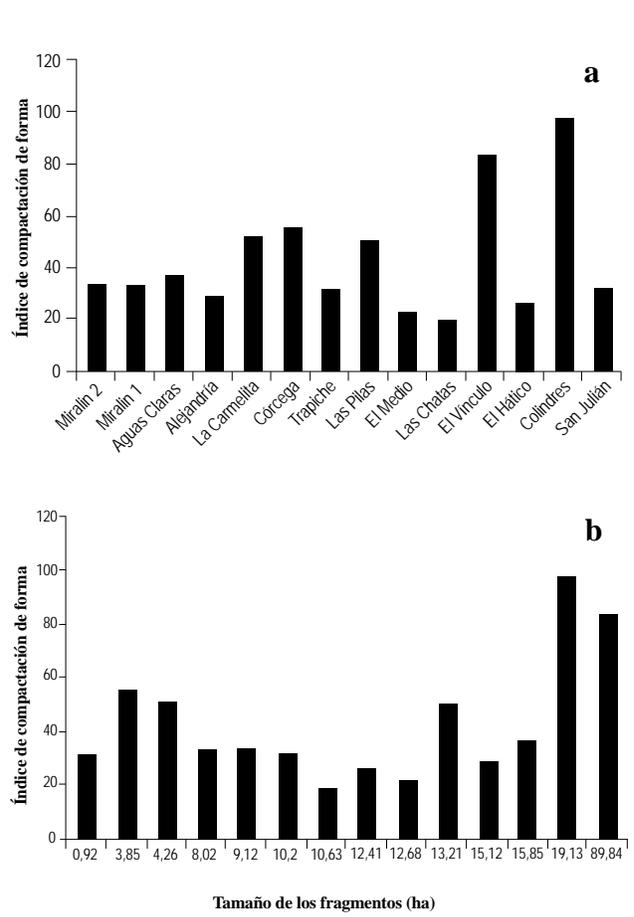


Figura 11. a. Valores del índice de compactación de forma para los fragmentos estudiados. **b.** Relación entre Shape compactness y el tamaño de los fragmentos.

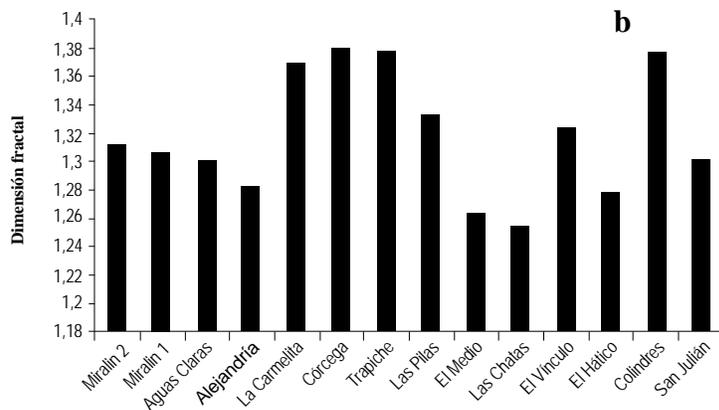


Figura 12. Valores del índice de dimensión fractal para los fragmentos estudiados. El índice toma valores entre 1 y 2.

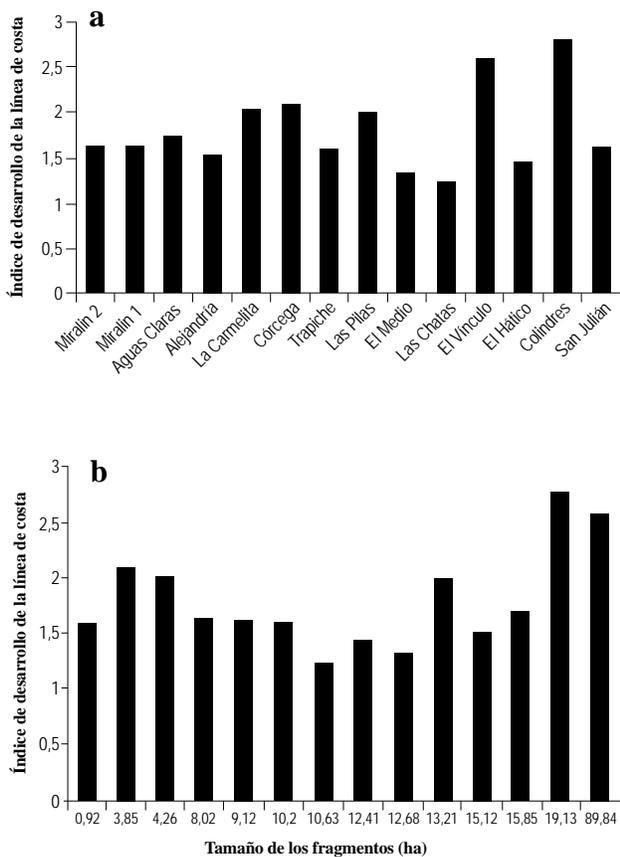


Figura 13. a. Valores del índice de desarrollo de la línea de costa para los fragmentos estudiados. **b.** Relación entre el índice de desarrollo de la línea de costa y el tamaño de los fragmentos.

PROX muestra que hay un número significativo de fragmentos que se encuentran cercanos, calculado para un radio de 2000 m. Estos resultados confirman que la mayor agregación de fragmentos se encuentra cerca de los bosques ubicados al norte del área de estudio.

Discusión

La matriz de paisaje del bosque seco en la cuenca alta del río Cauca está compuesta en su mayoría por coberturas de origen antrópico, como pastos y cultivos, además de zonas urbanas y rastrojos que suman el 96% del área estudiada. Esto refleja el nivel de transformación histórico de esta zona que ha estado dedicada desde tiempo atrás a la actividad económica.

La cobertura de bosque seco está distribuida en un número alto de fragmentos, más de 1600, con áreas menores a las 330 ha. El tamaño promedio de los parches es tan pequeño (6,03 ha) que probablemente se encuentren totalmente afectados por cambios microclimáticos ocasionados por efecto de borde. En la selva amazónica Lovejoy *et al.* (1986) estudiaron los efectos de la fragmentación a medida que el bosque es reemplazado por pastos, determinando que en parches remanentes de 10 ha o menos, todo el parche está afectado por cambios microclimáticos debidos a la creación de bordes. Sólo nueve de los fragmentos

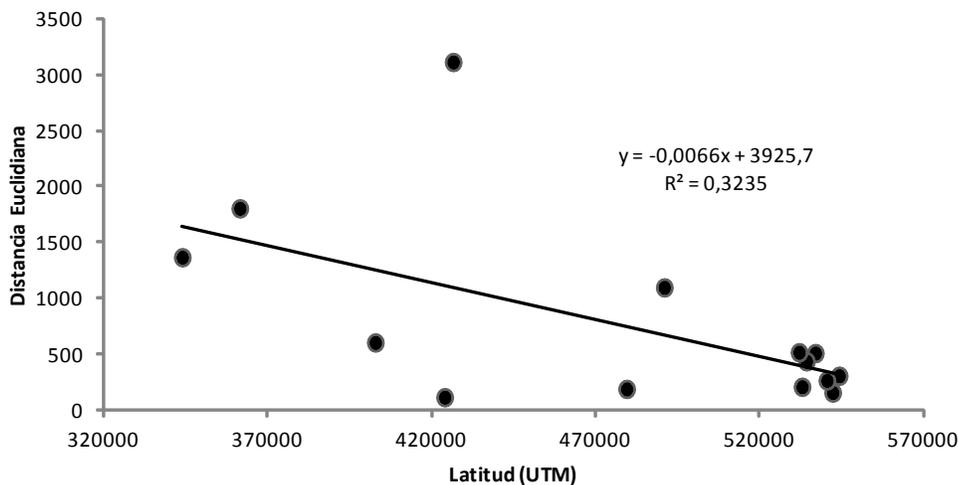


Figura 14. Relación entre la latitud (Northing) y el aislamiento (ENN) de los fragmentos de bosque estudiados.

en la zona de estudio tienen áreas mayores a 100 ha y muchos son de forma dendrítica, conteniendo varias áreas núcleo, de manera que funcionalmente se comportan más como varios parches pequeños que como uno solo grande. Este hecho enfatiza que el nivel de transformación del paisaje es muy alto y que persiste una cobertura muy baja del bosque seco tropical en el valle geográfico del río Cauca. Esta área además se encuentra altamente fragmentada y estos parches se hallan en su mayoría muy separados entre ellos, haciendo que la conectividad entre estas áreas sea muy difícil. El hecho de que la distancia euclidiana entre fragmentos de la misma clase es en promedio de 396,4 m y que el 75% de los fragmentos se encuentran a 500 m o más de distancia del vecino más cercano confirman esta aseveración.

En el sur y centro del área de estudio, donde las labores productivas han sido más intensas y es muy común el extenso monocultivo de caña de azúcar, la fragmentación ha sido más dramática, lo que ha traído como consecuencia la existencia de un gradiente de aumento de aislamiento en sentido sur-norte. Rodeados de matrices muy contrastantes como caña de azúcar o potreros, los parches pequeños y medianos tienen perímetros de líneas simples característicos del proceso de fragmentación por expansión agrícola. Sólo los parches de mayor tamaño, como El Vínculo, los cuales además tienden a ubicarse hacia el piedemonte de las cordilleras, tienen perímetros más complejos con muchas circunvoluciones; esto refleja la topografía del terreno donde se encuentran y el origen de estos parches que probablemente son remanentes y se han conservado para proteger cursos de agua, de allí su forma dendrítica.

En los parches pequeños, la forma determina la tasa perímetro/núcleo (borde-interior). A menor área, mayor es la influencia de factores externos al parche (Saunders *et al.* 1991) de modo que a medida que los bosques son fragmentados, no solo hay pérdida de hábitat sino que la idoneidad del hábitat remanente también es afectada (Rosenberg *et al.* 1999).

El efecto de borde es un factor importante en este paisaje tan fragmentado; la mayoría de los parches tienen formas que no se acercan a las de un círculo o

un cuadrado, lo que idealmente ayudaría a reducir la penetración del efecto. Esto hace que el área de núcleo de estos fragmentos sea en promedio del 14,9% del área total cuando se consideran todos los fragmentos, y de 31% para los 14 fragmentos estudiados.

La pérdida de área por disección de los parches, si bien ha modificado las formas de algunos fragmentos hacia configuraciones más compactas, ha tenido un gran impacto en el área efectiva de los mismos, disminuyendo en algunos casos hasta en la mitad el área núcleo existente. Lo que hace más grave la situación de conservación del bosque seco es el gran aislamiento de los parches y que están rodeados por matrices que difícilmente promueven el movimiento de organismos a través de ellas. Usualmente los parches pequeños son habitados por poblaciones pequeñas de diferentes especies; estas poblaciones tienen la tendencia a mostrar altas tasas de extinción local, relacionadas con una variación genética más baja, efectos demográficos y estocásticos (Gilpin y Soule 1986).

Para las especies con la habilidad de dispersarse entre parches, la inmigración es un factor importante para mantener poblaciones viables. De acuerdo con esto, para disminuir el efecto de borde es necesario cambiar de acercamiento, buscando manejar la matriz para reducir su "severidad". Más aún, los diferentes elementos que rodean a los parches dentro de un mosaico, pueden actuar como fuente de especies, de manera que el intercambio más que unidireccional es difuso y multidireccional (Forman 1999). Dentro de este contexto, además del área y el aislamiento, se debe prestar atención a las variables que influyen en el movimiento de especies a través del paisaje, entre ellas el efecto de borde y el manejo que se hace de la matriz (Knight y Landres 2002).

Estos efectos se hacen muy evidentes estudiando el estado de conservación de especies como el mono aullador (*Allouatta seniculus*) en el valle del río Cauca, donde se han evidenciado problemas de endogamia y extinciones locales en varios de los fragmentos estudiados a causa de la fragmentación y el gran nivel de aislamiento entre parches, que impide su migración y del empobrecimiento de especies fuente de alimento para el mono en los fragmentos remanentes (Gómez-Posada 2006).

Este análisis no permite evaluar la calidad de estos fragmentos, por lo cual sería recomendable evaluar por lo menos los fragmentos de más de 100 ha. La composición florística y el origen de estos fragmentos pueden ser muy importantes en el momento de hacer una caracterización más fina del estado del bosque seco en el valle geográfico. Algunos de estos fragmentos son el producto de crecimiento secundario en un proceso de regeneración natural de cultivos abandonados. Este hecho puede tener profundas implicaciones en el momento de cuantificar el área real remanente del Bosque Seco Tropical en la cuenca alta del río Cauca.

Datos preliminares en arañas estudiadas en El Vínculo sugieren un nivel elevado de heterogeneidad en una matriz de paisajes compuesta de estados sucesionales y un importante reemplazo de especies (diversidad beta) entre las coberturas existentes (Cabra-García *et al.* 2010).

A pesar de la fragmentación, el tamaño pequeño de los parches, el aislamiento, y en algunos casos el origen sucesional secundario, los 14 fragmentos que han sido estudiados tienen en promedio el doble de porcentaje de área interior que el resto de los fragmentos y albergan una sorprendente riqueza de organismos como plantas (CVC 1990), hormigas (*e.g.* Armbrecht y Ulloa-Chacón 1999) y coleópteros estafilínidos (García-Cárdenas *et al.* 2001).

En el caso específico de las hormigas, Armbrecht *et al.* (2001) encontraron que el patrón de diversidad de especies en los fragmentos no es simplemente un subconjunto del grupo regional de especies, sino que cada fragmento preserva un ensamblaje con elementos únicos, de manera que si alguno de estos parches de bosque desapareciera, se perdería con él una fracción importante de la diversidad regional de hormigas. Por lo tanto, es de suma importancia diseñar estrategias que permitan la viabilidad de dichos fragmentos y las poblaciones que contienen a largo plazo.

Dado el alto grado de aislamiento de los fragmentos, pensar en un proyecto de reconexión de los mismos no sería factible. Sin embargo existen en el paisaje

otros elementos de cobertura arbórea, como guaduales y bosques riparios, cuya contribución a la riqueza total de especies debería ser evaluada con el fin de diseñar una estrategia de conservación que los involucre; así como también prácticas de manejo de la matriz, de manera que se incentive el movimiento de organismos entre los elementos del paisaje que proporcionan hábitat para las especies residentes.

Agradecimientos

Al Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt que cofinanció este proyecto a través del contrato de consultoría No. 192, con la Universidad del Valle.

A la Fundación EcoAndina, en particular a la bióloga Carolina Gómez por su ayuda en la consecución de las fotografías de San Julián. A los biólogos Fabio Lozano y María Paulina Quintero por su ayuda en la consecución de las demás fotografías aéreas.

Literatura citada

- Álvarez, M., F. Escobar, F. Gast, H. Mendoza, A. Repizzo y H. Villareal. 1998. Bosque seco Tropical. Pp 56-72. *En:* Chavés, M. E. y N. Arango (eds). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997. Colombia. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia, 3 Vol.
- Armbrecht, I. 1995. Comparación de la mirmecofauna en fragmentos boscosos del valle geográfico del río Cauca, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología Universidad del Valle* 3(2): 1-14.
- Armbrecht, I. y P. Ulloa-Chacón. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica* 31: 646-653.
- Armbrecht, I., I. Tischer y P. Chacón. 2001. Nested subsets and partition patterns in ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of Colombian dry forest fragments. *Pan-Pacific Entomologist* 77(3): 196-209.
- Armbrecht, I. y P. Ulloa-Chacón. 2003. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. *Environmental Entomology* 32(3): 542-547.
- Cabra-García, J., P. Chacón y C. Valderrama. 2010. Additive partitioning of spider diversity in a fragmented

- tropical dry forest (Valle del Cauca, Colombia). *Journal of Arachnology* 38: 192-205.
- CVC. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 1990. Comparación de la cobertura de bosques y humedales entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas del valle geográfico del río Cauca. Informe. Cali. 49 pp.
- CVC e IAvH. 2004. Plan de Acción en Biodiversidad del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Cali, Valle, 165 pp.
- Didham, R. K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. Pp: 55-10. *En:* Laurance, W.F y R. O. Bierregaard (eds.). *Tropical Forest remnants : Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. Chicago.
- Forman, R. T. T. 1999. *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 632 pp.
- García-Cárdenas, R., I. Armbrecht y P. Ulloa-Chacón. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): Composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*. 40 (1): 1-10.
- Gilpin, M. E. y M. E. Soule. 1986. Minimum viable populations: Processes of species extinction. Chapter 2. Pp: 19-34. *En:* Soulé, M.E. (Ed.). *Conservation Biology. The Science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates publishers, Sunderland, Massachusetts.
- Gómez-Posada, C. 2006. Biología y estado de conservación. Pp: 15-39. *En:* Valderrama, C. y G. Kattan (eds.). 2006. Plan de manejo del mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) en la región del Sirap-Eje Cafetero y Valle del Cauca. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación EcoAndina/WCS Colombia. Bogotá, D. C. - Colombia.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica, 206 pp.
- Janzen, D. 1988. Tropical Dry Forest: The most threatened major tropical ecosystem. Pp: 130-137. *En:* Wilson, E.O. y F.M. Peters. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington.
- Knight, R. L. y P. Landres. 2002. Capítulo 2. Central concepts and Issues of Biological Conservation. *En:* Gutzwiller, K.J. (Ed). *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*. Springer Verlag, New York, USA.
- Lovejoy, T. E., R. O. Bierregaard, Jr., A. B. Rylands, J. R. Malcom, C. E. Quintela, L. H. Harper, K. S. Brown, Jr., A. H. Powell, G. V. N. Powell, H. O. R. Schubart y M. B. Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Chapter 12. Pp: 257-285. *En:* Soulé, M.E. (Ed.). *Conservation Biology. The Science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates publishers, Sunderland, Massachusetts.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel y E. Ene. 2002. Fragstats Ver. 3.3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. (<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>)
- Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos y J. E. Gordon. 2006. A Global Overview of the conservation Status of Tropical Dry Forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.
- Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- Patiño, V. M. 1975. *Historia de la vegetación natural y sus componentes en la América equinoccial*. Primera edición. Imprenta Departamental, Cali, Colombia, 430 pp.
- Ramírez, M., P. Chacón de Ulloa, I. Armbrecht y Z. Calle. 2001. Contribución al conocimiento de las interacciones entre plantas, hormigas y homópteros en bosques secos de Colombia. *Caldasia* 23 (2): 523-536.
- Robinson, M. C. 2000. *Landscape Analyst Extension for ArcView*. Computer program extension. University of New Haven.
- Rosenberg, K. V., J. D. Lowe y A. A. Dhondt. 1999. Effects of forest fragmentation on breeding tanagers: A continental perspective. *Conservation Biology* 13 (3): 568-583.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs y C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A Review. *Conservation Biology* 5 (1):18-32.
- Velasco, L. M. 1982. *Historia del hábitat vallecaucano 1536-1982*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC, Cali, Colombia. 105 pp.

Angela María Arcila Cardona
Corporación Colombiana de Investigación
Agropecuaria (Corpoica), Estación Experimental
Caribia, Zona Bananera, Magdalena, Colombia.
aarcila@corpoica.org.co

Carlos Valderrama Ardila
Departamento de Ciencias, Universidad ICESI
Cali, Valle, Colombia.
cvalderrama@icesi.edu.co

Patricia Chacón de Ulloa
Departamento de Biología, Universidad del Valle
Cali, Colombia
patricia.chacon@correounivalle.edu.co

Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del
río Cauca, Colombia

Recibido: 29 de mayo de 2012
Aprobado: 30 de octubre de 2012

Guía para autores

(ver también: www.siac.co/biota/)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(see also: www.siac.co/biota/)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicates:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40

pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).

- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec⁻¹.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53''N-56°28'53''O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.
- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periodss, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Presentación - <i>Brigitte L.G. Baptiste, Carlos A. Lasso y Wilson Ramírez</i>	1
Prólogo / Preface - <i>Toby Pennington</i>	3
Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano) - <i>Gina M. Rodríguez M., Karina Banda-R., Sandra Paola Reyes B. y Ana Cristina Estupiñán</i>	7
Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia - <i>Janice Valencia-Duarte, Ledy N. Trujillo Ortiz y Orlando Vargas Ríos</i>	40
Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia - <i>Alba Marina Torres G., Juan Bautista Adarve, Mariana Cárdenas, Jhon Alexander Vargas, Viviana Londoño, Katherine Rivera, Johan Home, Olga Lucía Duque y Ángela María González</i>	66
Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia - <i>Angela María Arcila Cardona, Carlos Valderrama Ardila y Patricia Chacón de Ulloa</i>	86
Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual - <i>William Vargas</i>	102
Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque seco Tropical (Bs-T) de la cuenca alta del río Cauca, Colombia - <i>Patricia Chacón de Ulloa, Ana Milena Osorio-García, Rafael Achury y Christian Bermúdez-Rivas</i>	165
Anfibios de los enclaves secos en la ecorregión de La Tatacoa, alto Magdalena, Colombia - <i>Andrés R. Acosta-Galvis</i>	182
Anfibios de los enclaves secos del área de influencia de los Montes de María y la Ciénaga de La Caimanera, departamento de Sucre, Colombia - <i>Andrés R. Acosta-Galvis</i>	211
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. (Fabaceae: Leguminosae), una especie exótica con potencial invasivo en los bosques secos de la isla de Providencia (Colombia) - <i>René López Camacho, Roy González-M. y Marcela Cano</i>	232
Nota breve. Registro de caracol africano gigante <i>Achatina fulica</i> (Bowdich 1822) (Mollusca: Gastropoda-Achatinidae) en Sincelejo, costa Caribe de Colombia - <i>Alejandro De La Ossa-Lacayo, Jaime De La Ossa V. y Carlos A. Lasso</i>	248
Guía para autores	254

