

# Biodiversidad

VOL.: 3/ NÚM. 1/ JULIO 2018

# EN LA PRÁCTICA

Documentos de trabajo del Instituto Humboldt

ISSN digital 2619-3124

## Anotaciones al estado, uso y gestión de la langostilla roja *Procambarus clarkii*, especie invasora en la laguna de Fúquene

- Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades
- Visión integral para la gestión de las áreas protegidas urbanas en Colombia
- La integración de la información de sensores remotos con los modelos de distribución de especies para el monitoreo de la biodiversidad. Caso de estudio de *Zamia amazonum* y *Zamia chigua*



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt

## CONTENIDO



**Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades.**

Clarita Bustamante Zamudio y Laura Rojas-Salazar.

Página 1



**Anotaciones al estado, uso y gestión de la langostilla roja *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii*, especie invasora en la laguna de Fúquene (Cundinamarca, Colombia)**

Yécsika Pachón Patiño y Mauricio Valderrama Barco.

Página 29



**Visión integral para la gestión de las áreas protegidas urbanas en Colombia**

Juliana Montoya, Diana Marcela Ruiz, Germán Andrade, Clara Matallana, Jhonatan Julián Díaz Timoté, Juan Azcárate y Alexandra Areiza.

Página 52



**Integrando la información de sensores remotos con modelos de distribución de especies para el monitoreo de la biodiversidad. Caso de estudio para las especies *Zamia amazonum* y *Zamia chigua***

María Helena Olaya-Rodríguez, Jorge Velásquez-Tibatá y Lina María Estupiñán-Suárez.

Página 74

Esta es una revista semestral, editada en Bogotá-Colombia, por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

### Editor

Germán Ignacio Andrade Pérez

### Coordinación y asistencia editorial

Ana Marcela Hernández Calderón

### Corrección de estilo

Ana Marcela Hernández Calderón

### Diagramación

Julián Güiza Cubides y David González

### Foto portada

Yécsika Pachón

### Revisión traducciones

Cristina Rueda Uribe

### Divulgación

Oficina de Comunicaciones

### Información

Instituto Alexander von Humboldt

Unidad de Integración Científica

Subdirección de Investigaciones

Av. Paseo Bolívar (Circunvalar) # 16-20

Teléfono: (1) 320 2767 Ext. 1145

<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/about>



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE  
RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER  
VON HUMBOLDT

### Directora general

Brigitte L. G. Baptiste Ballera

### Subdirector de investigaciones

Hernando García Martínez

### Jefe Oficina de Comunicaciones

María Cristina Ruiz González

### Líder de la Unidad de Integración Científica

María Fernanda Gómez

### Editora Instituto Humboldt

Ana María Rueda García



## Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades

### RESUMEN

El ganado bovino tiene relaciones complejas con los paisajes en que se establece y con sus diferentes componentes, reflejando no solo las lógicas económicas de la producción pecuaria sino las interacciones ecológicas, e importantes valores culturales como se presentará en este escrito. Los paisajes ganaderos son la expresión de interacciones entre el medio natural y las actividades humanas que involucran a los bovinos y a una gran diversidad de cultivos asociados, áreas naturales y diversos tipos de vínculos sociales de uso y apropiación simbólica de la base biofísica, los cuales terminan conformando múltiples entornos que cambian en el tiempo y el espacio y, son controlados por factores diferentes, pero altamente relacionados.

Este documento retoma los aportes e investigaciones de varios autores que han estudiado el efecto de la ganadería bovina en diferentes paisajes de Colombia y han apuntado a hacer manifiesta no solo la importancia de esta especie en la configuración de los paisajes en todas las regiones del país, sino también en la idiosincrasia de quienes lo habitan. Apoyándose en este marco, se enuncian oportunidades y desafíos de este importante renglón frente a la sostenibilidad, la equidad y la paz, como parte de la gestión de los servicios ecosistémicos.

**Palabras clave:** Ganadería. Cambios en el paisaje. Oportunidades. Historia. Regiones colombianas.

### ABSTRACT

Cattle have complex relations with the landscapes in which it is established and with its different components, reflecting not only the economic logic of livestock production but also ecological interactions and important cultural values. Livestock landscapes are the expression of interactions between the natural environment and human activities that involve not only cattle but also a great diversity of associated crops, natural areas and several types of social webs of use and symbolic appropriation of the biophysical base which end up

**RESUMEN** conforming multiple environments that change over time and space and are controlled by different but highly related features.

**PALABRAS CLAVE**

**ABSTRACT** This document takes the contributions and research of several authors who have investigated the effect of cattle in different landscapes of Colombia seeking make manifest the importance of this specie in the configuration not only of landscapes

**KEY WORDS**

**INTRODUCCIÓN**

in all regions in the country, but also of the idiosyncrasy of those who habit it. We support us in this framework to present challenges and opportunities of livestock breeding in the face of sustainability, equity and peace as a part of ecosystem services management.

**DESARROLLO**

**RECOMENDACIONES**

**AGRADECIMIENTOS**

**Key words:** Livestock. Landscape changes. Opportunity. History. Colombian regions.

**REFERENCIAS**

**SOBRE LOS AUTORES**

## INTRODUCCIÓN

La domesticación de animales se inició hace unos 12.000 años. De las aproximadamente 40.000 especies de vertebrados en el planeta, 40 fueron exitosamente adoptadas por diferentes culturas humanas y domesticadas. Hoy en día, de estas, solamente 14 especies aportan el 90 % de la producción ganadera mundial (European Commission *et al.* 2001), 6 especies de bovinos se reconocen como domesticadas actualmente<sup>1</sup>.

Los paisajes intervenidos por la ganadería bovina son difíciles de diferenciar formalmente en su dimensión espacial, pues no tienen una dinámica regular, se transforman en el tiempo debido a diversos factores y varían en función de complejas y numerosas formas de decisión. Las transformaciones en las unidades de paisaje se expresan como resultado de cambios de composición (cobertura del suelo), cambios de las configuraciones (geométricos y/o topológicos) o cambios contextuales (Gaucherel *et al.* 2012), por tanto no hay una configuración única del paisaje ganadero.

Varios autores resaltan cómo el ganado ha contribuido históricamente a la construcción social de la ruralidad, los sentidos de arraigo y la configuración de los paisajes (Baptiste 2008, Van Ausdal 2008, Etter 2015, Rivera 2014, Botero *et al.* 2000, De la Ossa y Botero 2013, Anton Burgos 2000, Romero 1994, Etter 2013). Es así como el ganado bovino, como parte de un sistema de manejo del paisaje, asocia elementos constitutivos de:

- Las formas de uso la tierra y la economía local, implicando un vínculo con prácticas tradicionales ligadas al carácter paisajístico que tienen asociaciones simbólicas locales (Roe 2013).
- Las formas de uso la tierra y la economía regional y nacional (aporte al PIB).

<sup>1</sup> Los bovinos salvajes son bóvidos pertenecientes a la tribu de los Bovidae. Hay 12 especies en 4 géneros. La vaca doméstica descende de un grupo de razas de Aurochs, *Bos primigenius*, hoy desaparecidos. Los Aurochs, de los cuales el último espécimen murió en un parque polaco en 1627 (Alberio 1997). Las especies domésticas actualmente son: *Bos taurus*, *Bos indicus*, *Bibos banteg* (vaca de Bali), *Bibos frontalis*, *Poephagus grunniensis* (yak doméstico), *Buballus bubalis* (búfalo doméstico), Payne (1991) en Alberio, (1997).

- Sistemas de restauración de los paisajes (Derner *et al.* 2009, Elti 2017, Evans, Yarwood 1995).
- Estrategias de apropiación y acumulación material no productiva de la tierra a través de pastos y/o ganadería bovina, que en general no constituyen un medio de vida, dado que los productos pecuarios son accesorios o paralelos a esa economía.

Para comprender la complejidad de la transformación de los paisajes ganaderos bovinos es necesario centrarse en la interacción entre estos y los procesos y actividades unidas a la tenencia de animales que los han moldeado (Antrop 1998). En consecuencia, el análisis de la transformación del paisaje por ganadería bovina debe tener en cuenta los vínculos entre los patrones y procesos y, debe llevarse a cabo con un enfoque multidisciplinario desde las ciencias sociales y naturales.

No existe, por lo tanto, un solo tipo de transformación socioecológica que se derive de la ganadería en el sentido amplio, sino varios. Como lo expresa Van Ausdal (2008):

La ganadería en Colombia es más rica y diversa de lo que comúnmente se piensa; en términos geográficos, el ganado habita desde el páramo hasta la Guajira, desde los pastos de tierra fría hasta el recientemente desmontado bosque tropical, desde las agudas pendientes hasta las amplias sabanas naturales y, en términos sociales... También ha existido una diversidad de tipos productivos de ganadería de cría, levante y engorde; de producción de carne, lechería especializada, lechería tropical, doble propósito y reproducción selectiva o de raza pura, para tracción, producción de abono, como forma de ahorro (engorde de lotes-mercado especulativo de tierras) e incluso para acaparar tierras... La historia y el carácter del país están de muchas formas vinculados con la ganadería. Para entender mejor el legado de este sector en el país, debemos reconocer esta variedad y ubicuidad.

Desde el punto de vista de la influencia en la composición y estructura de los ecosistemas, los bovinos seleccionan naturalmente las plantas en un bosque, un rastrojo o un pastizal, comiendo las preferidas e ignorando las otras (Van Soest 1996), lo que da como resultado patrones diferenciales de uso y presencia de especies en el territorio. En el paisaje se pueden reconocer equilibrios múltiples, lo que se relaciona con la capacidad de los ecosistemas de regresar a un tipo de comunidad diferente después de la perturbación, dependiendo del tipo e intensidad de esta y de las condiciones del sistema de perturbación previa (Mayer y Rietkerk 2004).

Estos equilibrios generan ecosistemas o paisajes emergentes en los que es posible evidenciar diferencias en la composición y en la abundancia relativa de especies, además de presencia de especies que podían no existir previamente dentro de un bioma dado. Esto implica la capacidad que tiene la ganadería bovina de cambiar el funcionamiento de las matrices de ecosistemas en que se establece, resultado de la respuesta biótica a las condiciones generadas por nuevos elementos bióticos y cam-

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	bios en las condiciones abióticas inducidas (por ejemplo, degradación de la tierra, enriquecimiento de fertilidad del suelo, introducción de especies) (Hobbs <i>et al.</i> 2006).
PALABRAS CLAVE	
ABSTRACT	Para el caso colombiano, tal como lo ha expresado Denevan (1992) en su escrito <i>The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492</i> en el tema de análisis de las transformaciones de los paisajes por ganadería bovina, habría que partir de superar el imaginario de una América preeuropea prístina, poco poblada y marginalmente transformada en sus aspectos ecológicos. En realidad, se puede estimar que los niveles generales de transformación eran del orden de un 45 % para los bosques secos y zonas de arbustales del Caribe, y de un 10 % para el resto de los bosques de las tierras bajas; en la región Andina, un 25 a 30 % de los Andes cafeteros (1000-2000 m s.n.m.), y de un 20 % para los Andes altos (> 2000 m s.n.m.) en la Colombia prehispanica (Etter 2015)
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
DESARROLLO	
RECOMENDACIONES	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	La expansión de la ganadería se ha llevado a cabo en un territorio previamente transformado y su ampliación sobre los ecosistemas de bosques en América Latina ha sido impulsada en muchos casos por incentivos situados fuera de la economía ganadera, así como por la demanda por el crecimiento del mercado doméstico y de exportación, y por las ventajas adaptativas del ganado bovino como especie (Van Ausdal 2008). Solo a partir de mediados del siglo XIX, la ganadería bovina se convirtió en uno de los principales motores de cambio del paisaje en América Latina (Van Ausdal y Wilcox 2013). En Colombia durante la primera parte del período colonial (1600 a 1700) se consolidó la ocupación del territorio mediante el establecimiento de haciendas y resguardos, la estabilización de la población y la expansión de la ganadería. Para el segundo período colonial (1701 a 1800) empezó de nuevo un proceso de expansión de la huella humana como resultado de la recomposición demográfica, la consolidación de la ganadería y el establecimiento de la hacienda de trapiche, así como de cambios políticos, debido a la transición a la época borbónica (Etter 2015). Sin embargo, como lo señala Van Ausdal (2008), esta transformación no involucró grandes procesos de deforestación sino hasta después de 1950 y se concentró principalmente en cuatro regiones del país:

...para mediados del siglo XIX el ganado vacuno poblaba una gran variedad de medios, desde los páramos hasta la árida península de la Guajira. Sin embargo, en general los hatos de ganado bovino estaban más bien circunscritos geográficamente a cuatro centros de producción –el altiplano cundiboyacense, el valle del alto Magdalena, el valle del alto río Cauca, y porciones del interior de la costa Caribe– contenían aproximadamente dos terceras partes del hato nacional; estos cuatro centros tenían en común que eran áreas de pasto relativamente grandes. En los valles altos de los ríos Magdalena y Cauca, factores climáticos y edáficos resultaron en sabanas naturales que alternaban con áreas de bosque seco tropical. En el interior de las planicies de la costa Caribe, las condiciones del suelo, una historia previa de tumba de bosques por parte de los indígenas, e inundaciones anuales crearon una serie de sabanas temporales y semitemporales que conformaron la cuna de la ganadería vacuna en esta región. Sin embargo, la mayoría de estas tierras estaban cubiertas de bosque seco tropical que se volvía cada vez más húmedo, denso y alto hacia

el occidente y el sur a medida que el promedio anual de precipitación aumentaba y la severidad de la sequía del verano descendía. El único centro de ganadería que no estaba basado en sabanas naturales era el altiplano cundiboyacense. En esta región de valles planos de aluvión y tierras onduladas, la población indígena –la más grande del país al momento de la conquista– había tumbado gran parte de la cubierta boscosa nativa para la agricultura.

El impacto de la expansión ganadera entre los años 1850 y 1950 recayó especialmente en el bioma de bosque seco tropical; después de 1950 se amplió al bosque húmedo tropical (véase línea de tiempo Figura 3). Sin embargo, la ganadería ha tendido a permanecer concentrada en praderas naturales (Van Ausdal y Wilcox 2013). Así, en la región orinoquense la ganadería se ha llevado a cabo desde 1555 con base en la oferta natural de pastos de la sabana inundable (Peñuela y Fernández 2010 citado en Palacios Lozano 2014) y la altillanura (Etter 2015). En las sabanas del Caribe se ha logrado un nivel especializado de organización en el manejo de la oferta biofísica que se basa en la interpretación de señales climáticas-ecológicas y en el conocimiento de la etología vacuna. Esta adaptación histórica permite descifrar y predecir las interacciones genético-ambientales del animal en el playón, la sabana o la planicie aluvial por donde transita el ganado en las diferentes épocas del año (Botero 2010).

Según Etter (2015) en la introducción del documento *Las transformaciones del uso de la tierra y de los ecosistemas durante el período de la colonia de Colombia*, en los 3 primeros siglos luego de la Colonización española, la tasa de crecimiento del rebaño ganadero bovino alcanzó un promedio del 73 % entre 1500 y 1800 y, para los últimos 200 años, hubo un crecimiento exponencial cercano al 91 % interanual, que obedeció a un cambio del paisaje ganadero y el uso de pastos introducidos.

La ganadería se expandió en buena medida gracias a sus ventajas frente a la agricultura: criar ganado era más fácil y menos riesgoso. Mientras que las sequías y las inundaciones eran un problema para la agricultura, pues requerían de obras de riego o control de inundaciones, la ganadería podía beneficiarse y, de hecho, lo hizo de estos ritmos estacionales. Además esta actividad tenía economías de escala a diferencia de la agricultura, hasta el advenimiento de la mecanización a finales de la década de los cuarenta (Leal y Van Ausdal 2014).

La ganadería bovina se incluye tanto en sistemas campesinos, como en los empresariales y de grandes terratenientes. Colombia tiene 494.402 predios ganaderos, de acuerdo con el inventario del año 2016 (Figura 1). Según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA 2016), del total de predios registrados, 401.723 pertenecen a ganaderos que tienen entre 1 a 50 cabezas de bovinos, lo que representa más del 80% del inventario nacional, si se considera el rango de “pequeños ganaderos” del país. Además, hay 47.464 predios que pertenecen a productores que tienen de 51 a 100 cabezas de bovinos; 39.982 predios con 101 a 500 cabezas y 5233 predios que poseen más de 501 animales (ICA 2016). Esta distribución del hato ganadero sugiere una estructura social específica asociada a esta actividad.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES



Figura 1. Evolución del inventario ganadero en Colombia. Fuente: elaboración propia con datos de: 1540 a 1800: Etter (2015); 1918 y 1938: Van Ausdal (2008); 1950 a 2000: ciclos ganaderos en Colombia, Pérez (2004); 2001-2012: análisis del inventario ganadero colombiano para el año 2013: comportamiento y variables explicativas, Fedegan (2013); 2014: vacunación de aftosa, Fedegan (2014); cifras año 2016 y 2017, Censo ICA. Diferencias fuertes en las cifras 2000-2001 pueden deberse a la fuente de información consultada.

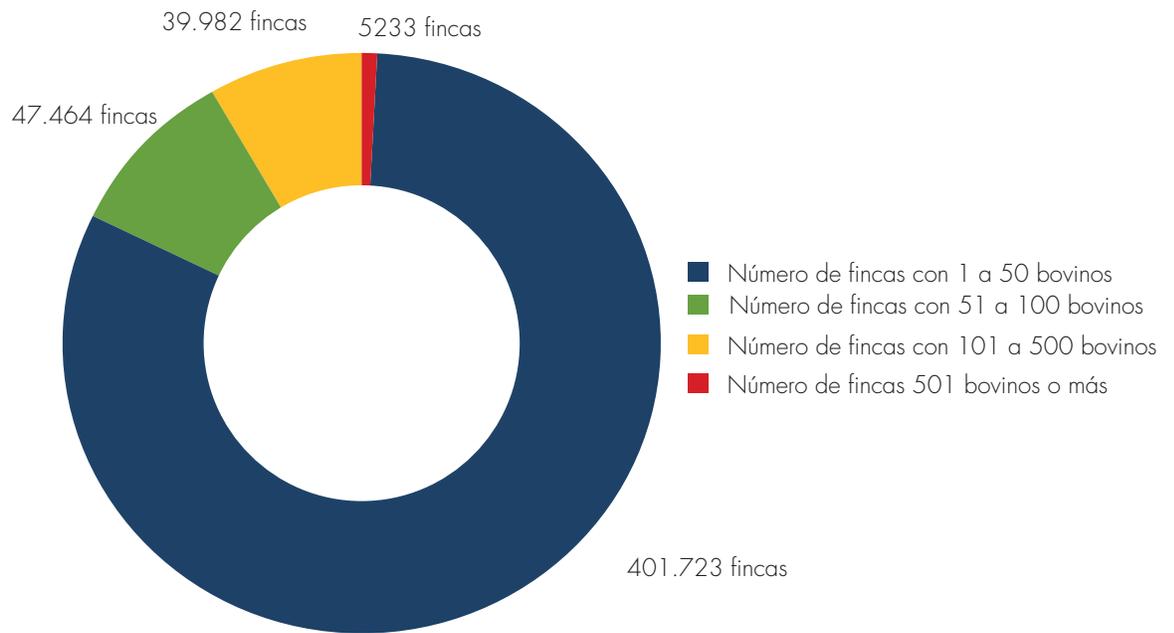


Figura 2. Proporción de predios ganaderos según número de bovinos.

Los sistemas de producción ganaderos se estructuran a partir de las actividades sociales y de los procesos productivos que se definen de acuerdo con la disponibilidad de recursos, patrones de producción, productividad e ingresos. La división del subsector ganadero en sistemas productivos se justifica por la existencia de diferencias importantes tanto en el uso de los recursos disponibles, la tecnología aplicada, los productos (bienes y servicios) generados y sus usos. Así, el perfil de la empresa ganadera está conformada por el territorio (los predios), el proceso productivo y el productor (el ganadero) (Moreno 2009), lo que supera ampliamente una tipología simple que solo distingue entre ganadería intensiva y extensiva considerando solamente la carga animal y el tipo de organización económica. Como ejemplo de factores que pueden permitir identificar y diferenciar tipologías de sistemas productivos se describen dos sistemas productivos “tipo”.

Tabla 1. Subsectores dentro de la ganadería bovina, ejemplo para la Orinoquia colombiana.

Criterio	Descripción	
	Sistema productivo 1	Sistema productivo 2
Oferta ambiental territorio	Altillanura levemente disectada, clima cálido semihúmedo, 2000 mm precipitación, suelos oxisoles, mosaico de pastos introducidos y seminaturales, presencia de bosques de galería y matas de monte, presencia de quebradas y “tembladales”.	Piedemonte depositacional, clima cálido húmedo, 4000 mm precipitación, suelos oxisoles, mosaico de pastos introducidos y seminaturales, presencia de bosque (BHT) mediano denso y riparios, presencia de quebradas y nacimientos.
Carga animal / Capacidad de carga	0,5 UGG/ha 1 UGG/ha	1 UGG/ha 3 UGG/ha
Aplicación de lineamientos de gestión ambiental	Quema controlada para la protección de bosques de galería	Recuperación de suelos degradados BP Agrícolas BP Ganaderas BP Veterinarias
Tecnología utilizada	Ganadería semiextensiva, pastoreo rotacional, quema dos veces al año, acceso directo a fuentes de agua	Ganadería semiextensiva, pastoreo rotacional, bebederos y saladeros Control químico de plagas Renovación mecánica de praderas
Paisajes relacionados	Piedemonte en pastos introducidos para la etapa de levante y ceba	Altillanura en mosaico de pastos introducidos y seminaturales para la etapa de cría
Tipo de ganadero	Propietario o tenedor de buena fe	Propietario
Tipo de ganadería	Cría	Levante y ceba
Productos generados	Terneros, leche	Novillos
Tamaño del predio	1000-5000 ha	100-500 ha
Conflicto ambiental	Competencia por recurso hídrico con cultivos semestrales Contaminación de fuentes superficiales por vertimientos difusos	Erosión Pérdida de biodiversidad Praderas degradadas

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	La ganadería bovina es señalada frecuentemente como una de las causas del deterioro ambiental global y de destrucción de los ecosistemas; sin embargo, las transformaciones de los paisajes en que se desarrollan son diversas en su carácter y alcance. La
PALABRAS CLAVE	detección de los cambios y de la persistencia de los mismos debe basarse en estudios de caso regionales y en análisis espaciales y temporales, solo así se puede dar cuenta de las principales variaciones en la frecuencia y magnitud de la transformación (Nüsser 2001).
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
DESARROLLO	Es evidente que la ganadería ha sido determinante en la transformación de coberturas en todas las regiones del país, con excepción de algunas zonas de la región orinoquense en las cuales esta actividad se ha estructurado sobre la oferta natural de pastos de la sabana inundable (Peñuela y Fernández 2010 citado en Palacios Lozano 2014) y de la altillanura (Etter 2015), con muy poca alteración de las condiciones naturales (Peñuela y Fernández 2010 citado en Palacios Lozano 2014) o con alteraciones dentro del régimen de funcionamiento normal del sistema ecológico (Andrade G. conv. Pers.). No obstante, en los últimos años este sistema de ganadería extensiva, con bovinos criollos adaptados a las condiciones climáticas extremas de la región orinoquense, ha declinado sustancialmente por la entrada de pasturas “mejoradas” y la agroindustria con monocultivos extensivos de arroz, soya y palma de aceite, plantaciones forestales, y además por acciones de exploración, explotación y conducción de hidrocarburos (Palacios Lozano 2014).
RECOMENDACIONES	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	

A pesar de su dinámica transformadora, desde un punto de vista ecológico local y regional (subnacional), las áreas ganaderas del país podrían caracterizarse incorporando conceptos tales como el “grado de naturalidad de las pasturas” (Tablas 1 y 2). Esto es importante, como se mencionó arriba, para las sabanas inundables del Caribe y la Orinoquia, y la altillanura de la Orinoquia. Por otra parte, hay ganaderías con altos niveles de movilidad altitudinal o trashumancia (entre los páramos y tierras bajas adyacentes), así como en las ganaderías en cercanía a humedales temporales y potenciales.

Tabla 2. Tipos de pastos y extensión.

Categoría	Ext.-ha
Pastos limpios	12'382.522
Pastos arbolados	607.117
Pastos enmalezados	2'435.013
Mosaico de pastos y cultivos	2'667.442
Mosaico de pastos con espacios naturales	4'930.811
Zonas quemadas	336.441
Total general	23'359.346

Como se hace evidente, el desarrollo de la ganadería en Colombia ha incorporado no solo variadas especies de bóvidos y razas de bovinos, sino diversas formas de gestión de las pasturas, emplea distintos forrajes y participa de diversas maneras en la formación de mosaicos de paisaje en el territorio. Constituye así el 1,6 % del PIB nacional (Claro Carrascal 2014). De los 2'370.099 Unidades Agropecuarias de Producción (UPA) censadas en 2014 por el DANE, 648.199 corresponden a UPA de producción bovina (27,35 %) (DNP 2014)

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Tabla 3. Cobertura de paisajes ganaderos por regiones.

Región	Ext.-ha
Andes	8'435.60
Caribe	6'380.384
Orinoquia	4'930.811
Amazonia	3'131.475
Pacífica	1'388.077
Total general	<b>23'360.520</b>

Existen diversos niveles de desarrollo tecnológico y de apropiación de la oferta ambiental (suelos, agua, bosques, herbazales, humedales, clima) de los territorios donde se ha establecido la ganadería que incluyen variadas pasturas, forrajes y áreas silvestres constitutivas de los paisajes ganaderos. Debe señalarse la persistencia de formas de producción ganadera de baja densidad en pasturas naturales (sabanas y páramos, principalmente), aun cuando se presenta un descenso de razas rústicas de ganado bovino<sup>2</sup>, adaptadas a condiciones más extremas de clima, suelos o pasturas, que han sido reemplazadas por razas “mejoradas” hacia la mayor producción. Por otra parte, hay avances en el desarrollo de sistemas ganaderos de carácter mixto que combinan la producción pecuaria de bovinos con otros bóvidos (como los búfalos) y otros animales (equinos, caprinos u ovinos) y con producción agrícola o forestal, así como la creación de distritos de riego para la intensificación de la ganadería, especialmente lechera.

2 Hay dos tipos principales de bovinos domésticos, los cebúes que tienen una joroba marcada a nivel de la espalda, y los taurinos que no tienen joroba. Los dos tipos son nominados como especies diferentes, *Bos indicus* y *Bos taurus*, pero debido a su total interfertilidad son habitualmente considerados como subespecies. Sin embargo, ha sido probado a nivel molecular que todas las razas europeas y africanas de bovinos domésticos, ya sean de origen cebuino o taurino, son de una misma línea mitocondrial, en tanto que las razas indias son de otra. Estudios similares utilizando el ADN del cromosoma Y muestran los antecedentes cebú de las poblaciones de bovinos africanos con cuernos. La interpretación de estos resultados es que los cebú africanos se desarrollaron a partir de un origen híbrido siendo la introducción de la sangre cebú principalmente hecha a través de los machos. Hay entonces algunas pruebas de dos domesticaciones separadas, sin dudas de dos subespecies diferentes de Aurochs (LOFTUS *et al.* 1994 en Alberio 1997).



Figura 3. Línea de tiempo de la ganadería bovina en Colombia. Elaboración propia según varios textos consultados y presentados en este documento).

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

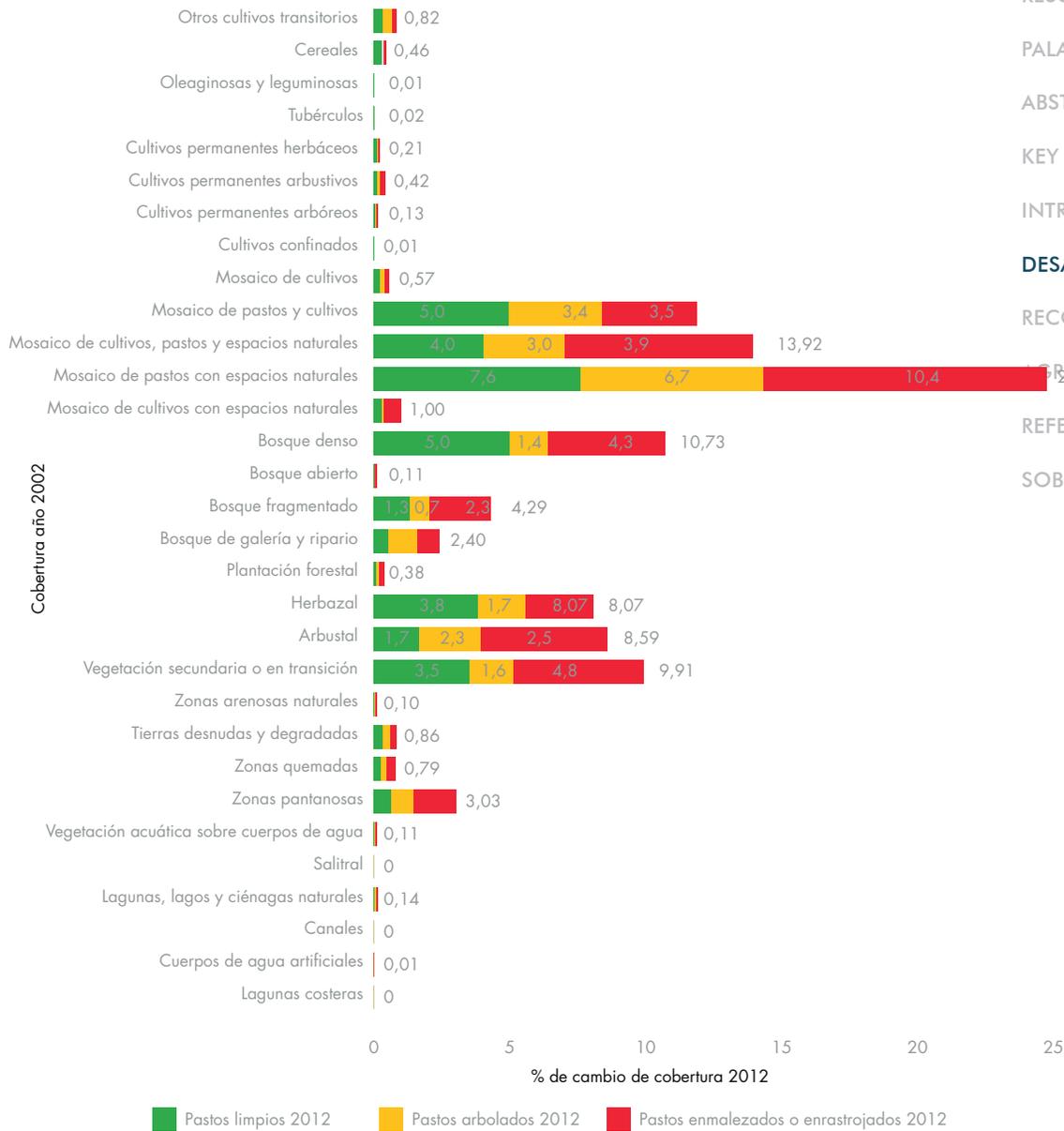


Figura 4. Cambio a cobertura de pastos. Comparación entre los años 2002-2012. Fuente: Ideam (2002).

## DESARROLLO

### Tendencias de transformación de los paisajes ganaderos *Brachiara mutica*

Las principales coberturas reemplazadas por pastos son en su orden (Figura 4) el complejo de mosaicos que incluyen pastos, pero con mayor proporción de reemplazo

RESUMEN  
 PALABRAS CLAVE  
 ABSTRACT  
 KEY WORDS  
 INTRODUCCIÓN  
 DESARROLLO  
 RECOMENDACIONES  
 AGRADECIMIENTOS  
 REFERENCIAS  
 SOBRE LOS AUTORES

hacia pastos enmalezados o enrastrajados, seguidos del bosque denso, la vegetación secundaria, los herbazales, el bosque fragmentado y el bosque ripario, lo cual revela el paso de estructuras diversas a paisajes con evidencia de degradación, así como la continuidad en la afectación de áreas naturales.

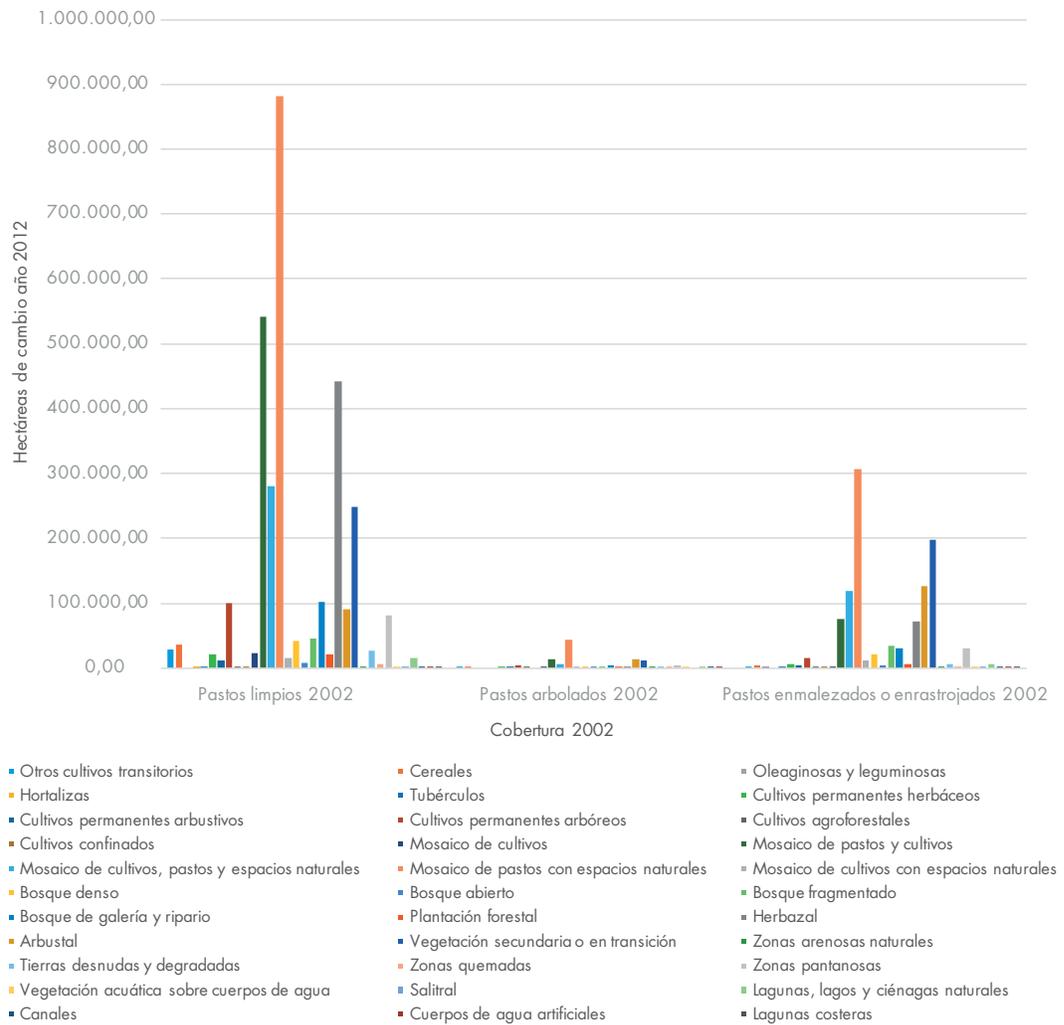


Figura 5. Cambio de pastos a otras coberturas. Comparación en años 2002-2012. Fuente: Ideam (2012).

Las coberturas que reemplazaron a los pastos limpios (que fueron los mayormente transformados) en este período fueron en su orden (Figura 5): mosaico de pastos con espacios naturales, mosaico de pastos y cultivos, herbazales, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, vegetación secundaria o en transición y cultivos permanentes arbóreos; lo anterior implica que hay importantes zonas en las cuales los anteriores paisajes de pastos limpios han hecho transición a paisajes más diversos y a cultivos arbóreos.

Las pérdidas y ganancias de coberturas naturales mostradas en las gráficas anteriores evidencian que los sistemas ganaderos no tienen una dinámica regular, transformándose en el tiempo y el espacio debido a varios factores, de diversa índole.

A continuación, se mencionan algunas dinámicas históricas de transformación en las regiones naturales del país.

### Región Caribe

Dentro de la región Caribe las tierras con mayor expectativa hacia la producción agrícola pertenecen a las clases agrológicas I y IV y suman 4,4 millones de hectáreas (Pulido Herrera 2002). Gran parte de ellas requieren riego y manejo de la salinidad para su utilización en la agricultura comercial. Cerca de 970.000 hectáreas corresponden a la clase V, son inundables y están ubicadas en la Depresión Momposina y en la planicie aluvial de los grandes ríos; el 46 % restante (aproximadamente 4'574.000 hectáreas) comprende tierra de categoría VI y VII que se considera no utilizable en actividades agrícolas, pero sí en ganadería extensiva con prácticas de manejo. Predominan las praderas manejadas, aproximadamente 45 % del área (3'516.074 hectáreas), pastos naturales 30 % (2'344.049 hectáreas) que se complementan con áreas cubiertas por pantanos y ciénagas definidas como zonas de trashumancia, aproximadamente 3 % (365.314 hectáreas) (principalmente microrregión del valle del Cesar, bajo Magdalena, sabanas del Cesar, Sucre, Córdoba y Bolívar, Depresión Momposina), y áreas con cobertura de rastrojos correspondientes al 5 % (390.675 hectáreas), y otro el 5 % (392.365 hectáreas) a pantanos, ciénagas y pajonales (Pulido Herrera 2002).

#### *Prácticas tradicionales: canales-estructura hidráulica precolombina*

Durante más de 2000 años, los pobladores prehispánicos de la Depresión Momposina construyeron una red de canales artificiales para controlar las aguas en una extensión de 500.000 hectáreas de tierras cenagosas. La función de los cauces principales fue ante todo distribuir los grandes volúmenes de agua, permitiendo la densa habitación y explotación agrícola en áreas depresionadas, parte del gran sistema de basines de esta llanura de desborde (Nieto *et al.* 1988).

Los cauces principales estaban cortados por innumerables canales entre 10 y 20 metros de separación entre ellos, hasta de 4 kilómetros de largo; los canales perpendiculares al curso de agua se adaptaban a la curva interna de los meandros formando un sistema en abanico entrando unos en otros, formando patrones en espina de pescado; el flujo entre los canales mayores se facilitó mediante la construcción de otros pequeños perpendiculares a ellos. Al estar en funcionamiento estos sistemas mayores de canales, se aseguraba la estabilidad del cauce principal y el agua circulaba rápidamente produciéndose menos sedimentación en su lecho (Nieto *et al.* 1988).

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN **Trashumancia**

## PALABRAS CLAVE

## ABSTRACT

## KEY WORDS

## INTRODUCCIÓN

## DESARROLLO

## RECOMENDACIONES

## AGRADECIMIENTOS

## REFERENCIAS

## SOBRE LOS AUTORES

Las vías pecuarias<sup>3</sup> funcionan como elementos complementarios de las sociedades ganaderas. Tradicionalmente, se usan para comunicar zonas adecuadas de pastura mediante migraciones estacionales, poseen valor patrimonial y son parte de la cultura regional (De la Ossa y Botero 2013). En las sabanas del Caribe es necesario mover los animales entre las sabanas colinadas y las tierras bajas (Depresión Momposina), considerando la escasez estacional de un sitio y el simultáneo aumento de oferta en el otro. Las sabanas colinadas ordinariamente son agotadas por temporadas de intenso verano donde las precipitaciones pluviales son prácticamente nulas y están comprendidas entre el final de diciembre y los primeros quince días de abril. Para esta época viajan los ganados a las planicies aluviales y a los playones de estiaje donde permanecen hasta mediados de noviembre, cuando el aumento de lluvias en el interior del país hace crecer el caudal del río e inundan los terrenos que alimentan el ganado a través de la red de caños y ciénagas, propiciando el fenómeno inverso desde los playones de estiaje y las planicies aluviales, a las sabanas colinadas. La mayor o menor emigración del ganado está en relación directa con el apremio de las aguas de creciente (Botero *et al.* 2000).

Este modelo posee grandes posibilidades de uso y comprueba que es promisorio a nivel de novedosas participaciones económicas alternativas como el ecoturismo, como campo para investigación social y ambiental, y como legado histórico nacional (De la Ossa y Botero 2013).

**Región Andina**

En Colombia las cordilleras dan lugar a vastas extensiones de suelos de ladera y pequeños valles interandinos donde se asientan varias poblaciones y se concentra un número elevado de pequeños productores agropecuarios (Guerrero Jiménez 1989). Más del 50 % de los suelos de la región Andina presentan relieve que va de ligeramente quebrado a escarpado.

Aunque las zonas andinas colombianas ya presentaban cierto grado de transformación, como se mencionó antes, en general, para los colonizadores, los paisajes con vertientes abruptas no eran apropiados para la ganadería. Sin embargo, esta característica del suelo permitió desarrollar una pequeña ganadería, paralela a la agricultura, que se volvió importante en la región y que complementó las ganaderías grandes de las sabanas y de los territorios más secos, ubicados en llanuras bajas. De esta manera empezaría a volverse, lentamente, más intensiva alrededor de las haciendas con producción agrícola, y para el siglo XVII el área llegaría a unos 120.000 km<sup>2</sup>, con un hato de cerca de 1'000.000 de cabezas (Etter 2015).

3 Las vías pecuarias constituyen una red de caminos milenarios que han albergado el paso del ganado a lo largo de los siglos y que han constituido el verdadero fundamento infraestructural de la trashumancia.

Los asentamientos humanos a lo largo de la historia precolombina fueron de bajo impacto. Los registros polínicos recién evidencian actividad antrópica alrededor del año 1200 de nuestra era (Van der Hammen 1968 en Molinillo y Monasterio 2002). Durante el período de la Colonia, las áreas de páramo por encima del límite de los cultivos fueron repartidas como tierras para el pastaje. Desde entonces la nueva actividad ganadera fue incorporada a las economías agrícolas parameras como fuerza de trabajo, transporte y carga (Molinillo y Monasterio 2002). Desde el inicio, las poblaciones de páramo establecieron una combinación complementaria de producción agrícola y pecuaria, más que una especialización económica ganadera (Hess 1990).

El impacto del pastoreo en los páramos no solo se relaciona con la corta historia de la ganadería, sino también con las condiciones ambientales que determinan el tipo de respuesta de la vegetación después del pastoreo. Aquí se plantea que el análisis de las posibles respuestas de la vegetación al pastoreo debe considerar también como variables importantes el patrón de pastoreo (intensidad, frecuencia y duración de los eventos) y la oferta de forraje de la vegetación afectada. Ambas variables se relacionan estrechamente e influyen de manera determinante sobre la estructura horizontal y vertical de la vegetación en páramos (Milchunas *et al.* 1988 en Molinillo y Monasterio 2002).

### Región del Pacífico

La extrema humedad de las costas del Pacífico sumada a la ausencia de suelo fértil limitó el desarrollo de la agricultura comercial. Las condiciones ecológicas también obstaculizaron el desarrollo de la ganadería (Leal y Van Ausdal 2014).

Las zonas agrícolas se circunscriben a sectores aledaños a Acandí en el norte y áreas cercanas al río Mira en el sur. No obstante, se encuentran áreas con cultivos de pancoger en sectores aledaños a los ríos Atrato, San Juan y Baudó (IGAC 2007). La ganadería en el departamento del Chocó, que posee el mayor inventario de la región Pacífica, tiene como zonas más ganaderas a los municipios de influencia colonizadora como Acandí, Riosucio, Unguía, de propietarios principalmente antioqueños (Cepeda Emiliani 2010), y el Carmen de Atrato y San José del Palmar. La ganadería se ubica básicamente en la región del Urabá chocono y en el suroriente del departamento. En el Urabá, los colonos iniciales fueron reemplazados por grandes ganaderos, por lo general propietarios ausentistas, y los pastos rodearon los resguardos indígenas y desplazaron a los campesinos negros (Jimeno Santoyo Sotomayor y Valderrama 1995).

### Región de la Amazonia

La región amazónica colombiana está compuesta por los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés, algunos municipios del Vichada, Meta, Cauca y Nariño, y cuenta con un área total de 483.164 km<sup>2</sup> (Sinchi 2013).

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	La materia orgánica del reciclaje de nutrientes de la selva, unida a la ceniza de las quemadas de madera, produjo un aumento en la fertilidad que el colono usó en la obtención de cosechas, pero debió abandonar la agricultura por la caída de la fertilidad, la agresividad de las malezas y las condiciones climáticas, lo que obligó a la siembra de pastos (Segura Cañizales y García Tello 1994).
PALABRAS CLAVE	
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	El modelo de colonización estatal se dio sin tener en cuenta las restricciones ambientales, se tomó como principal criterio técnico el sistema americano de clasificación de usos de la tierra (USDA), donde los estudios indicaban que las clases VI y VII tenían gran aptitud para pastos, recomendando así la ganadería como uso principal y finalmente la reserva forestal como segunda opción (Pulido Herrera 2002).
DESARROLLO	
RECOMENDACIONES	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	<b>Región de la Orinoquia</b>
SOBRE LOS AUTORES	La región de la Orinoquia colombiana comprende las tierras planas y onduladas situadas en la cordillera Oriental al oeste de los ríos Arauca y Meta al norte, del Orinoco al este y la región de la Amazonia al sur (Pulido Herrera 2002). Para el caso de la Orinoquia, la historia de la ganadería debe ser entendida desde las relaciones que se han establecido entre esta región y los Andes centrales. Si bien el desarrollo particular de la ganadería siempre estuvo supeditado al comercio, al mercado y a las comunicaciones con el altiplano, esta actividad fue planteada, además, desde sus inicios, como una forma de colonización interna para integrar e interconectar a la región con el mapa cultural, económico y político de la nación.

Los historiadores coinciden en afirmar que gran parte del ganado que fue poblando los Llanos Orientales provenían de las sabanas venezolanas, donde se adaptaron sin tantas dificultades (Pinzón 1991, Rausch 1984 en Arias-Vanegas 2004), se estableció una relación directa entre los hatos entre el Airico de Macaguane, conocido como Arauca y las sabanas de Apure y Barinas, que luego se extendería hacia el Casanare con la expulsión de los Jesuitas. Los Jesuitas, con la primera adjudicación de tierras en 1661, iniciaron la formación de haciendas de carácter agrariopecuario, consolidando tres principales en los llanos del Casanare y constituyendo uno de los primeros latifundios de la América colonial.

En 1919 llegó al piedemonte metense el pasto yaraguá, que los ganaderos empezaron masivamente a sembrar, y que tuvo como consecuencia el crecimiento acelerado del número de hectáreas con este pasto en la zona de Villavicencio, que pasó de 500 hectáreas en 1921 a 2114 hectáreas en 1922 y cerca de 8000 hectáreas en 1925, aumentando el número de cabezas de ganado enviadas a Bogotá desde la intendencia del Meta. Este proceso de potrerización se hizo por medio de la tumba y quema de zonas boscosas para luego sembrar arroz seco y después pastos, estableciendo cercados con las ganancias del cultivo inicial de arroz. De otro lado, en los llanos del Casanare y Arauca el cercado de potreros porteros no era viable ni necesario por el tipo de ganadería y sobre todo por la no claridad de la propiedad privada en gran parte de la sabana, donde además las llamadas sabanas comunales eran una constante. (Arias-Vanegas 2004).

Con excepción de las áreas boscosas de los piedemontes orinoquenses, en los Llanos Orientales los impactos generales de la ganadería sobre los ecosistemas no debieron ser tan drásticos, ya que se desarrolló una ganadería extensiva de baja densidad con niveles de manejo muy limitados y esencialmente concentrada al norte del río Meta, desde los llanos de San Martín hasta Apure. Las estimaciones indicaban una densidad promedia muy baja: de entre 15 y 25 hectáreas por animal (Etter 2015).

Tabla 4. Transiciones sistemáticas de coberturas en la Orinoquia. Usos entre 2002 y 2007. Fuente: Instituto Humboldt y Fundación Ecoyaco (2017). Plan Estratégico de la Macrocuena del Orinoco fases III y IV.

Uso a 2007	Uso a 2012	Pérdida de sup. km <sup>2</sup>	Porcentaje de cambio	Ganancia de sup. km <sup>2</sup>	Cobertura afectada	Porcentaje de cambio	Persist. km <sup>2</sup>
Herbazales	B. Galería	25.974,07	37,09	26.496,80	B. Galería	36,11	93.301,19
	Bosques		27,03		Palma	11,82	
	Pastos		9,69				
B. Galería	Herbazales	12.939,94	74,15	13.052,31	Herbazales	73,81	3544,91
	Pastos		9,17				
	Bosques		6,45		Pastos	10,19	
			4,85		Bosques	7,40	

Tabla 5. Transiciones sistemáticas de coberturas en la Orinoquia. Cobertura 2002. Fuente: Instituto Humboldt y Fundación Ecoyaco (2017). Plan Estratégico de la Macrocuena del Orinoco fases III y IV.

Cobertura 2000	Ganancia de sup. km <sup>2</sup> 00-07	Cobertura afectada	Porcentaje de cambio	Ganancia de sup. km <sup>2</sup> 07-12	Cobertura afectada	Porcentaje de cambio	Total de ganancia
Pastos	10.298,64	Herbazales	22,28	14.235,77	Bosques	36,11	24.534,41
		Mosaico	10,75		Mosaico	25,71	
		Bosques	9,44		Herbazales	11,82	
Mosaicos	7111,48	Pastos	37,57	10.988,04	Pastos	32,52	18.099,52
		Bosques	18,76		Bosques	23,91	
		Arbustales	11,63		Herbazales	16,28	

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	<b>Oportunidades para hacer una gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos</b>
PALABRAS CLAVE	Colombia se comprometió a reducir el 20 % de las emisiones proyectadas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2030, a 67'000.000 de toneladas de CO <sub>2</sub> eq. Esta meta, dada la participación de la ganadería en las emisiones, debe comprometer programas, planes y proyectos orientados a la gestión en estos paisajes. Para lograr esto, existen iniciativas de conservación de ecosistemas, por ejemplo, los llamados <i>stocks</i> de carbono, o se puede hacer la gestión sostenible de los bosques y aumentar las reservas forestales, lo que implicaría la disminución en la expansión de los paisajes ganaderos o nuevas configuraciones de estos, en función de las consideraciones anteriormente mencionadas (Ospina <i>et al.</i> 2015).
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
DESARROLLO	
RECOMENDACIONES	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	Además, el Plan Nacional de Restauración espera apoyarse en el compromiso y articulación con las entidades del Sina, las autoridades ambientales, las entidades territoriales, las agremiaciones, los sectores, la sociedad civil, la academia y los usuarios de los recursos en general (Figura 6). Espera seguir avanzando en la recuperación de la conectividad estructural en agroecosistemas ganaderos, el manejo preventivo del fuego con barreras de vegetación pirorresistente y el establecimiento y manejo de cercas vivas multiestrato con especies nativas. Este plan supone una oportunidad en cuanto los diez millones de hectáreas en las que se retiraría la ganadería según el Plan Estratégico de la Ganadería (Fedegan 2006) que podrían incluirse.
SOBRE LOS AUTORES	

Visión Amazonia	•Pago por resultados por reducción de deforestación en la Amazonia
Bancos de hábitat	•Empresa privada-principio de pago por resultados ambientales
Visión Pacífico sostenible	•Banco Mundial-Conservación Internacional-WWF
Mercados voluntarios de carbono	•Bolsa mercantil de Colombia
Paisajes sostenibles de la Orinoquia	•Ministerio de Agricultura-Fondo Biocarbono: Desarrollo Rural Sostenible
Programa de pie de monte amazónico	•Gran Tierra-Conservacion Internacional

Figura 6. Puesta en marcha de programas integrales del control de la deforestación. Fuente: MADS (2016).

El Plan de Desarrollo de la Ganadería Colombiana se constituye como el manifiesto del gremio ganadero, en el cual se compromete a transformar cerca de diez millones de hectáreas, a través de programas que tengan como objetivo el manejo de árboles y el cambio en las coberturas y uso del suelo: como avance a esta iniciativa se vienen adelantando otras de índole nacional como:

- El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) (Global Environment Facility (GEF) por sus siglas en inglés) proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.
- Trabajo de Fedegan con el CIAT y la Universidad de Princeton presentado en 2015 sobre escenarios de mejoramiento, con la inclusión de la gestión de conocimiento hacia la comunidad ganadera como elemento fundamental de la productividad, eficiencia y resultados sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> eq.

No solamente la parte de los ganaderos asociados a la federación nacional se encuentran adelantando esfuerzos por reivindicar la ganadería en el país, además existen cada vez más iniciativas de índole regional o mundial con el objetivo de dar reconocimiento a la ganadería a través de la creación de estándares y de acreditación de la gestión social y de la biodiversidad, y de la generación de cadenas de valor de productos de la ganadería social y ambientalmente apropiados. Algunos ejemplos de ellos se mencionan a continuación:

- Global Rountable for Sustainable Beef
- <http://grsbeef.org/>
- GLOBALG.A.P.
- <http://www.globalgap.org/es>
- National/Regional Beef Strategy
- <http://beefstrategy.com/>
- Sustainable Agriculture Network / Norma para fincas ganaderas / Rainforest Alliance
- <http://san.ag/web>
- Alianza Internacional para la Acreditación y Etiquetado Social y Medioambiental (ISEAL)
- <https://www.isealalliance.org/>
- Grassfed Livestock Alliance (GLA)
- <http://www.grassfedlivestockalliance.com>
- Alianza del Pastizal para Conservar la Biodiversidad <http://www.alianzadel-pastizal.org>
- Carne Amiga de las Aves (Aicas)
- Carne Amiga del Pastizal
- [www.ganaderiadepastizal.org.ar](http://www.ganaderiadepastizal.org.ar)
- Mesa Colombiana de Ganadería Sostenible (MCGS) <http://mesaganaderiasoste.wixsite.com/principal>
- Acuerdos de producción limpia (APL)
- Negocios Verdes (PNMV)
- <http://www.minambiente.gov.co/index.php/negocios-verdes-y-sostenibles/negocios-verdes/portafolio-de-bienes-y-servicios-de-negocios-verdes>
- The Dairy Sustainability Framework (DSF)
- <https://dairysustainabilityframework.org/>

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	Varias de estas iniciativas reconocen que gran parte de los paisajes ganaderos bovinos presentan importantes niveles de identidad y arraigo cultural a esta práctica (Carri- zosa 2014), y ven clara la factibilidad de incorporar biodiversidad en los paisajes ganaderos, debido tanto a la condición de los bovinos como especie y de los pastos en relación con sus requerimientos ambientales, como a los beneficios que la ganadería presta, de manera directa, a la producción y la productividad.
PALABRAS CLAVE	
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
DESARROLLO	Suponen una apuesta hacia un cambio en los productores y consumidores, apelando a la conciencia ambiental, ligada a la necesidad de generar calidad e inocuidad en los productos. Esto está directamente relacionado con importantes iniciativas de recon- versión ecológica de la ganadería bovina y, en algunos casos, social, sin dejar de lado aspectos productivos y de rentabilidad, por lo que incluye además la intensificación ganadera a través del manejo de pasturas mejoradas, la incorporación de herramientas de manejo del paisaje y la incorporación o fortalecimiento del manejo y conservación de áreas naturales (cercas vivas, corredores, áreas preservadas).
RECOMENDACIONES	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	

Algunas otras oportunidades no se han visibilizado mucho, como la inclusión en el plan estratégico sectorial de estrategias de gestión ambiental en zonas ganaderas, y otras han sido objeto de estudio de caso a nivel internacional como las experiencias exitosas del funcionamiento de fondos patrimoniales y de inversión ambientales que apoyan la reconversión ganadera y/o financian iniciativas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), por ejemplo, el Fondo Agua para la Vida<sup>4</sup> y Pago de servicios ambientales en el río la Vieja<sup>5</sup>.

Instituciones como Corpoica, han llevado a cabo iniciativas de recuperación de patri- monio genético, asociado a sistemas de producción ganadera que están relacionados con la conservación de razas criollas y pastos naturales.

Recientemente se ha logrado incluir el tema de la biodiversidad y los servicios ecosis- téMICOS, como por ejemplo con el programa de Encadenamiento Productivo<sup>6</sup>, desde donde se conciertan políticas públicas sectoriales para la toma de algunas decisiones del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se apoyan programas que buscan posicionar a las cadenas cárnica y láctea como sectores exportadores y se desarrollan proyectos para la conformación de conglomerados ganaderos y lecheros regionales.

A nivel regional, el Caribe que concentra gran parte del hato ganadero bovino con expectativas de exportación, debe dar el salto hacia los estándares mundiales de sos- tenibilidad si prevé vincularse o mantenerse en este tipo de mercado.

4 <http://www.asocana.org/modules/documentos/11981.aspx>

5 <http://www.cipav.org.co>

6 <http://www.fedegan.org.co/programas/programa-de-encadenamiento-productivo>

Además, tiene como valor agregado su importante tradición cultural ganadera, con una significativa participación de pequeños y medianos productores y paisajes ganaderos estructuralmente adaptados a los ritmos estacionales de inundación.

En la región Andina, la claridad sobre las áreas de conglomerados ganaderos potencialmente eficientes facilita la zonificación y priorización de zonas de reconversión, reordenamiento productivo, o recuperación o rehabilitación ambiental. De esta forma se puede dar la exclusión paulatina equitativa de la ganadería en algunas áreas en donde representa un impacto irreversible en los ecosistemas (páramos y cierto tipo de humedales).

En regiones en franca contravía para el desarrollo ganadero, como el Pacífico, el hato ganadero es relativamente pequeño, concentrado, y no hay o no es creciente el arraigo cultural ganadero, la figura de territorios colectivos permite potenciar medios de vida con mayor arraigo cultural. En cuanto a la Amazonia las estrategias mundiales de conservación buscan contribuir a la disminución en la expansión de los paisajes ganaderos o nuevas configuraciones de estos:

- Iniciativa para la Conservación en la Amazonia Andina (Icaa)
- Alianza para la Conservación de la Biodiversidad del Amazonas
- Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia
- Amazonia Posible Sostenible

Actualmente se ha logrado representatividad ecosistémica en figuras de áreas protegidas, que han implicado procesos de gobernanza, con estrategias comunitarias y en territorios colectivos.

En otras regiones del país como la Orinoquia donde actualmente han ganado fuerza emprendimientos de diversos tipos, generando el reemplazo sistemático de paisajes ganaderos por paisajes agroindustriales, recientemente se ha reconocido la importancia de ganaderías de baja densidad (en sabanas naturales) como formas de gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en el territorio (Hoogessteijn y Hoogesteijn 2010), además de la conservación de la tradición cultural ganadera, con una significativa participación de pequeños<sup>7</sup> y medianos productores, en paisajes específicos especialmente los estructuralmente adaptados a los ritmos estacionales de inundación.

<sup>7</sup> La ganadería se ve como fuente de rentas con baja inversión de capital y trabajo. En el imaginario de los sectores más pobres del campo se ha consolidado la idea de que el ganado es fuente de riqueza (olvidando que los grandes ganaderos han sido propietarios desde hace varias generaciones y parte de una élite acomodada económicamente que no solo depende de “las vacas” para mantener sus privilegios). La inercia en el apoyo a la ganadería por parte de entidades del Estado, como alternativa productiva para zonas en las que la agricultura no es rentable (pero en las que evidentemente la ganadería a pequeña o mediana escala tampoco lo es, como es el caso de la Amazonia), preocupa seriamente el hecho de que la ganadería sea planteada como alternativa productiva frente a los cultivos de coca (las condiciones ecológicas de las zonas de coca son las que ofrecen mayores limitantes para el desarrollo eficiente de la actividad por tratarse de suelos de bosque húmedo).

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

**DESARROLLO**

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

## RESUMEN

**Desafíos para hacer una gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos**

## PALABRAS CLAVE

## ABSTRACT

## KEY WORDS

## INTRODUCCIÓN

## DESARROLLO

## RECOMENDACIONES

## AGRADECIMIENTOS

## REFERENCIAS

## SOBRE LOS AUTORES

Uno de los principales desafíos hacia una gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para la ganadería se encuentra en el dilema de que, si bien la gran cantidad de empresarios ganaderos son minifundistas, el rumbo de esa actividad está fuertemente influenciada por los propietarios latifundistas, representantes de una cultura ganadera en la que el objetivo principal es el control territorial y del poder local o regional. El propósito de acumulación de tierras no favorece al desarrollo y modernización del sector. Por lo que gran parte de la propiedad rural está concentrada en un menor número de propietarios, asimetría que genera problemas a nivel nacional en la búsqueda de equilibrios sociales y ambientales en el uso de la tierra y la gestión ambiental, siendo este un tema clave en un escenario de posconflicto, ya que estas desigualdades han sido combustible de la violencia en gran parte del país.

El posconflicto representa un desafío en sí, de un lado, se tiene el acaparamiento de la tierra y del otro, aunque para algunas regiones la ganadería es un oportunidad para promover el fortalecimiento de actividades ganaderas como alternativas económicas para zonas que debido a la confrontación armada se han mantenido aisladas, gran mayoría de estas áreas son ecosistemas con altos valores de biodiversidad y no poseen condiciones ecológicas que permitan la sostenibilidad de la ganadería bovina.

Las prioridades sociales y políticas que implica la construcción de la paz pueden repercutir en un descuido de esta situación y un gran reto para la gestión de la biodiversidad. Los modelos de producción ganadera que se piensen en este marco deberán ser concomitantes con la funcionalidad del paisaje a través de mosaicos heterogéneos, diseño que se viene trabajando en otros sectores como el agroindustrial. Este tipo de paisajes productivos debe tener como objetivo aumentar la capacidad de adaptación de las comunidades de productores, frente a la variabilidad climática, permitiendo resiliencia y sostenibilidad en el territorio.

**RECOMENDACIONES****Hacia una gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos**

- Es importante hacer gestión de la biodiversidad en paisajes ganaderos que dada su inmensa heterogeneidad necesita ser adaptativa y específica.
- El país debe establecer con claridad cuáles son los agentes reales de la producción ganadera bovina, distinguiéndolos de los agentes de poder, y de la acumulación y especulación de tierras a través de potreros y ganado bovino, difícilmente calificables como productores agropecuarios, los cuales, más allá de la gestión de la biodiversidad, deben ser objeto de ajustes en el régimen político y de justicia financiera.

- Es necesario hacer estudios sobre el reconocimiento del aporte de la ganadería en servicios ecosistémicos altamente valorados como la dispersión de semillas y el control de plagas. Autores como Reid y Ellis 1995, Severson y DeBano 1991, Sansoucy 1995, Mearns 1996 han subrayado la importancia del ganado en la eliminación de tallos gruesos y muertos que permite nuevos brotes suculentos en especies de importancia, diseminan semillas eficientemente al ser transportadas y luego depositadas en estiércol, y el paso del forraje a través del intestino que luego va hacia fuera como heces modifica el ciclo del nitrógeno. Se ha observado en África que el ganado beneficia el reclutamiento de especies raras de árboles y arbustos, además el pastoreo bajo árboles en plantaciones de Caucho y palma aceitera en Malasia reduce el costo del control de malezas hasta en un 40 %, es común utilizar el pastoreo como un medio para reducir los riesgos de incendios en los bosques, en áreas tan diversas como las del Mediterráneo, los páramos británicos y Sudáfrica.
- El potencial para reducir las emisiones es vasto, pues actualmente existen tecnologías y prácticas que contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, pero la dificultad está en su uso y aplicación, pues no están muy difundidas (Gerber *et al.* 2013). Si este tipo de estrategias son incorporadas al sector ganadero, se puede reducir entre un 18 y un 30 %.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

### Gestión del paisaje

- Los paisajes ganaderos deben incrementar o mantener la multifuncionalidad a través de mosaicos heterogéneos compuestos de diferentes tipos de uso de la tierra y parches de ecosistemas conectados y protegidos (Bergamini *et al.* 2013), fortaleciendo la elasticidad de los paisajes y manteniendo abiertas las opciones de futuro para optimizar el reparto de los bienes relacionados con los bosques y los servicios a escala de paisaje (Newton y Tejedor 2011).
- El incremento o mantenimiento de la funcionalidad debe ser un proceso colaborativo que abarque una amplia gama de grupos con intereses que deciden de manera colectiva sobre la conformación del paisaje y las técnicas más apropiadas que deben ser desarrolladas, así como sobre las opciones socioeconómicamente aceptables (Newton y Tejedor 2011).
- En los paisajes ganaderos deben mantenerse y aprovecharse los vínculos ecológicos entre los diferentes componentes del mismo para la producción sostenible, por ejemplo, parches de ecosistemas para polinizadores, control de plagas, ciclo de nutrientes, recarga de aguas subterráneas y control de la erosión del suelo (Bergamini *et al.* 2013).
- La estructura y composición del paisaje debe incrementar su capacidad para afrontar y recuperarse de situaciones extremas y de las tensiones y choques relacionados con variabilidad y cambio climático, por ejemplo, plagas y enfermedades, fenómenos climáticos extremos, inundaciones y sequías.
- Los ganaderos deben mejorar, desarrollar y adoptar nuevas prácticas de manejo de la biodiversidad y de la diversidad agrícola, como medidas de conservación del paisaje.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- La identificación, priorización e implementación de Áreas de Importancia para la Conservación para la ganadería bovina constituye una medida prioritaria en la gestión ambiental subsectorial, si bien el subsector es un usuario de los recursos naturales en forma de materiales e insumos, también lo es de los servicios derivados de las funciones de los ecosistemas. De su disponibilidad y calidad dependen de los bienes generados (Bustamante 2009).
- Aunque se ha reconocido la urgencia hacia una correcta reconversión, existe insuficiencia en la operatividad de incentivos de varios tipos para acelerarla hacia una mayor eficiencia social y ambiental.

### Gestión institucional

- La ganadería bovina colombiana debe focalizarse en los territorios apropiados para su uso de acuerdo con las ventajas, fortalezas y restricciones de las diferentes regiones, y con los criterios de oferta y demanda ambiental y el manejo eficiente de los recursos naturales presentes en ellos, recuperando las tierras degradadas y conservando las zonas ambientalmente estratégicas, generalmente basados en la diversificación del uso del paisaje (Bustamante 2009).
- El sector ganadero debe adherirse o establecer o fortalecer mecanismos institucionales y de redes de biodiversidad pecuaria regionales, nacionales e internacionales.
- El sector ganadero debe desarrollar marcos de política transversales y soluciones de gestión que recreen la heterogeneidad de hábitat como clave para restaurar y sostener la biodiversidad en los paisajes ganaderos (Benton *et al.* 2003).
- La identificación del tipo de conflicto socioambiental y su magnitud por región debe orientar las medidas de gestión ambiental gremial y en general subsectorial para la mitigación, control y prevención de dichos conflictos (Bustamante 2009).

### Investigación y gestión de la información

- Diferenciar y entender las múltiples estructuras de los paisajes ganaderos y su relación con la biodiversidad.
- Diferenciar y entender las múltiples estructuras socioeconómicas y socioecológicas que se expresan en los paisajes ganaderos.
- Identificar, cuantificar y capitalizar los servicios ecosistémicos necesarios para las actividades productivas ganaderas en relación con las regiones, con el fin de garantizar de manera adecuada la gestión de estos dentro y fuera de los países ganaderos (Bustamante 2009).
- Diseñar modelos integrales de paisajes ganaderos bovinos, basados en la gestión de la biodiversidad.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por su lectura crítica y aportes a Germán Andrade, Manuel Gómez, Lourdes Peñuela, Carlos Tapia y Mariaelfi Chávez.

También a todos aquellos que han analizado el fenómeno de la ganadería bovina en Colombia de una manera integral, trascendiendo los análisis generalizantes y

simplificadores, reconociendo así su papel en la estructura social e idiosincrasia colombiana, y a quienes han trabajado y siguen trabajando en el empeño de hacer parte de la búsqueda de un camino donde esta ganadería mejore su incorporación, de manera social y ambientalmente idónea, al desarrollo del país.

## REFERENCIAS

- Alberio, R. (ed.). 1997. Lista Mundial de Vigilancia para la Diversidad de los Animales Domésticos. (B. D. Scherf, Trad.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO y UNEP.
- Anton Burgos, F. 2000. Nomadismo ganadero y trashumancia: balance de una cultura basada en su compatibilidad con el medio ambiente. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 2000 (20): 23-31.
- Antrop, M. 1998. Landscape Change: ¿Plan or chaos? *Landscape and Urban Planning* 41 (3): 155-161 pp.
- Arias Vanegas, J. 2004. Ganadería, paisajes, territorio y región. Una historia ecológica y social de la Orinoquia colombiana. Pp. 139. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Baptiste, L. G. 2008. Ecología de los consumos de carne. Pp. 338-367. En: Flórez-Malagón A. G. (ed.). El poder de la carne. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Benton, T. G., J. A. Vickery y J. D. Wilson (2003). Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution* 18 (4): 182-188. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9)
- Bergamini, N., R. Blasiak, y P. B. Eyzaguirre. 2013. Indicators of resilience in socio-ecological production landscapes (SEPLs). Yokohama: United Nations University Institute of Advanced Studies.
- Botero, L., Botero, P., y Botero, A. (2000). La Trashumancia. Magangué Bolívar: Centro de Historia Villa de Magangué. disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/12500406/la-trashumancia-luz-mercedes-botero-arango-prospero-asodoble/3>
- Botero, L. M. 2001. Trashumancia y dinámicas socioculturales sabanas de Magangué y planicie inundable de Santa Cruz de Mompo, región Caribe Colombiana. Trabajo de grado, tesis de maestría. Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá Colombia.
- Bustamante, C. 2009. Orientación de políticas y estrategias de gestión sostenible para la ganadería colombiana. Documento inédito. Pp. 46. Bogotá Colombia: Fedegan (FNG).
- Carrizosa-Umaña, J. 2014. Colombia compleja. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia, 295 pp.
- Cepeda Emiliani, L. 2010. El Caribe chocono: riqueza ecológica y pobreza de oportunidades. Serie Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República, número 125.
- Claro Carrascal, A. 2014. Ganadería y biodiversidad. En Bello, J. C., M. F. Gómez, O. Orrego y L. Nägele (eds.). Biodiversidad 2014, estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN Departamento Nacional de Estadística (DANE). 2014. Resultados nacionales de censo nacional agropecuario. DANE. Bogotá Colombia.
- PALABRAS CLAVE De la Ossa, J. y L. Botero. 2013. Vías pecuarias e importancia en la trashumancia ganadera. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 5 (2): 431-438 pp.
- ABSTRACT Denevan, W. M. (1992). The pristine myth: the landscape of the Americas in 1492. *Annals of the Association of American Geographer* 82 (3): 369-385 pp.
- KEY WORDS Derner, J. D., W. K. Lauenroth, P. Stapp y D. J. Augustine. 2009. Livestock as ecosystem engineers for grassland bird habitat in the western great plains of North America. *Rangeland Ecology & Management*. 62 (2): 111-118. Disponible en: <https://doi.org/10.2111/08-008.1>
- INTRODUCCIÓN Environmental Leadership & Training Initiative ELTI. 2017. Restauración ecológica en paisajes ganaderos. Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- DESARROLLO Etter, A. 2013. Las transformaciones del uso de la tierra y los ecosistemas en Colombia hasta 1800. Pp. 48. En: Meisel A. y M. Ramírez (eds.). La economía colonial de la Nueva Granada. TM Editores y Banco de la República. Bogotá, Colombia.
- RECOMENDACIONES Etter, A. 2015. Las transformaciones del uso de la tierra y los ecosistemas durante el período colonial en Colombia. Pp. 62-99. En: Meisel Roca A. y María teresa ramírez G (eds.). La Economía colonial de la Nueva Granada. Fondo de Cultura Económica, Banco de la República. Bogotá, Colombia.
- AGRADECIMIENTOS European Commission, Department for International Development, & IUCN. (2001). Livestock and biodiversity. Biodiversity en Development. *Biodiversity Brief* 10, (4).
- REFERENCIAS Evans, N. y R. Yarwood. 1995. Livestock and landscape. *Landscape Research* 20 (3): 141-146. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01426399508706468>
- SOBRE LOS AUTORES Gerber P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci y G. Tempio. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan). 2014. Vacunación fiebre aftosa. Disponible en: <http://www.fedegan.org.co/programas/fiebre-aftosa>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan). 2013. Análisis del inventario ganadero colombiano para el año 2013: comportamiento y variables explicativas. Disponible en: <http://www.fedegan.org.co/publicacion-presentaciones/analisis-del-inventario-ganadero-colombiano-comportamiento-y-variables>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan). 2006. Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Editorial San Martín Obregón, Bogotá, Colombia.
- Gaucherel, C., F. Boudon, T. Houet, M. Castets y C. Godin. 2012. Understanding patchy landscape dynamics: Towards a landscape language. *PLoS One* 7 (9). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046064>
- Guerrero J. L., G. Hernández-Bravo y B. Ramakrishna. 1989. Mecanización apropiada para el pequeño productor de la región Andina. IICA, Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (Prociandino/BID), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Quito), BID (Quito), Instituto Colombiano Agropecuario (Bogotá). Quito, Ecuador. 367-372 pp.

- Hess, C. G. 1990. Moving up-moving down: Agro-pastoral land-use patterns in the ecuadorian paramos. *Mountain Research and Development* 10 (4): 333. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3673495>
- Hobbs, R. J., S. Arico, J. Aronson, J. S. Baron, P. Bridgewater, V. A. Cramer y M. Zobel. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography* 15 (1): 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00212.x>
- Hoogesteijn, A. y R. Hoogesteijn. 2010. Cattle ranching and biodiversity conservation as allies in South America's flooded savannas. *Great Plains Research* 20 (1) 37-50.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación Ecoyaco. 2017. Plan Estratégico de la Macrocuenca del río Orinoco (Fases III y IV). Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2016. Censo Pecuario Nacional 2016. Recuperado a partir de: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 2002. Coberturas de la Tierra, Corin Land Cover. Año 2002.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 2012. Coberturas de la Tierra, Corin Land Cover. Año 2012.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2007. Definición de usos alternativos y sostenibles para la ocupación de las tierras a nivel nacional. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá, Colombia.
- Jimeno Santoyo, M., M. L. Sotomayor y L. M. Valderrama. 1995. Chocó diversidad cultural y medio ambiente. Fondo FEN Colombia.
- Leal, C. y S. Van Ausdal. 2014. Paisajes de libertad y desigualdad: historias ambientales de las costas Pacífica y Caribe de Colombia. Pp. 169-210. En: B. Göbel, M. E. Góngora Mera y A. Ulloa (eds.). *Desigualdades socioambientales en América Latina*. Ibero-Amerikanisches Institut, Preussischer Kulturbesitz (Berlín), Universidad Nacional de Colombia (Bogotá).
- Mayer, A. L. y M. Rietkerk. 2004. The dynamic regime concept for ecosystem management and restoration. *BioScience* 54 (11): 1013. Disponible en: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054%5B1013:TDRCFE%5D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054%5B1013:TDRCFE%5D2.0.CO;2)
- Mearns, R. 1996. When livestock are good for the environment: Benefit-sharing of environmental goods and services. Presentado en World Bank/FAO Workshop, 'Balancing Livestock and the Environment'. Washington, DC.
- Molinillo, M. y M. Monasterio. 2002. Patrones de vegetación y pastoreo en ambientes de páramo. *Ecotropicos* 15 (1): 19-34.
- Moreno, F. 2009. Perfil del predio y productor ganadero objeto del proyecto piloto de producción limpia. Pp. 180. En: Identificación en campo de la línea base de las áreas de acción en desarrollo del Convenio 001164 de 2008. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan). Bogotá, Colombia.
- Nieto, C., A. M. Falchetti, T. Van der Hammen, P. Botero, J. S. Samper y S. Archila. 1988. Cambios ambientales y desarrollo cultural en el bajo río San Jorge. *Boletín Museo del Oro* 20: 55-88.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN Newton, A. C., y N. Tejedor (eds.). 2011. Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España.
- PALABRAS CLAVE
- ABSTRACT Nüsser, M. 2001. Understanding cultural landscape transformation: a re-photographic survey in Chitral, eastern Hindukush, Pakistan. *Landscape and Urban Planning* 57 (3-4): 241-255. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00207-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00207-9)
- KEY WORDS
- INTRODUCCIÓN Ospina, O., S. Vanegas, G. Escobar, W. Ramírez, y J. Sánchez. 2015. Plan nacional de restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 92 p.
- DESARROLLO
- RECOMENDACIONES Palacios, M. T., Pulido, L. A., Rojas, C. y Bustamante. 2014. Evaluación Ambiental Estratégica del sector Agropecuario Altillanura y Alta Montaña Cundiboyacense. Bogotá Colombia: IAVH-MADS.
- AGRADECIMIENTOS
- REFERENCIAS Pérez, G. 2004. Los ciclos ganaderos en Colombia, 1950-2001. Serie Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República, número 46.
- SOBRE LOS AUTORES Pulido Herrera, J. I. 2002. Atlas de los sistemas de producción bovina: módulo región Caribe. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan), Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). Bogotá, Colombia.
- Reid, R. S. y J. E. Ellis. 1995. Impacts of pastoralists on woodlands in South Turkana, Kenya: livestock-mediated tree recruitment. *Ecological Applications* 5 (4): 978-992.
- Rivera Andía, J. J. (ed.). 2014. Comprender los rituales ganaderos en los Andes y más allá: etnografías de lidias, herranzas y arrierías. Shaker Verlag, Aachen. Alemania.
- Roe, M. 2013. Animals and Landscape. *Landscape Research* 38 (4): 401-403. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01426397.2013.829971>
- Romero, M. E. (1994). El hombre de las sabanas. En: J. Hernández Camacho (ed.), Sabanas naturales de Colombia. Santafé de Bogotá: Banco de Occidente.
- Sansoucy, R. 1995. Livestock - a force for food security and sustainable development. *World Animal Review* 84 (85): 5-17.
- Segura Canizales, F. y J. García Tello. 1994. Impacto de la ganadería bovina en la Amazonia colombiana. Presentado en el Seminario de Perspectivas del Desarrollo Amazónico, Florencia, Colombia junio 5 al 8 de 1990.
- Severson, K. E. y L. F. DeBano. 1991. Influence of Spanish Goats on Vegetation and Soils in Arizona Chaparral. *Journal of Range Management* 44 (2): 111-117.
- Instituto Amazónico de Investigaciones científicas (SINCHI). 2013. SIATAC: Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana.
- Van Ausdal, S. 2008. Un mosaico cambiante: notas sobre una geografía histórica de la ganadería en Colombia, 1850-1950. En: A. Flórez-Malagón (ed.). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Van Ausdal, S., y Wilcox, R. W. 2013. Hoofprints: Ranching and Landscape Transformation. *New Environmental Histories of Latin America and the Caribbean* (7): 73-80.
- Van Soest, P. J. 1996. Allometry and Ecology of Ending Behavior and Digestive Capacity in Herbivores: a review. *Zoo Biology* 15 (5): 455-479.

## SOBRE LOS AUTORES

Clarita Bustamante Zamudio, con maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, investigadora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Laura Rojas-Salazar, consultora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Candidata a maestría en Desarrollo Comunitario Sostenible, Universidad Nacional de Costa Rica.

### Citación sugerida

Bustamante C. y L. Rojas-Salazar. 2018. Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades. *Biodiversidad en la Práctica* 3 (1): 1-2.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES



## **Anotaciones al estado, uso y gestión de la langostilla roja *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii*, especie invasora en la laguna de Fúquene (Cundinamarca, Colombia).**

### **RESUMEN**

La langostilla *Procambarus clarkii* fue introducida desde el año 2008 en la cuenca de la laguna de Fúquene. Durante octubre-febrero 2017, con apoyo del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Fundación Humedales, se establecieron los primeros indicadores de estado de su población (tallas, reproducción, distribución), se determinaron algunas relaciones de uso (capturas y artes) y se discutieron algunos escenarios de gestión para su manejo.

Es así como, con la identificación de las tallas representativas de su estructura poblacional, el reconocimiento de eventos reproductivos exitosos, la evidencia de reclutamientos a la población y la progresiva ampliación de su distribución, se confirma su establecimiento y se concluye su condición de especie introducida e invasora. Tras el análisis de la posible generación de impactos a las especies nativas de peces y crustáceos, se recomienda que la langostilla *P. clarkii* sea reconocida como especie invasora y se formule un plan que establezca las acciones de control y manejo. Como la especie es sujeta de uso, se deberán establecer acciones de coordinación entre las autoridades ambientales y la pesquera, con la finalidad de generar líneas de acción eficaces para el control y manejo.

**Palabras clave:** Especies exóticas invasoras. Manejo. Ecosistemas de agua dulce. Laguna de Fúquene. *Procambarus*. Langostilla de agua dulce.

## ABSTRACT

The Red Crawfish *Procambarus clarkii* was introduced since 2008 in the basin of Lake Fúquene. With the support of the *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt* (Biological Resources Research Institute Alexander von Humboldt) and the *Fundación Humedales* (Wetlands Foundation) during the period of October 2016 and February 2017 this study determined the first population status indicators (length sizes, reproduction and distribution), and some uses (fish captures and fishing gears). Also, possible strategies for the management of the species were discussed.

The identification of representative length sizes of population structure, recognition of successful reproductive events, evidence of recruitments, and progressive range expansion confirms the establishment of *P. clarkii* in the lagoon. Therefore, the status of the species as an introduced and invasive species is proposed. The possible impacts on native fish and crustaceans that were analyzed lead to the recommendations that the species be recognized as an invasive species and a control and management plan be developed. Since the species is used, environmental authorities and the fishery should coordinate effective actions of control and management.

**Keywords:** Invasive exotic species. Freshwater ecosystems. Management. Fúquene Lagoon. *Procambarus*. Freshwater crayfish.

## INTRODUCCIÓN

El establecimiento de especies invasoras en los ecosistemas es considerado como una de las cinco causas de pérdida de biodiversidad en el mundo, junto con la destrucción del hábitat, la sobreexplotación, la contaminación y el cambio climático (Capdevila-Argüelles *et al.* 2013). Los impactos derivados de las introducciones se reflejan sobre la fauna nativa, condición que puede ocurrir por la extinción de homólogos ecológicos, hibridación, con los efectos concomitantes en la genética de las poblaciones originales o la coexistencia, lo que implica, que la especie introducida o trasplantada encontró un nicho vacante en la comunidad, con una segregación interactiva de nicho (Baptiste *et al.* 2010), convirtiéndose en una potencial colonizadora que aprovecha la limitada ausencia de competidores y tiene una alta capacidad de tolerar hábitats alterados o modificados.

El movimiento de las especies por introducciones accidentales antrópicas en los ecosistemas acuáticos se ha dado mediante la utilización de redes (contaminación por huevos), el escape de carnada y el escape de especies de los estanques de acuicultura, por ejemplo a través de las inundaciones durante la temporada de lluvias (Baptiste *et al.* 2010). Aparentemente este último evento conllevó a la invasión de la langostilla *Procambarus clarkii* en la cuenca de Fúquene.

## RESUMEN

### ABSTRACT

### INTRODUCCIÓN

### MARCO CONCEPTUAL

### METODOLOGÍA

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CONCLUSIONES

### RECOMENDACIONES

### AGRADECIMIENTOS

### REFERENCIAS

### ANEXOS

### SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), como instrumento internacional, promueve la conservación de la biodiversidad y así mismo hace un llamado a los países a prevenir, controlar y erradicar las especies exóticas que amenacen los ecosistemas, hábitats o especies, reconociendo la importancia de protegerlos (PNGIBSE 2012). Es así como fija en su plan estratégico 2011-2020, adoptado y aprobado en 2010 por la 10ª reunión de la conferencia de las partes, las metas de Aichi, las cuales conforman un conjunto de 20 metas agrupadas que giran en torno a 5 objetivos estratégicos. Para el caso de las especies invasoras, traza como objetivo B el reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica promoviendo su utilización sostenible, estableciendo como meta 9 disminuir el número de especies exóticas invasoras en el territorio, identificando y priorizando las especies exóticas invasoras y las vías de introducción, controlando o erradicando las especies prioritarias, y estableciendo medidas a fin de evitar su introducción y establecimiento en los ecosistemas.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
MARCO CONCEPTUAL	
ECOLOGÍA	
ÁREA DE ESTUDIO	
METODOLOGÍA	
RESULTADOS	
DISCUSIÓN	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Por su parte, el <i>Código de práctica para reducir los riesgos de los efectos adversos provenientes de la introducción de especies marinas no indígenas</i> “no nativas”, que fue finalmente adoptado en 1979, tiene como eje central la conservación de la diversidad biológica, incluyendo (Baptiste <i>et al.</i> 2010):
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	a. El movimiento de especies que potencialmente puedan ser hospederas de patógenos o de enfermedades.  b. Los impactos ecológicos o ambientales interespecíficos de las especies introducidas o transferidas, haciendo énfasis en los impactos que puedan generar cuando escapan de los medio confinados donde son criadas, estableciéndose <i>stocks</i> silvestres.  c. Los impactos genéticos sobre las poblaciones o especies nativas derivados de escapes de las especies introducidas o transferidas criadas en cultivos, y de las invasoras que hayan pasado al medio natural.

La presencia de la especie invasora *P. clarkii* comúnmente llamada langostilla o cangrejo rojo americano ha sido registrada en la laguna de Fúquene desde el año 2008, pero aún no se han adoptado medidas claras de manejo para minimizar o atenuar su impacto. Bajo este precepto, el Instituto Humboldt promovió una evaluación general del estado de la langostilla *P. clarkii*, su impacto y relaciones de uso, con el propósito de recomendar medidas de gestión en esta laguna y así hacer una contribución preliminar al manejo que se le debe dar a esta especie. Por lo tanto, este documento es un aporte tanto para la autoridad ambiental como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), como para la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap).

El estudio fue realizado a lo largo de cuatro meses de evaluación (durante el período octubre 2016-febrero 2017), y contiene información relativa a: presencia y distribución de la langostilla en la laguna de Fúquene y su área de influencia, censo de

pesca y su comercialización en centros de acopio en Bogotá, conocimiento biológico y pesquero (tallas, pesos, madurez, junto con algunas relaciones ambientales), ofreciendo al final del documento unos lineamientos de gestión.

## MARCO CONCEPTUAL

### Antecedentes globales y nacionales en el marco político de especies exóticas invasoras

Por sus impactos sobre los ecosistemas y sus afectaciones a la biodiversidad amenazada y endémica, las invasiones biológicas se han convertido en un tema relevante en las políticas ambientales a nivel nacional y global (Capdevila-Argüelles *et al.* 2013). Siendo el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) un instrumento jurídicamente vinculante según el cual, “cada una de las partes contratantes reducirán al mínimo la propagación y la repercusión de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en los ecosistemas, hábitats o especies” (artículo 8h).

La Conferencia de las Partes del CDB, en el año 2002, definió una serie de principios orientadores para la prevención, introducción y mitigación de impactos de especies exóticas cuyo objetivo era asistir a los gobiernos en la lucha contra las EEI como elemento fundamental de la conservación y el desarrollo económico. Fue así como se aprobaron en el 2010 las «Metas de Aichi para la diversidad biológica», y se priorizó la meta 9 sobre especies invasoras (CDB 2010), estableciendo, junto con la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), que los efectos de las especies exóticas invasoras (EEI) pueden repercutir en las condiciones sociales, económicas y ambientales, causando más vulnerabilidad a las comunidades locales (UNESCO 2010).

También cabe destacar que la Política Nacional de la Biodiversidad enmarca dentro de sus líneas estratégicas el reducir los procesos y actividades que ocasionan el deterioro de la biodiversidad, incluyendo la introducción de especies invasoras y trasplante de especies entre ecosistemas, y enfatiza en el control mediante acciones conjuntas entre entidades encargadas del manejo de estas especies. De igual forma, el Ministerio de Ambiente con el soporte técnico y científico de los institutos de investigación científica vinculados al mismo, deja clara la prohibición sobre la introducción al país de especies con riesgo potencial de invasión (Decreto 1220 de 2005 en su párrafo 3° del artículo 8) y declara, mediante la Resolución 848 de 2008, a algunas especies exóticas como invasoras en diferentes ambientes tanto acuáticos como terrestres incluyendo, entre otras, al buchón (*Eichhornia crassipes*), la trucha común (*Salmo trutta*), la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN Posteriormente el Ministerio de Ambiente adicionó al listado de especies exóticas invasoras de la Resolución 848 de 2008, las especies pez león (*Pterois volitans*) y al camarón de Asia o camarón jumbo (*Penaeus monodon*) mediante la Resolución 207 de 2010, por tener riesgo potencial para las especies nativas que se encuentran en su rango de distribución.

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

### Antecedentes de la introducción de *Procambarus clarkii*

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

La langostilla roja *P clarkii* es un crustáceo decápodo, que habita en ambientes de agua dulce tanto lóticos como lénticos. También es comúnmente conocido como cangrejo de río, acocil rojo o *crayfish* (Franco 2014). Su área de distribución original es la costa del Golfo de México de Estados Unidos desde el noreste de México hasta la Florida y también de los estados de Texas, Alabama, Luisiana, Misisipi, Arkansas, Tennessee, Missouri, Illinois, Nuevo México y Oklahoma localizados al sur de los Estados Unidos (FAO 2017). La especie ha sido introducida en casi todos los continentes a excepción de Australia y la Antártida (Campos 2005).

En Colombia, su introducción ocurrió en 1985 y fue permitida mediante la expedición de un registro sanitario como especie experimental para cultivo con fines comerciales en el Valle del Cauca (Valencia *et al.* 2012). Sin embargo, después de presentarse una fuga accidental de individuos, estos se dispersaron por los municipios de Palmira, Jamundí, Santiago de Cali, Guacarí, Yotoco y Guadalajara de Buga, y cuencas del río Cauca (Flórez-Brand y Espinoza – Beltrán 2011). En el año 2004 ya se registraba para la sabana de Bogotá (Campos 2005) y desde el año 2008 en la laguna de Fúquene y el área de influencia del río Suárez (Valencia *et al.* 2012, Pachón 2017).



Figura 1. *Procambarus Scapulicambarus clarkii*. Vista dorsal. Fuente: Pachón 2017.

## Factores de invasividad

Esta especie posee una alta capacidad de tolerancia a cambios fisicoquímicos de los ambientes acuáticos y períodos intensos de sequía (Rodríguez- Almaraz 2001), además de su amplio espectro alimenticio (Romero y von Prah 1988), su asociación con vegetación acuática de abundante presencia en la laguna, su alta tasa de reproducción y propagación (Campos 2005), y su comportamiento territorial y agresivo (FAO 2017) favorecen su rápida colonización y distribución en la laguna de Fúquene.

## ECOLOGÍA

### Hábitat

El hábitat de la especie está asociado directamente a ambientes acuáticos de agua dulce con corrientes lenticas y lóxicas como quebradas, ríos, lagunas, arroyos, canales artificiales, estanques, ciénagas y pantanos (Franco 2014). Se encuentra entre la vegetación acuática nativa o introducida y hojarasca. Presenta un comportamiento territorial y agresivo con su propia especie cuando entra en un estado de tensión donde se ve afectado su espacio o alimentación. Utiliza las zonas del litoral de los cuerpos de agua como zona de hibernada para enterrarse durante los períodos de sequía o frío (FAO 2017).

### Hábitos alimenticios

*P. clarkii* es una especie politrófica, ya que se alimenta tanto de material vegetal como animal incluyendo insectos, larvas de insectos, gusanos (anélidos), huevos de peces y anfibios, presas con algún grado de descomposición y detritos. Es sensible a cambios en la calidad de agua, altas temperaturas y baja concentración de oxígeno, factores que influyen además en su crecimiento. Puede llegar a causar solapamiento de áreas de ocupación y solapamiento trófico a especies de crustáceos. (Romero y von Prah 1988, Campos 2005, López et al. 2012).

En Colombia, específicamente en la zona del Valle del Cauca, se evidencia que la especie en época de aguas altas es detritívora y filtradora y durante el período de sequía (aguas bajas) se alimenta de material vegetal principalmente de algas pardas y verdes (Flórez-Brand y Espinoza-Beltrán 2011).

En este estudio se notó un comportamiento altamente carnívoro, evidenciado por la presencia de peces que fueron utilizados como alimento, en especial, aquellos ejemplares que fueron atrapados por las mallas o redes de pesca. También se observaron eventos de canibalismo al mantener muestras vivas para hacer la evaluación biológica.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN
ABSTRACT
INTRODUCCIÓN
MARCO CONCEPTUAL
ECOLOGÍA
ÁREA DE ESTUDIO
METODOLOGÍA
RESULTADOS
DISCUSIÓN
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
AGRADECIMIENTOS
REFERENCIAS
SOBRE LOS AUTORES

## Reproducción

*P. clarkii* es una especie que posee la estrategia “r” que consiste en un ciclo de vida corto y una alta tasa de reproducción y propagación (Campos 2005). Razón por la cual es catalogada como dominante en los ambientes acuáticos en muchos países del mundo. (Rodríguez-Almaraz 2001). Los individuos que han alcanzado la madurez sexual se aparean o realizan la cópula en aguas abiertas (Rodríguez-Almaraz 2001). En la laguna de Fúquene se percibieron estos eventos de cópula de ejemplares grandes, en las escasas áreas abiertas.

El número de huevos se relaciona directamente con el tamaño; hembras jóvenes presentan una reproducción entre 50 a 100 huevos mientras que hembras adultas de 10 cm pueden llegar a tener 500 huevos (Rodríguez-Almaraz 2001, FAO 2017, Franco 2014) y reproducirse 2 veces al año (Huner y Barr 1984). En condiciones favorables *P. clarkii* puede llegar a tener 3 generaciones por año (Cano y Ocete, 2000). Según estudios realizados en el sur de los Estados Unidos, es capaz de desovar durante todo el año (Valencia *et al.* 2012).

El tiempo de eclosión de los huevos varía entre 21 a 30 días. Durante este tiempo, los huevos van cambiando de color a medida que se van desarrollando, y la hembra airea y mueve los huevos con movimientos del abdomen y de los urópodos. Las larvas nacen alcanzando una longitud de 5 mm en 2 días, al mes ya cuentan con 20 mm, y en tres meses, pueden llegar a alcanzar 80 mm (Campos 2005, Valencia *et al.* 2012, FAO 2017).

## Efectos e impactos

Las introducciones de especies exóticas invasoras en aguas continentales en el mundo se han dado por diferentes causas. Según Gutiérrez (2006) el 42,2 % de los casos fueron con fines de acuicultura, 16 % para pesca deportiva, 13,7 % para mejoramiento del recurso pesquero, 10,8 % con fines ornamentales, 6,8 % para control biológico y el 11,5 % fueron casos accidentales. Constituyéndose los ecosistemas continentales y estuarios a escala global como los más alterados por la introducción de especies (Gutiérrez *et al.* 2010), lo que afectó a las especies nativas en diferentes procesos como: hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, transmisión de patógenos y enfermedades, alteración del hábitat y desplazamiento de las especies nativas, cambios en la estructura de los niveles tróficos, modificando el flujo de energía y ciclo de los nutrientes, aumentando la turbidez en la columna de agua y generando concentración elevada de algas (Gutiérrez 2002, Gutiérrez *et al.* 2010, Hanfling *et al.* 2011, Franco 2014), lo que repercutió negativamente en la economía de los países y la salud humana, por el uso de plaguicidas para combatir estas especies.

Para Whitley y Rabeni (1997) los cangrejos de río revisten de especial importancia por su efecto dañino sobre los ecosistemas y por su capacidad de integrarse en la red alimentaria en muchos niveles, son buenos candidatos para la invasión de los sistemas acuáticos (Franco 2014).

Tal es el caso de *P. clarkii*, considerada como una especie de alto riesgo en aguas continentales (Gutiérrez et al. 2010). Al llegar a ser una especie ingeniera en el funcionamiento de los sistemas hídricos (Momot 1995, Pérez-Bote et al. 2004), los efectos que ha generado su introducción en ambientes acuáticos son variados (Valencia et al. 2012). Debido a que es un enmadrugador terciario (Franco 2014) presenta un hábito excavador que puede llegar a modificar la estructura física del medio en que se desarrolla, causando daños en zonas litorales al degradar, debilitar y producir desplazamientos de tierra y desperfectos en embalses y estructuras de irrigación, tambres construidos para el control de inundaciones, cimientos de edificaciones, tuberías de aguas servidas y cultivos. (Flórez-Brand y Espinoza-Beltrán 2011, Valencia et al. 2012).

La tolerancia a condiciones ambientales como largos períodos de sequía sumado a la alta proliferación y establecimiento de la especie, reduce poblaciones de peces, anfibios y crustáceos porque compite por territorio y alimento, además es un gran depredador de invertebrados que en sus diferentes fases de desarrollo ataca a su misma especie. La *P. clarkii* sobre aves buceadoras de hábitos fitófagos, crea tensión por la presión que los cangrejos ejercen sobre la vegetación subacuática por su actividad ramoneadora, modificando en poco tiempo la estructura de la vegetación. (Momot 1995, Herrera et al. 2006)

De otro lado, las langostillas afectan directamente a más de un nivel trófico (detritívoro, macroinvertebrados y herbívoros (Hilly Lodge 1995), causando alteraciones en el flujo de energía por aumentos en la conexión por alimento en varios niveles (Stenroth y Nyström 2003). En los ambientes acuáticos de España según Geiger et al. (2005) gran parte de los detritos fueron consumidos por *P. clarkii*, y la energía obtenida se transfirió directamente a depredadores (peces, aves y mamíferos), disminuyendo la transferencia de energía a macrófitas, herbívoros y carnívoros primarios, ofreciendo así una mayor disponibilidad de energía para los depredadores vertebrados (Franco 2014).

En España, ha ocasionado la reducción del área de distribución del cangrejo (*Austropotamobius pallipes*) limitando su presencia a las zonas más altas de las cuencas (Alonso et al. 2000) y provocando daños en los cultivos de arroz y en los sistemas de riego, interfiriendo en las cadenas tróficas (Cano y Jiménez 2003, Valencia et al. 2012). Se ha llegado a identificar presas como embriones y larvas de por lo menos 13 especies de anfibios en los ambientes acuáticos de la Península Ibérica en Italia (Renai y Gherardi 2004). Además, se le atribuye la dispersión de enfermedades a crustáceos nativos por ser portador del hongo *Aphanomyces astaci* causante de su disminución o desaparición en varias regiones de Europa (Rodríguez- Almaraz 2001, FAO 2017), además ha resultado positivo al cólera (Gutiérrez et al. 2010).

En Colombia, no obstante, sus impactos no han sido completamente evaluados. Flórez-Brand y Espinoza-Beltrán (2011) concluyeron que aún en los ambientes acuáticos de la cuenca del río Palmira, donde el establecimiento de *P. clarkii* ha sido exitoso, estos no han sido alterados ya que no han ocasionado un impacto evidente sobre las comunidades bióticas locales. Para el caso de la laguna de Fúquene se ha evidenciado

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN la depredación de esta especie sobre peces que quedan atrapados en las redes, perjudicando a los pescadores, además de la construcción de madrigueras en jarillones  
ABSTRACT que se utilizan para el control de inundaciones, de donde surgen interrogantes acerca de la desestabilización de estas estructuras (Pachón 2017).  
INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

## ÁREA DE ESTUDIO

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Fúquene (5° 29' 56.39" N; 73° 46' 59.97" O) se localiza en la cuenca de los ríos Ubaté-Suárez, en la cordillera Oriental de Colombia (Guzmán 2007). Se sitúa entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá a una altura de 2543 m s.n.m. (FH y IAVH 2004, Moreno *et al.* 2007). Cuenta con una extensión de 3100 ha y una profundidad promedio de 2,3 m (Quevedo 2015) y su área de drenaje es de 991,6 km<sup>2</sup> (CAR 2006). Se constituye en uno de los humedales alto andinos más importantes y de gran valor ecológico por contener una diversidad biológica única (Franco *et al.* 2011) proveyendo servicios ambientales importantes para la sociedad.

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

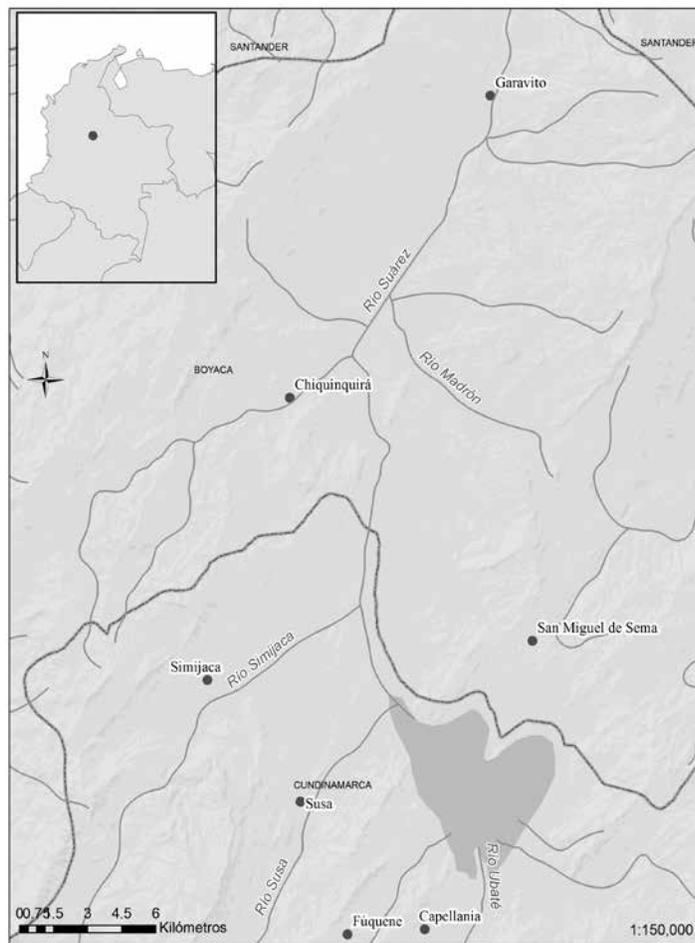


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio. Fuente: presente estudio.

El ecosistema ha sido objeto de una fuerte presión, producto de múltiples intervenciones antrópicas tales como intentos de desecación y destinación a usos contrarios a los de su naturaleza como ecosistema acuático (Franco-Vidal *et al.* 2015), lo mismo que a la deforestación de la cuenca, sedimentación y pérdida de su capacidad de almacenamiento, contaminación del agua, introducción de especies invasoras, cambios en el nivel del agua, mal manejo de la agricultura y la ganadería y ausencia de un enfoque de manejo como un sistema socioecológico (Fundación Humedales 2007 y Valderrama *et al.* 2016). Esto ha conllevado a un proceso de degradación y transformación ecológica que amenaza, no solo a la biodiversidad nativa, sino a los servicios ecosistémicos que ofrece al sistema socioecológico.

## METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló entre octubre de 2016 y febrero de 2017. En la etapa inicial se recolectó información en campo a partir de un censo de pescadores en la laguna y su área de influencia (río Suárez). Se realizaron encuestas socioeconómicas para definir la distribución de la especie y la estrategia de pesca y comercialización utilizada (artes, zonas, épocas, etc.). Se aprovecharon las visitas a ser realizadas para coleccionar la información biológico-pesquera de la especie y se complementó con la ejecución de muestreos biológicos en diferentes sectores de la laguna. Complementariamente se realizaron visitas a puntos de mercado en Bogotá para definir alternativas de comercialización.

### Toma de muestras e información biológica

El muestreo biológico se realizó durante 2 meses (noviembre y diciembre de 2016) con el apoyo de 2 pescadores quienes ejercían la actividad pesquera en la zona. Los individuos fueron recolectados vivos y trasladados para la toma de parámetros biológicos. En laguna de Fúquene se recolectaron individuos en 10 estaciones que fueron agrupadas en tres subestratos para facilitar, tanto el análisis de la información, como la comprensión sobre la presencia de la especie, su comportamiento y la relación ecológica que presentan (Tabla 1), (Figura 3).

En cada estación se determinó longitud y peso para cada individuo colectado. El total de individuos colectados fueron agrupados con el fin de estimar la talla media de captura TMC (longitud cola L cola mm) y el porcentaje de individuos capturados por subestratos de muestreo. Se construyeron histogramas de frecuencia para evaluar la estructura de tallas de la especie en su área de distribución y se estableció la relación peso total-longitud de cefalotórax utilizando el modelo de regresión potencial a través del modelo:  $Y = a X^b$ . Donde: Y es el peso (g), X representa la longitud del cefalotórax (mm), (a) constante y (b) el coeficiente de alometría.

En cuanto a fecundidad y madures, para el estudio únicamente se tomaron registros del peso en gramos de la gónada y número de ovocitos encontrados en los sacos ovígeros hallados en los pleópodos de las hembras. Según las hembras encontradas se estableció una talla mínima y máxima de madurez según la longitud de la cola y su talla media de captura (TMC).

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN  
 ABSTRACT  
 INTRODUCCIÓN  
 MARCO CONCEPTUAL  
 ECOLOGÍA  
 ÁREA DE ESTUDIO  
 METODOLOGÍA  
 RESULTADOS  
 DISCUSIÓN  
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  
 AGRADECIMIENTOS  
 REFERENCIAS  
 SOBRE LOS AUTORES

	Substrato	Estación de muestreo	Característica
RESUMEN ABSTRACT	Centro	Frente isla	Zona de aguas libres sin presencia de vegetación
		Centro laguna	
INTRODUCCIÓN MARCO CONCEPTUAL	Transición	Río Suárez	Zona donde existe un estado intermedio de establecimiento de especies invasoras como el buchón y elodea que se extienden hacia áreas abiertas
		Chibaba	
		Túnel Hondo	
		Frente Chalet	
		Carrizal	
ÁREA DE ESTUDIO METODOLOGÍA	Litoral	Q. Monroy	Zona de orilla (borde del cuerpo de agua)
		Túnel	
		Puerto	
RESULTADOS	Canal	Chiquinquirá	Canal de agua turbia con presencia de vegetación nativa

Tabla 1. Substratos y estaciones de muestreo en la laguna de Fúquene.

### Comercialización

Se visitaron diferentes puntos de comercialización como pesqueras y algunas cevi-cherías, fruterías y restaurantes en plazas de mercado como Corabastos, plaza de las Flores, Paloquemao, el Restrepo y las Nieves para evaluar el comercio de la langostilla roja, su procedencia y canales de mercado utilizados.

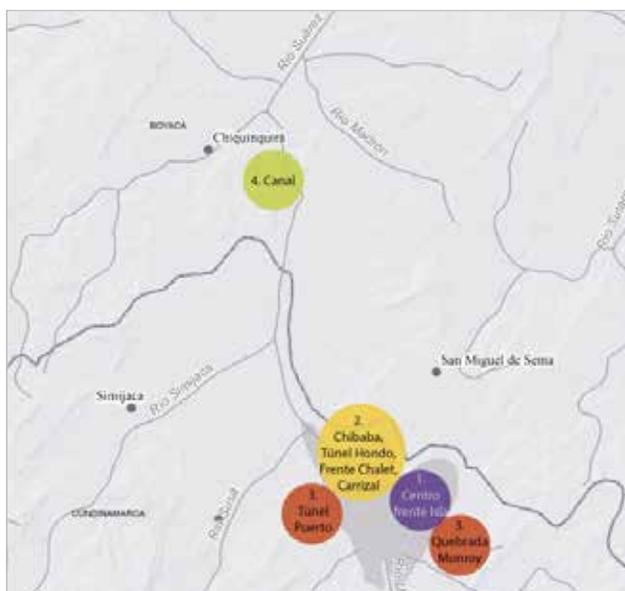


Figura 3. Ubicación de las estaciones por substratos en la laguna de Fúquene: 1) Centro 2), Transición 3), Litoral 4), Canal o zanjón. Fuente: presente estudio.

## RESULTADOS

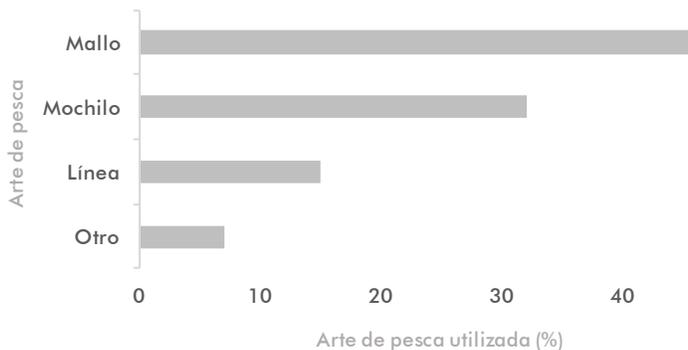
### Relaciones de uso de la langostilla

En la laguna de Fúquene se identificaron 26 pescadores que reportaron langostilla en sus áreas de pesca, encontrándose presente en todo el cuerpo de agua, quebradas y ríos, vallados y pocetas. La distribución de la especie en la zona se ha extendido a los humedales de Cucunubá y Palacio y todo el cauce del río Suárez hasta Garavito (ver Figura 3), Las observaciones de langostilla roja según el censo realizado a pescadores (Pachón 2017) se iniciaron en el año 2008 en el corregimiento de Nariño, municipio de Caldas en una quebrada, y al mismo tiempo en el río Quindión en Chiquinquirá. Se considera que con la inundación del año 2011 ejemplares fugados migraron por el río Suárez hasta la laguna de Fúquene donde se registra su presencia desde hace 6 años.

La pesca de la langostilla roja en la laguna de Fúquene se ejerce de manera incidental al caer en las artes de pesca utilizadas por los pescadores para la captura de especies como el capitán *Eremophilus mutisii* y la carpa *Cyprinus carpio*.

El 46 % de los pescadores encuestados reportaron capturas de langostilla durante todo el año, el 38,5 % mencionan mayor abundancia en época de lluvias, cuando la laguna tiene un mayor nivel de agua. El 15,4 % menciona mayor presencia en época de sequía en zonas de jarillones y sobre la vegetación flotante. En cuanto a artes de pesca, se reporta la presencia de la langostilla roja en mallo o red de enmalle (46 %), mochilo o nasa de mano (32 %) y con menor frecuencia en línea o anzuelo (15 %), y en otras artes como jaulas y el gancho (7 %).

#### Arte de pesca langostilla roja



**Figura 4.** Artes de pesca empleadas en la captura incidental de langostilla roja en la laguna de Fúquene. Fuente: Pachón 2017

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN  
ABSTRACT  
INTRODUCCIÓN  
MARCO CONCEPTUAL  
ECOLOGÍA  
ÁREA DE ESTUDIO  
METODOLOGÍA  
RESULTADOS  
DISCUSIÓN  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  
AGRADECIMIENTOS  
REFERENCIAS  
SOBRE LOS AUTORES

La pesca directa de la langostilla es ejercida solamente por el 8,3 % de los pescadores artesanales que la utiliza para venta local, y de ellos, un pescador ejerce su captura de manera permanente.

La cola de la langostilla es comercializada en restaurantes en Bogotá D.C. El comercio en esta ciudad es amplio y utiliza ejemplares también provenientes de otros lugares. Su comercialización se presenta en las plazas de mercado como Corabastos, el Restrepo, las Nieves y específicamente en puestos de venta de productos de vitaminas, fruterías y cevicherías. Se ofrece viva con tamaños entre 7 y 8 cm L Total y son exhibidas en peceras o acuarios junto con el cangrejo de la sabana *Neostrengeria macropa*. El precio varía dependiendo del lugar y el tamaño, entre \$1.000 y \$10.000 la unidad.

### Distribución en la laguna de Fúquene

Se capturaron en total 858 individuos durante el período de muestreo de la langostilla. El 58.3 % de las capturas correspondieron al sustrato Transición que reunió 5 estaciones de muestreo (río Suárez, Chibaba, Túnel Hondo, Frente Chalet y Carrizal). El 24 % corresponden a los datos obtenidos en el sustrato Litoral (Quebrada Monroy, Túnel y Puerto), seguido con un 16,5 % el sustrato Centro, con estaciones Centro y Frente isla y, por último y en menor proporción en el Zanjón con un registro 1,2 % (Figura 5).

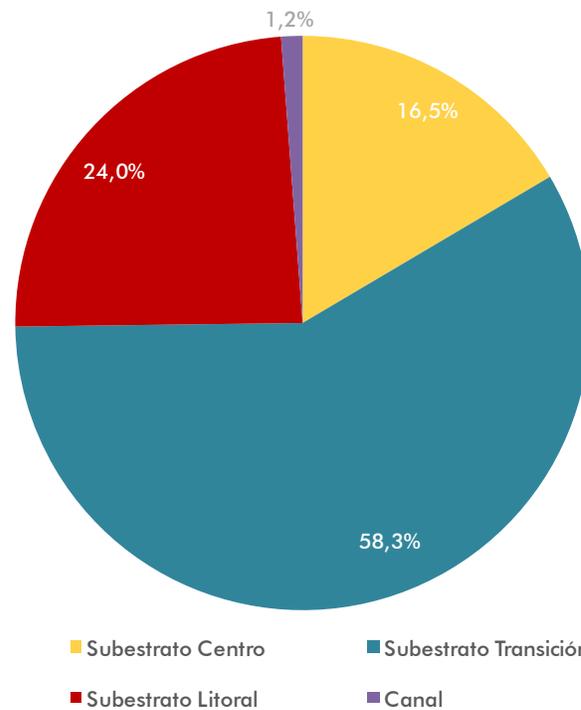


Figura 5. Porcentaje de individuos capturados por cada sustrato en la laguna de Fúquene. Fuente: presente estudio.

En todos los substratos se presentó una estrecha relación potencial entre el peso total del individuo en función de la longitud del cefalotórax. Los valores del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) fueron altos y el coeficiente alométrico (b) presentó valores cercanos a 3, indicando un posible crecimiento isométrico para la especie (Figura 6).

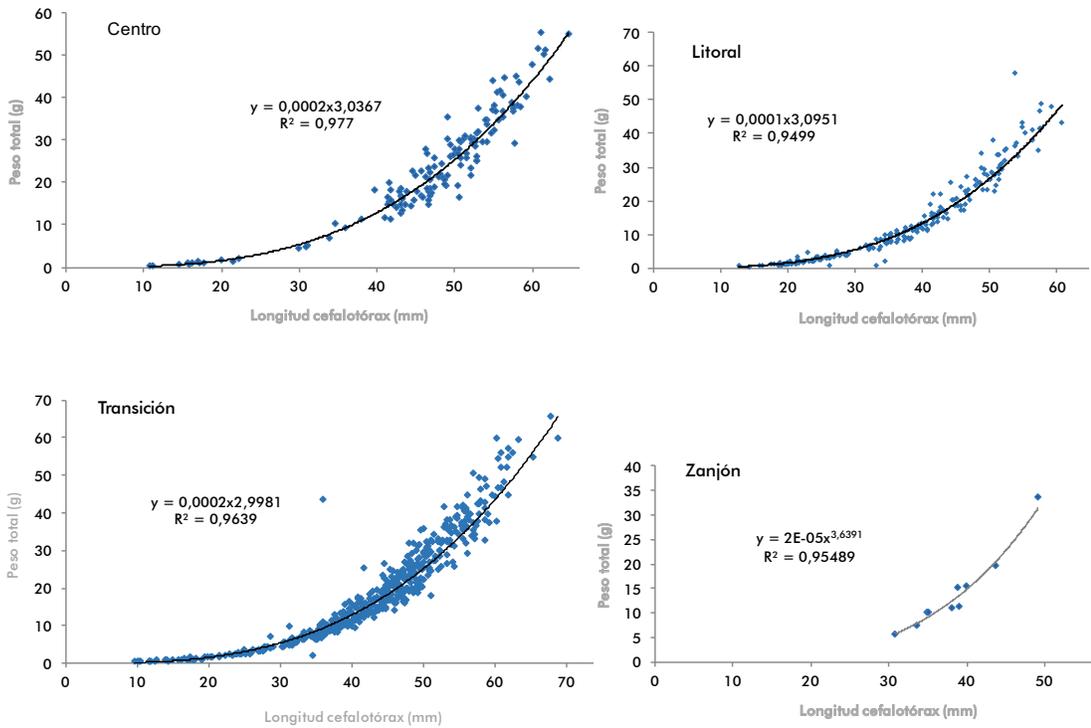


Figura 6. Relación longitud-peso de los individuos de langostilla roja *P. clarkii* capturados en cuatro substratos. Fuente: Pachón 2017.

El substrato Centro presenta mayor cantidad de individuos, principalmente machos de tallas grandes, entre 50 mm y 55 mm L cola, donde aprovechan el área de aguas libres para realizar la copula. Por el contrario, el mayor porcentaje de hembras fue encontrado en el substrato Litoral, ya que esta zona se caracteriza por tener espacios que la especie considera apropiados para la construcción de madrigueras donde se efectúa la eclosión de los huevos y el mantenimiento de los juveniles por un tiempo determinado (Tabla 2). Este substrato presenta ejemplares con rango de tallas grandes (de 25, 40 y 50 mm L cola), mientras que en el substrato Transición se presentan individuos de todos los tamaños, estando en mayor cantidad juveniles desde 10 mm, hasta individuos que alcanzan 50 mm L cola (Figura 7).

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

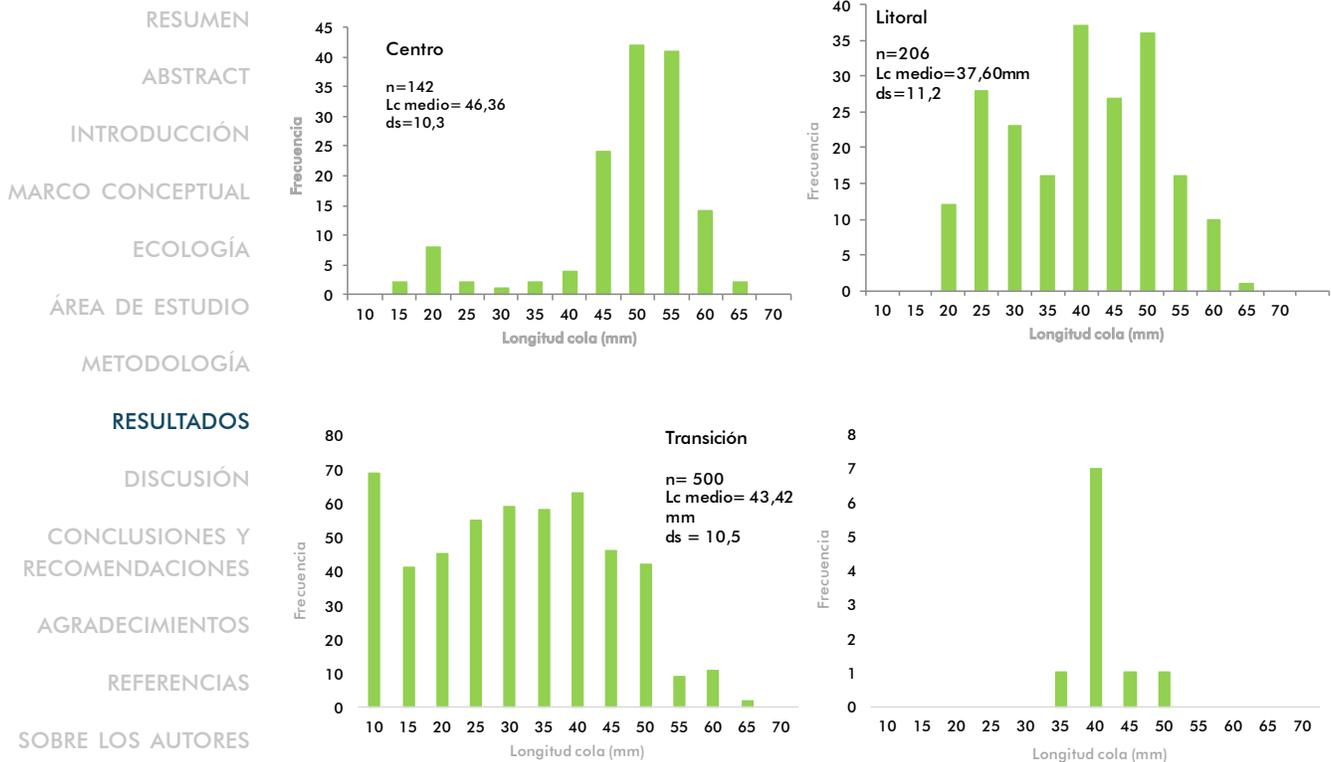


Figura 7. Frecuencia de tallas de ejemplares capturados por substratos (longitud cola (L cola mm)). Fuente: Pachón 2017.

Parámetros biológicos	Substratos			
	Centro	Litoral	Transición	Zanjón
Ancho del cefalotórax (mm)	19,47	15,59	18,20	17,23
Longitud del cefalotórax (mm)	46,48	36,59	42,89	38,27
Longitud de la cola (mm)	46,21	37,60	43,42	38,86
Longitud de la quela (mm)	33,58	23,33	27,80	22,66
Peso total (g)	23,87	14,10	19,52	13,86
Peso cola (g)	5,65	3,40	4,72	3,32
Machos %	68,3	53,9	61,8	70
Hembras %	31,7	41,6	38,2	30

**Tabla 2.** Promedios de los parámetros biológicos medidos por cada substrato identificado en la laguna de Fúquene.

La Talla Media de Captura (TMC) de los individuos colectados fue de 41,52 mm L cola con rango entre 37,60 mm L cola y 46,21 mm L cola. Individuos maduros se registraron únicamente en los substratos Transición y Litoral. Se capturaron en total 27 hembras con sacos ovígeros en sus pleópodos, determinándose una talla mínima

de madurez de 35,4 mm L cola y una talla máxima de 66,5 mm L cola. En estos substratos se presentó vegetación exótica introducida como buchón (*Eichhornia crassipes*), con zonas de orilla donde fácilmente la langostilla construye madrigueras que actúan como zonas de refugio, alimentación y cría de la especie. La presencia de reproductores y su abundancia predominan en aguas altas, desarrollándose en áreas que presentan buchón. En cuanto a la calidad del agua, en estos substratos predominó el agua clara o en buen estado, adecuada para el desarrollo, establecimiento y propagación de la especie.

## DISCUSIÓN

La presencia de *P. clarkii* en la cuenca de la laguna de Fúquene, la identificación de una estructura representativa de todo su rango poblacional, el reconocimiento de eventos reproductivos exitosos, la evidencia de reclutamientos a la población y la progresiva ampliación de su distribución, nos permiten aseverar su establecimiento y confirmar su condición de especie introducida e invasora.

La especie es considerada como especie de alto riesgo en aguas continentales, según el protocolo de riesgo de invasión aplicado para la especie (Gutiérrez et al. 2010). De acuerdo con Valencia et al. (2012) en Gutiérrez et al. 2012 *P. clarkii* fue introducido a Colombia desde los Estados Unidos en 1985 con registro sanitario del ICA número ON-867-85. En la cuenca del río Palmira (Valle del Cauca) logró establecerse de manera exitosa, junto con especies de peces nativos e introducidos, aunque se desconoce su verdadera interacción (Romero-Tigreros 1988, Romero-Tigreros y von Prah 1988, Rojas-Pérez y González 1998, Álvarez-León 2001a, Álvarez-León 2001b, Álvarez-León 2001c, Flórez-Brand y Espinoza-Beltrán 2011), se reportó igualmente para la Sabana de Bogotá (Campos 2005), y Pachón 2017 registró formalmente su presencia en la laguna de Fúquene y posiblemente en toda la cuenca.

Por la problemática asociada al establecimiento de *P. clarkii* en la laguna de Fúquene se amerita se contemplen dos medidas urgentes para su manejo. La primera, que la especie sea reconocida como especie invasora por las autoridades ambientales, porque actualmente no ha sido oficialmente categorizada como tal y, en segundo lugar, se formule un plan que establezca las acciones de control y manejo de esta especie de acuerdo con las directrices establecidas por el Plan de Prevención, Control y Manejo de Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras (Ministerio de Medio Ambiente 2011).

Consideramos que el establecimiento de la langostilla está generando impactos aún por evaluar, en especial, sobre las especies nativas tanto de peces (capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* y guapucha *Grundulus bogotensis*) como crustáceos (cangrejo de la sabana *Neostrengeria macropa*). Por lo tanto, la principal estrategia para la conservación de estas especies nativas amenazadas se dirige a fomentar el uso y

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	aprovechamiento de <i>P. clarkii</i> como especie de consumo y así contribuir a disminuir su tamaño poblacional o, por lo menos, al control del mismo.
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	La competencia institucional para la evaluación de estado de esta especie invasora es de la CAR, con la participación del Comité Técnico Nacional de Especies Exóticas según resolución 1204 de 2014 del Ministerio de Ambiente incluyendo, entre otros,
MARCO CONCEPTUAL	al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt como entidad encargada de evaluar y valorar la biodiversidad colombiana. No obstante,
ECOLOGÍA	al existir un aprovechamiento como recurso de consumo, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP deberá coordinar acciones con las autoridades ambientales.
ÁREA DE ESTUDIO	
METODOLOGÍA	
RESULTADOS	
DISCUSIÓN	El marco legal colombiano, que diferencia los recursos pesqueros de los recursos hidrobiológicos, condiciona que estas instituciones deban trabajar de forma coordinada y efectiva superando las diferencias en las competencias institucionales, en parte,
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	porque existen fronteras ambiguas para la intervención sobre recursos introducidos o trasplantados, muchos de ellos ya declarados invasores, pero que al mismo tiempo hacen parte ya de sus sistemas socioecológicos.
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	Para su manejo es necesario resolver el vacío de información en dos campos de la investigación: la dinámica de su población y la evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos. Por lo tanto, se requiere determinar a través de un ciclo anual los parámetros de edad y crecimiento, distribución, tamaño poblacional y abundancia relativa, así como sus épocas exactas de madurez, reproducción, reclutamiento y relaciones ecológicas. Así mismo, en materia de inocuidad de alimentos, es necesario emitir un concepto técnico para su manipulación y consumo.

En los momentos actuales hay dos circunstancias que favorecen la formulación e implementación de acciones de control y manejo de *P. clarkii* en la laguna de Fúquene. Una de ellas es la declaratoria del Distrito Regional de Manejo Integrado del Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio (Acuerdo CAR 18 del 2017) y la otra, la posible inclusión de acciones específicas de control y manejo dentro del Plan de Manejo PMA del DRMI. Además existe un factor adicional y es el interés que posee la comunidad de pescadores de la laguna para vincularse al plan de control y manejo, lo cual amerita se considere la creación de incentivos para motivar su participación en programas de control o erradicación, tal como lo recomienda el Plan de Prevención, Control y Manejo de Especies Introducidas, Trasplantadas en Invasoras (Ministerio de Medio Ambiente 2011).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio realizado en la laguna de Fúquene permitió identificar a *P. clarkii* como especie introducida ampliamente distribuida y establecida en el cuerpo lagunar y a lo largo del río Suárez.

Como se prevén impactos sobre la fauna nativa, en especial sobre especies amenazadas de peces como el capitán de la sabana, se recomienda contemplar su uso y aprovechamiento como principal estrategia para la conservación de las especies nativas amenazadas en la laguna. Esta estrategia se apoya en el amplio potencial de demanda que la especie posee para su comercialización.

Para contribuir a su control y manejo, la especie debe ser reconocida como especie invasora. Se debe formular e implementar un plan de control y manejo en marcado en el plan de manejo ambiental PMA del reciente creado Distrito de Manejo Integral DRMI del complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacios. Este plan debe incorporar la participación de la comunidad de pescadores en las acciones de control.

Por su alta demanda comercial, en materia de inocuidad de alimentos, es necesario emitir un concepto técnico para su manipulación y consumo.

Dada la connotación de especie invasora con uso pesquero potencial, obliga a que se fortalezcan las acciones de coordinación entre las autoridades ambientales y la pesquera, con la finalidad de generar líneas de acción eficaces para el control y manejo de especies como la langostilla, la cual ya se ha incorporado al sistema socioecológico de la pesca en la laguna de Fúquene.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt por su apoyo a esta investigación, en especial reconocimiento a Germán Andrade y Hernando García. A la Fundación Humedales por su asesoría y apoyo logístico. A los pescadores de la laguna de Fúquene por su colaboración en los trabajos de campo, entre ellos a Miguel Tinjacá y Esaú Pachón. Y a María Pinilla por la elaboración de los mapas de la laguna.

## BIBLIOGRAFÍA

Alonso, F., C. Temiño y J. Diéguez-Uribeondo. 2000. Distribución y situación actual del cangrejo de río autóctono, *Austrapotamobius pallipes*, en España. *Revista Bulletin Francaise de la Peche et la Pisciculture* 356: 031-054. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/viewFile/103/92>

Álvarez-León, R. 2001<sup>a</sup>. Resultados de las evaluaciones realizadas ante la introducción a Colombia de *Procambarus clarkii* y *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Cambaridae, Parastacidae). *Ecology and Biology*. 21 pp. 14TH IAA Symposium International Association of Astacology/ Asociación Internacional de Astacología, agosto 5-10 de 2001. Guanajuato (México).

Álvarez-León, R. 2001<sup>b</sup>. Introducción a Colombia de los astacoideos, *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) y *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae): Estado de

- RESUMEN su conocimiento y perspectivas de su aprovechamiento. Conservation and Management. 56 pp. 14TH IAA Symposium International Association of Astacology/Asociación
- ABSTRACT Internacional de Astacología, agosto 5-10 de 2001. Guanajato (México).
- INTRODUCCIÓN Álvarez-León, R. 2001c. Introducción de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parasticidae) a Colombia: estado de su conocimiento y perspectivas de
- MARCO CONCEPTUAL su aprovechamiento. Conservation and management. 55 pp. 14TH IAA Symposium International Association of Astacology/Asociación Internacional de Astacología, agosto 5-10 de 2001. Guanajuato (México).
- ECOLOGÍA
- ÁREA DE ESTUDIO Baptiste, M. P., N. Castaño, D. Cárdenas, F. P. Gutiérrez, D. L Gil y C. A Lasso (eds.). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 202 pp.
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN Cano, E. y M. E. Ocete. 2000. Tamaño medio y ecología reproductiva de *Procambarus clarkii* Girard (1852) (Decapoda, Cambaridae) en las marismas del bajo Guadalquivir. *Zool. Baetica* 11: 17-26. Disponible en: [http://www.ugr.es/~zool\\_bae/vol11/zoo-2.pdf](http://www.ugr.es/~zool_bae/vol11/zoo-2.pdf)
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES Cano, E y A. Jiménez. 2003. Efectos de *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) sobre las plántulas de arroz y su control usando un surfactante no-iónico, en las marismas del Bajo Guadalquivir. *Bol. San. Veg. Plagas* 29: 641-648.
- AGRADECIMIENTOS
- REFERENCIAS Campos, M. R. 2005. *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii* (Girard, 1852), (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). Una langostilla no nativa en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 29 (111): 295-302.
- SOBRE LOS AUTORES Capdevila, A. L., B. Zilletti, y V. Suárez. 2013. Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies exóticas invasoras. Real Sociedad Española de Historia Natural Segunda época. Madrid, España. Disponible en: <http://historia.bio.ucm.es/rsehn/index.php?d=publicaciones&num=30&w=195&ft=1>
- CAR. Plan de ordenamiento de la cuenca de los ríos Ubaté Suárez. 2006. Diagnóstico prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez. Corporación Autónoma Regional, Bogotá, D.C. 308 pp.
- Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB). 2010. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020.
- Cruz, M. J. y R. Rebelo. 2005. Vulnerability of Southwest Iberian amphibians to an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*. *Amphibia-Reptilia* 26: 293–303.
- Flórez-Brand, P. E. y J. O. Espinoza-Beltrán. 2011. Presencia y dispersión del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii* Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 12 (2): 57-62.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 2017. Cultured Aquatic Species Information Programme *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Disponible en: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus\\_clarkii/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus_clarkii/en)
- Food and Agricultural Organization (FAO). 1995. Código de conducta para la pesca responsable. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-v9878s.pdf>
- Franco-Sustaita, M. K. 2014. Morfometría, distribución actual y potencial en el norte de México del acocil rojo *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Cambaridae). Tesis para optar el grado de doctor en Ciencias con Acentuación en Manejo de Vida Silvestre

y Desarrollo Sustentable. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 214 pp.

- Franco-Vidal, L., J. Delgado y G. I. Andrade. 2011. Laguna de Fúquene. Entender la crisis, visualizar el futuro y acordar el camino. En: Quevedo Y., M. Valderrama. (eds.). Memorias encuentro laguna de Fúquene ¿Es posible evitar su desaparición? Diálogo por un futuro posible. Fundación Humedales. Ubaté, Cundinamarca. 17-26 pp.
- Franco-Vidal, L., C. A. Ruiz-Agudelo, J. Delgado, G. Andrade y A. Guzmán. 2015. Interacciones socioecológicas que perpetúan la degradación de la laguna de Fúquene, Andes orientales de Colombia. *Ambiente y Desarrollo* 19 (37): 49-66. ISSN: 0121-7607 Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteysesarrollo/article/view/12398/11575>
- Fundación Humedales e Instituto Alexander von Humboldt. 2004. Caracterización biofísica, ecológica y sociocultural del complejo de humedales del Valle de Ubaté: Fúquene, Cucunubá y Palacio. Una contribución a la definición de escenarios y objetivos de manejo para la conservación de la biodiversidad. Informe final. Bogotá, D.C. 215 pp.
- Fundación Humedales. 2007. Monitoreo participativo de la laguna de Fúquene. Una iniciativa para llenar el vacío entre información conocimiento y gestión ambiental. En: Franco, L y G. Andrade (Eds). Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Fundación Humedales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Bogotá, Colombia. 301-316 pp.
- Gutiérrez, F. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C., Colombia. 158 pp.
- Gutiérrez, F. P, C. A. Lasso, D. P. Sánchez y L. D. Gil. 2010. Análisis de riesgo para especies acuáticas continentales y marinas. En: Baptiste M. P., N. Castaño, D. Cárdenas, F. P. Gutiérrez, D. L. Gil y C. A. Lasso (eds.). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 149-199pp.
- Guzmán, A. 2007. Comunidades vegetales asociadas a juncales en la laguna de Fúquene. En: Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Fundación Humedales e Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia. 131-154 pp.
- Herrera, G. A., J. Barquin y A. Gómez. 2006. Colonización de la isla de Tenerife (Islas Canarias) por el cangrejo rojo americano *Procambarus clarkii* Girard (1852) (Decapoda, Cambaridae). *Revista Academia Canaria de Ciencias* 18 (4): 81-88.
- Huner y Barr, J. E. 1984. Red swamp crawfish. Biology and exploitation. The Louisiana Sea Grant College Program, Louisiana State University 135pp.
- Johannes, R. E. y P. A. Larkin. 1961 Competition for food between redbreast shiners (*Richardsonius balteatus*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) in two British Columbia lakes. *J. Fis. Res. Board. Can.* 18 (2): 203-220.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). 2010. Lineamientos para la gestión nacional de especies exóticas invasoras. 141 pp. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001906/190691s.pdf>
- ABSTRACT
- INTRODUCCIÓN Ley 165. Convenio sobre Diversidad Biológica. Diario Oficial de la República de Colombia, Santafé de Bogotá, D.C., 9 de noviembre de 1994.
- MARCO CONCEPTUAL Marine Stewardship Council. 1998. Principios y criterios para la pesca sustentable. 7 pp.
- ECOLOGÍA Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. Bogotá D.C. 67 pp.
- ÁREA DE ESTUDIO Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2011. Plan Nacional para la Prevención, Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras. Bogotá, 84 pp.
- METODOLOGÍA Momot, W. T. 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries. Science* 3: 33-65.
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN Moreno, C. A, M. A. Fernández y I. Cavelier. 2007. Valoración económica de los principales bienes y servicios ambientales provistos por los ecosistemas estratégicos de la jurisdicción CAR y diseño de instrumentos de política que promuevan el uso sostenible de los recursos naturales. Cuarta Parte: Instrumentos de política diseñados de manera participativa y enfocados hacia la conservación de los servicios ambientales en la laguna de Fúquene con base en su valor económico. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)-Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 52 pp.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- AGRADECIMIENTOS
- REFERENCIAS
- SOBRE LOS AUTORES Pachón, P. Y. 2017. Evaluación general del estado de la langostilla roja *Procambarus clarkii*, en la laguna de Fúquene y su área de influencia. Informe final. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 63 pp.
- Pérez-Bote, J. L., A. Muñoz, A. J. Romero, A. B. Martín, E. Méndez y M. T. López. Primer caso de depredación del cangrejo rojo americano *Procambarus clarkii* (Girard 1853) (Crustacea: Decapoda: Astacidae) sobre *Triops cancrivorus mauritanicus* (Ghigi 1801) (Crustacea: Notostraca: Triopsidae) en lagunas temporales del suroeste ibérico. Área de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, E-06071 Badajoz, España.
- PNGIBSE. 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. 128 pp.
- Quevedo, C. Y. 2015. Evaluación biológica pesquera y socioeconómica de la especie endémica capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* (Humboldt 1805) asociada al uso, como un aporte a su conservación en el altiplano cundiboyacense. Informe final. Convenio AUNAP-Fundación Humedales. Bogotá, D.C. 79 pp.
- Renai, B. y F. Gherardi. 2004. Predatory efficiency of crayfish: comparison between indigenous and non-indigenous species. *Biological Invasions* 6: 89-99.
- Rodríguez-Almaraz, G. A. 2001. Fisiología reproductiva del acocil rojo *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda): Establecimiento del ciclo de maduración gonadal y evaluación de su potencial reproductivo. Tesis doctoral en Ciencia Biológicas con Especialidad en Acuicultura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 253 pp.
- Rojas-Pérez, R. y E. González. 1998. Evaluación ambiental y dispersión del camarón de río *Procambarus clarkii* (Girard 1852), en el área de influencia del Zanjón Romero, municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVS), Cali (Valle). Inf. Técnico, s. p.

- Romero-Tigreros, L. E. 1988. Reproducción y desarrollo post-larval del camarón de río *Procambarus clarkii* (Baird 1852). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 86 pp.
- Romero-Tigreros, L. E. y H. von Prahl. 1988. El camarón rojo de río *Procambarus clarkii* ¿una especie promisorio? Colciencias/CIID. Boletín Red de Acuicultura 2 (1 y 2):11-15.
- Sommer T. R. 1984. The biological response of crayfish *Procambarus clarkii* to transplantation into California rice fields. *Aquaculture* 41: 373-384.
- Valderrama, M., M. Pinilla, G. Andrade y S. Hernández. 2016. Lake Fúquene. Springer Science Business Media Dordrecht 2016. En: C.M. Finlayson *et al.* (eds.), The wetland book. DOI 10.1007/978-94-007-6173-5\_282-1
- Valencia, D. M., F de P. Gutiérrez y R. Álvarez. 2012. *Procambarus clarkii* (Girard 1852). Crustáceos Exóticos. En: Gutiérrez, F de P., C. Lasso., M. P. Baptiste., P. Sánchez-Duarte y A. Díaz. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie editorial recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 80-83 pp.

## SOBRE LOS AUTORES

Yecika Pachón Patiño, Administradora Ambiental y de los Recursos Naturales de la Universidad Santo Tomas. Investigadora de la Fundación Humedales. Ha trabajado para el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en temas relacionados con la conservación de la biodiversidad y monitoreo participativo en la laguna de Fúquene.

Mauricio Valderrama Barco, Ecólogo pesquero. Director de la Fundación Humedales, con experiencia en dinámica de poblaciones de peces y ordenación de recursos y conservación de ecosistemas acuáticos.

Citación sugerida: Pachón Y. y M. Valderrama. 2018. Anotaciones al estado, uso y gestión de la langostilla roja *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii*, especie invasora en la laguna de Fúquene (Cundinamarca, Colombia). *Biodiversidad en la Práctica* 3 (1): 30-51.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

### Juliana Montoya

Investigadora Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Docente investigadora Universidad EAFIT y Universidad Externado de Colombia  
[jmonto93@eafit.edu.co](mailto:jmonto93@eafit.edu.co)

### Diana Marcela Ruiz

Investigadora Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
[druiz@humboldt.org.co](mailto:druiz@humboldt.org.co)

### Germán Andrade

Profesor-consultor Universidad de los Andes-facultad de administración  
[gandrade@uniandes.edu.co](mailto:gandrade@uniandes.edu.co)

### Clara Matallana

Investigadora Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
[cmatallana@humboldt.org.co](mailto:cmatallana@humboldt.org.co)

### Jhonatan Julián Díaz Timoté

Investigador Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
[jjdiaz@humboldt.org.co](mailto:jjdiaz@humboldt.org.co)

### Juan Azcárate

Investigador Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
[jazcarate@humboldt.org.co](mailto:jazcarate@humboldt.org.co)

### Alexandra Areiza

Investigadora Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
[aareiza@humboldt.org.co](mailto:aareiza@humboldt.org.co)



## REFLEXIÓN

---

## Visión integral para la gestión de las áreas protegidas urbanas en Colombia

### RESUMEN

En un mundo en urbanización, las apuestas por implementar estrategias para la sostenibilidad de las ciudades se hacen cada vez más necesarias, en especial, aquellas que tienen que ver con la conservación de la biodiversidad y su enfoque socioecológico. Entre los elementos que componen lo verde dentro y cerca de las ciudades (cobertura vegetal), existen espacios con altos niveles de biodiversidad o con valores naturales relevantes, que les confieren un gran potencial para ser áreas protegidas. Estas áreas aportan funciones eco-

lógicas y sociales únicas dentro del paisaje urbano y regional, por lo que requieren de una gestión diferenciada desde lo ecológico y social, considerando explícitamente el contexto en el que se encuentran. Este documento pretende ser una reflexión para la construcción de una visión integral sobre la identidad y gestión de las áreas protegidas urbanas (APU) en Colombia, con el objetivo de lograr su incorporación en la sostenibilidad del territorio y la conservación de la biodiversidad urbana.

**Palabras clave:** Biodiversidad urbana. Áreas protegidas urbanas. Ecología del paisaje urbano. Función ecológica urbana. Valoración social. Gestión integral de la biodiversidad urbana.

## ABSTRACT

In an urbanizing world, the implementation of strategies that aim for the sustainability of cities is increasingly necessary, especially of those related to the conservation of biodiversity and with a socio-ecological character. Amongst the elements that make up the green inside and near cities, there are green areas with high levels of biodiversity or relevant natural values with the potential to become protected areas. As these green areas provide ecological and social functions within the urban landscape, they require a differentiated management from an ecological, social and normative perspective that explicitly considers the context in which the cities are found. Therefore, this paper intends to be a step towards the construction of a comprehensive vision about the identity and management of urban protected areas in Colombia, so that such vision may be incorporated to the sustainability of the territory and lead to the conservation of urban biodiversity.

**Key words:** Urban biodiversity. Urban protected Areas. Urban landscape ecology. Urban ecological function. Social valuation. Integrated management of urban biodiversity.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las ciudades son el hábitat principal de los seres humanos (United Nations [UN] 2014, Seto *et al.* 2010); su crecimiento poblacional acelerado implica una fuerte presión sobre los ecosistemas que se encuentran dentro o cerca de las urbes, con sus consecuentes efectos sobre la calidad ambiental y el bienestar humano. Los centros urbanos parecen ser insostenibles a varias escalas (Green, Escobedo, Montoya, 2017); sin embargo, para algunos autores, representan un escenario clave en el que las problemáticas resultan ser parte de la solución en el camino hacia la sostenibilidad y son, de hecho, los lugares en los que este concepto adquiere más sentido (Wu 2010). Considerar explícitamente la urbanización como parte de la solución para la adaptación, conlleva una serie de retos en cuanto a diseño, planeación y gestión, teniendo en cuenta que los paisajes urbanos son altamente heterogéneos. Así, la sostenibilidad urbana debe enfocarse en la sostenibilidad del paisaje urbano,

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	con su composición y configuración, a una escala que supera el límite de la ciudad (Cadenasso y Pickett 2008); es decir que el paisaje a escala metropolitana es el nivel de estudio más integral y efectivo para la sostenibilidad urbana, pues proporciona un terreno común que facilita las interacciones y la integración entre disciplinas biofísicas, socioeconómicas y de planificación y diseño (Wu 2010). Una ciudad que tiende a la sostenibilidad debe minimizar el consumo de espacio y recursos, optimizar los flujos urbanos, proteger los ecosistemas y la salud humana, garantizar recursos y servicios para la población, además de conservar la biodiversidad y la integridad social (Alberti y Susskind 1996).
PALABRAS CLAVE	
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
DESARROLLO	
CONCLUSIONES	Los espacios verdes urbanos son herramientas fundamentales para avanzar en estos retos y son un complemento esencial para el disfrute de los bienes y servicios que ofrecen las ciudades, principalmente porque proveen diferentes servicios ecosistémicos a sus habitantes, mejoran las condiciones microclimáticas, proporcionan servicios recreativos y generan beneficios económicos (Gómez-Baggethun y Barton 2013). Dentro de estos espacios, existen áreas con valores naturales relevantes, que ameritan estabilidad en la decisión social y, por lo tanto, tienen potencial para ser áreas protegidas dentro del contexto urbano. Además, constituyen espacios estratégicos en las ciudades para planificar la expansión urbana, reforzar la estructura ecológica del paisaje y acercar a las personas con la naturaleza y su entorno regional (Trzyna 2014).
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	

A pesar de que, en general, la percepción que se tiene sobre las áreas protegidas urbanas es positiva y son espacios valorados por los ciudadanos, su gestión es bastante compleja, principalmente porque reciben una alta carga de visitantes, enfrentan problemáticas propias de los entornos urbanos (como el vandalismo), se presentan vacíos en su implementación, falta consolidación de su identidad y acuerdos sociales, y son muy variadas según su contexto o características particulares.

En este sentido, es fundamental entender que el escenario en el que se encuentran las áreas protegidas urbanas exige un tratamiento singular en comparación con el que se le da a las áreas protegidas ubicadas en las zonas rurales, en el que se le reconozca su carácter socioecológico único y permita redefinir su identidad, teniendo en cuenta además la presión que ejerce la expansión urbana sobre estos espacios, y su potencial para el desarrollo socioeconómico de las ciudades. El objetivo de este documento es presentar algunos de los elementos que evidencian la singularidad de las APU, identificados a partir de un análisis crítico en el contexto colombiano, que contribuyan a construir una visión sobre su identidad y que deberían considerarse para lograr una gestión integral de estas áreas en el país.

Inicialmente, se aborda un marco conceptual que incluye la definición general de las APU, su importancia y características, desde un pilar conceptual básico como la ecología del paisaje urbano, y concebidas de acuerdo con su funcionalidad ecológica y su valoración social. Luego, se presenta un marco analítico en el que se discute la gestión de estas áreas en Colombia, con base en el marco normativo actual, sus

vacíos y retos. Finalmente, se abordan las visiones para la redefinición y gestión de las APU en el país, integrando su funcionalidad socioecológica, y se proponen recomendaciones enfocadas a su incorporación efectiva en la sostenibilidad del territorio y la conservación de la biodiversidad urbana.

## DESARROLLO

### Marco conceptual

Según la definición propuesta por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las APU son áreas protegidas dentro o en el borde de los centros poblados. No incluyen los parques urbanos convencionales, constituidos en su mayoría por césped; están definidas dentro de cualquiera de las seis categorías para áreas protegidas de la UICN: Reserva natural estricta, Parque nacional, Monumento natural, Área de manejo de hábitats o especies, Paisaje terrestre y marino protegido y Área protegida manejada (Dudley N. 2008); y pueden incluir otras figuras de reconocimiento internacional como los sitios de patrimonio, los geoparques de la UNESCO, los sitios Ramsar y las reservas de la biosfera. Sin embargo en la mayoría de países, las APU no se encuentran reconocidas formalmente ni hacen parte del inventario en la Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas del World Conservation Monitoring Centre (WCMC) (Trzyna 2014). Adicionalmente, son manejadas por diferentes tipos de instituciones y la mayoría dependen de los gobiernos nacionales, regionales y distritales o locales; mientras que otras son manejadas por organizaciones no gubernamentales, grupos comunitarios o empresas privadas.

En términos generales, las áreas protegidas contribuyen a la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios que estos les prestan a los seres humanos. No obstante, el contexto en el que se encuentran las APU hace que cumplan funciones diferentes (ver sección 1.2) a las que tienen áreas protegidas que se encuentran en contextos rurales, o que estas funciones tengan un mayor impacto, y les confiere un carácter particular, definido principalmente por las problemáticas a las que se enfrentan. Algunas de estas problemáticas son (Trzyna 2014):

- Sufren afectaciones directas por la construcción de infraestructura, el vertimiento de basuras al suelo o a las fuentes hídricas, la contaminación acústica y lumínica, la polución, el vandalismo, entre otras consecuencias de las actividades humanas.
- Se ven afectadas por la toma de decisiones de diferentes actores, como instituciones gubernamentales de todos los niveles, instituciones educativas y culturales, organizaciones comunitarias, autoridades de planificación del uso del suelo, entre otras, que además están influenciadas por la opinión pública.
- Los asentamientos humanos en los que se encuentran están conformados por una gran variedad de grupos étnicos, sociales y económicos, diferentes a los que se encuentran normalmente en las zonas rurales.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

## RESUMEN

- Están sujetas al efecto del borde urbano, con un mayor riesgo de incendios, introducción de especies invasoras, invasión de animales domésticos y conflictos entre humanos y animales silvestres.

## PALABRAS CLAVE

## ABSTRACT

## KEY WORDS

## INTRODUCCIÓN

## DESARROLLO

## CONCLUSIONES

## REFERENCIAS

## SOBRE LOS AUTORES

Las áreas protegidas en contextos urbanos son ampliamente variadas. Algunas de ellas son relativamente grandes y existían antes de que los centros urbanos cercanos se expandieran, por lo que conservan remanentes de la naturaleza que alguna vez dominó el paisaje y constituyen una fuente importante de biodiversidad para los demás espacios urbanos. Otras, se encuentran en zonas altas y constituyen refugios para la biodiversidad o prestan servicios fundamentales, como en el caso de las cuencas hidrográficas. En otros casos, pueden ser cinturones verdes compuestos por ecosistemas seminaturales que han sido considerados dentro de la planificación territorial y proporcionar corredores para la vida silvestre; o pueden ser áreas naturales diseñadas, que han sufrido procesos de restauración, y que representan un esfuerzo para complejizar la estructura ecológica de las ciudades o conservar servicios ecosistémicos específicos (McNeely 2001).

### Las áreas protegidas en la ecología del paisaje urbano

Los múltiples intentos por comprender y manejar las ciudades exclusivamente desde perspectivas sociales o económicas han fallado en abordar la estrecha relación que estos aspectos tienen con aquellas estructuras y procesos ecológicos que dan identidad a los territorios en los que las ciudades se han asentado y expandido (Alberti y Marzluff 2004).

Las áreas urbanas son la expresión de múltiples estructuras y funciones, tanto sociales como ecológicas, que interactúan positiva y negativamente a través de diferentes escalas de espacio y tiempo (Alberti 2008, N. Grimm y Redman 2004, S.T.a. Pickett *et al.* 2004, Rebele 1994). Esta amplia variación de condiciones y conexiones que terminan configurando la biodiversidad de una ciudad, son también responsables de la alta heterogeneidad (regional a local) con la que estas formas de vida se manifiestan en toda el área urbana: un patrón de variación generalmente representado a través de un gradiente, no siempre lineal, de hábitats, biodiversidad y servicios ecosistémicos, que se extienden más allá del borde de las áreas construidas y difieren en cuanto a su función ecológica y social (Figura 1).

Desde una perspectiva ecológica, los paisajes urbanos son mosaicos altamente heterogéneos, compuestos por elementos para uso residencial, comercial, industrial y de infraestructura, alternados con espacios verdes igualmente variados, en los que la mayoría de servicios ecosistémicos que podemos considerar urbanos se derivan de la biodiversidad presente, desde remanentes de ecosistemas naturales terrestres y acuáticos como bosques y matorrales nativos, vegetación ripiara, humedales, manglares, quebradas, ríos y otros cuerpos de agua, dunas o corales; hasta coberturas agrícolas y forestales; así como pequeñas áreas verdes típicamente urbanas

que incluyen parques metropolitanos, cementerios, campos de golf, cinturones y corredores verdes, parques de bolsillo, o corredores arbolados en vías, ríos y canales. Igualmente, es también particular a la biodiversidad de las ciudades la presencia de vegetación asociada a jardines, techos, fachadas y huertas urbanas, entre otros elementos (Gómez-Baggethun y Barton 2013).

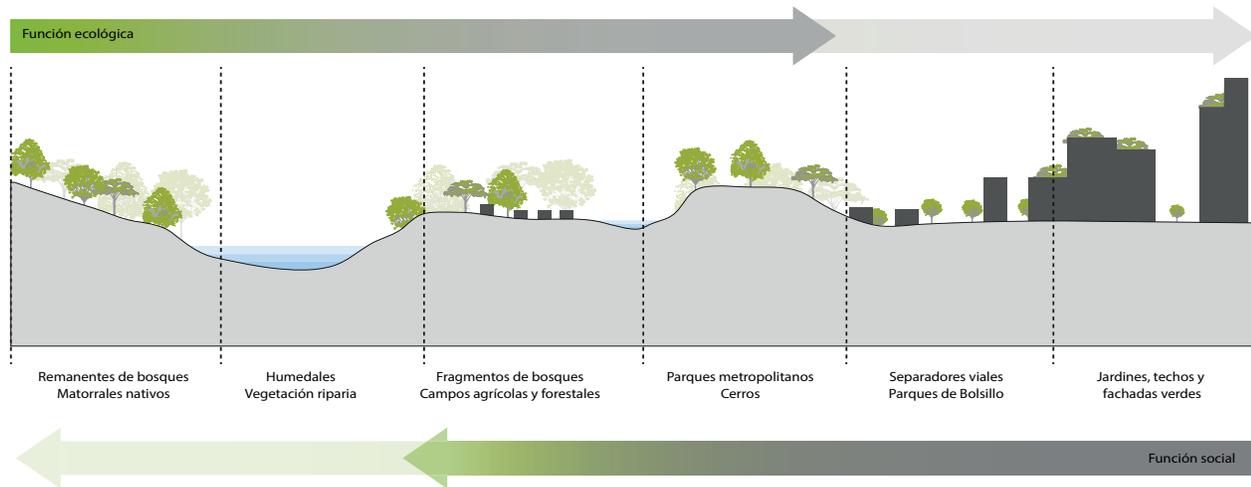


Figura 1. Gradiente funcional de los elementos que componen la ciudad entendida como un socioecosistema. Fuente: elaboración propia.

Aunque esta configuración de las ciudades es drásticamente diferente a la de los ecosistemas no transformados, en ambos casos la diversidad y disposición espacial de los elementos que componen el paisaje afectan y se ven afectados por factores físicos, procesos ecológicos y socioeconómicos (Wu 2008). En este sentido, la dinámica de los componentes del paisaje urbano puede ser analizada a partir del enfoque y las metodologías de la ecología del paisaje, lo cual permite integrar la sostenibilidad al desarrollo de las ciudades de una manera más completa y eficaz, entendiendo la relación directa entre el ser humano y la naturaleza.

La matriz del paisaje urbano (Figura 2) la constituyen elementos construidos como las calles, los edificios o los parqueaderos; dentro de los cuales se encuentran parches de espacios verdes como los parques o los jardines, y corredores como los ríos o los separadores (Francis *et al.* 2016). Los parches y corredores que componen este paisaje tienen una composición, estructura y función particular. El tipo de suelo, la extensión del área, la madurez o la composición biótica, son algunas de las características que difieren entre los parches y determinan su interacción con los demás elementos de la ciudad. Además, estas características definen la percepción social e importancia ecológica de cada espacio verde y, por lo tanto, influyen en su gestión. De esta manera, las áreas con potencial para ser protegidas en los entornos urbanos constituyen parches o corredores, por lo general, con una extensión significativa respecto a los demás elementos verdes del paisaje, que conservan atributos naturales

RESUMEN importantes o con posibilidades de recuperarlos y, por lo tanto, con funciones sociales y ecológicas irremplazables para la ciudad.

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

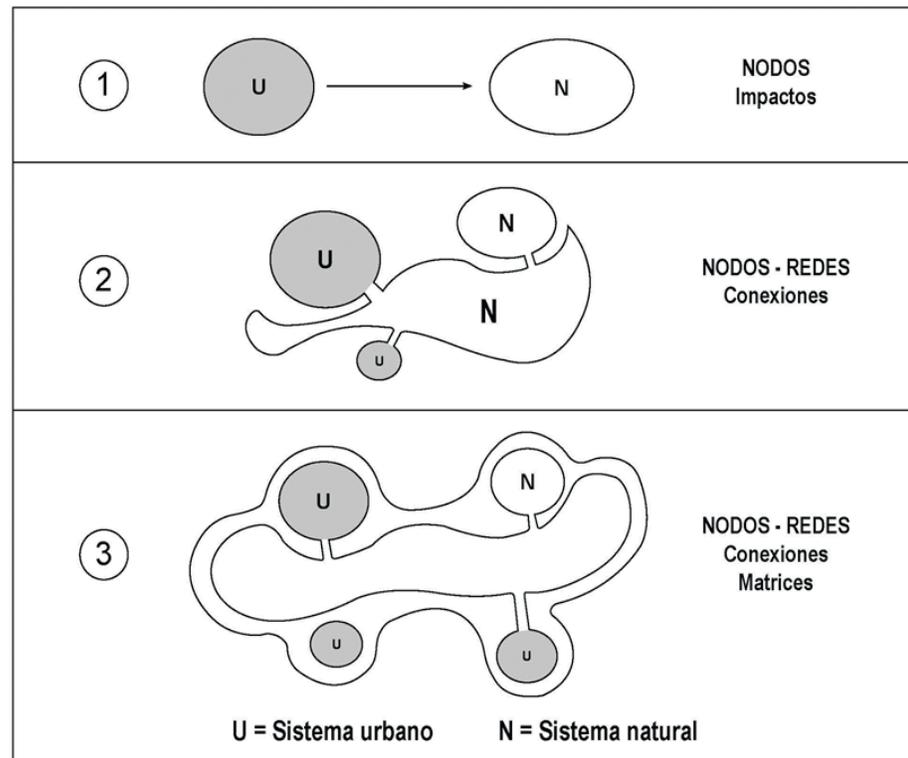


Figura 2. Fases de integración de conceptos en la ecología del paisaje, con énfasis en los sistemas urbanos.

### La función ecológica de las áreas protegidas urbanas

La función ecológica de las APU se debe a su papel en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que esta les brinda a los ciudadanos.

#### *Conservación de la biodiversidad de las áreas protegidas urbanas*

Las APU concentran la mayor parte de la biodiversidad en los entornos urbano-regionales, ya que brindan hábitats complejos a las especies dentro de una matriz altamente transformada, y en muchos casos conservan remanentes de ecosistemas regionales o especies amenazadas que han sido desplazadas por los procesos de urbanización, y son hábitat de paso para ciertas especies migratorias. Además del alto potencial de restauración que poseen.

Debido a un efecto de desbordamiento (el “efecto spillover” hace referencia al momento en el que los recursos disponibles existentes en un hábitat no pueden mantener a toda la población de insectos, produciéndose un desbordamiento, inundando hábitats adyacentes y explotando los recursos de esas tierras), son fuente de energía, recursos y organismos para los demás parches del paisaje, lo cual es fundamental para mejorar la calidad y funcionalidad de la estructura ecológica de las ciudades y regiones; actúan como elementos de anclaje para las demás áreas verdes y mejoran la conectividad entre los parches a escala local y regional. Disminuyen los efectos negativos del gradiente entre el borde y el centro de la ciudad y son escenarios con un alto potencial para la restauración de ecosistemas nativos.

### *Servicios ecosistémicos de las áreas protegidas urbanas*

Las áreas protegidas urbanas proveen una amplia variedad de servicios ecosistémicos según el tipo de ecosistema que alberguen. De acuerdo con la clasificación propuesta por Gómez-Baggethun *et al.* 2013 para servicios ecosistémicos urbanos, algunos de ellos son:

- Provisión de agua potable: en varias ciudades el objetivo principal por el que se establecen áreas protegidas es la conservación de las cuencas hidrográficas o los ecosistemas que surten de agua a los ciudadanos. Por ejemplo: el Refugio de Vida Silvestre del Alto de San Miguel donde nace el río Aburrá en el municipio de Caldas y recorre todo el Valle de Aburrá.
- Regulación del flujo de agua y mitigación de la escorrentía: las superficies impermeabilizadas que cubren la mayor parte del suelo de las ciudades evitan la filtración del agua, por lo que la disponibilidad del líquido disminuye y las inundaciones aumentan. Ampliar las superficies permeables mitiga la escorrentía y, en el caso de las APU, se pueden evitar inundaciones en áreas extensas. Además, en muchos casos, las APU conservan remanentes de ecosistemas como los humedales que regulan el flujo del agua a escala regional.
- Regulación microclimática: las áreas verdes, especialmente aquellas compuestas por vegetación arbórea y arbustiva, proveen sombra, aumentan la evapotranspiración y la humedad, lo cual contribuye a mitigar el efecto de isla de calor en las ciudades; además, los suelos permeables y los cuerpos de agua disminuyen la radiación térmica emitida por superficies impermeables como el pavimento.
- Amortiguación de extremos climáticos: la infraestructura ecológica compuesta por manglares, arrecifes, bosques, humedales, entre otros, protege a las ciudades de los efectos que producen los eventos climáticos extremos como olas de calor, tsunamis, tormentas, deslizamientos, etc. Además, la incorporación de estos ecosistemas a la planeación de las ciudades favorece la resiliencia y la respuesta frente a escenarios de cambio climático.
- Purificación del aire: las hojas de la vegetación que compone las áreas protegidas urbanas pueden filtrar una cantidad significativa de los gases y el material

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	particulado que contamina el aire de las ciudades, en comparación con otros espacios verdes como los parques o los jardines.
PALABRAS CLAVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la contaminación acústica: la densidad de la vegetación arbórea y arbustiva que compone las APU amortigua la contaminación acústica propia de las ciudades, mediante la absorción y reflexión de las ondas sonoras.</li> </ul>
ABSTRACT	
KEY WORDS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura de carbono: debido a que varias APU están constituidas por ecosistemas poco transformados, poseen una cantidad de biomasa que retiene carbono. Esta biomasa puede encontrarse en los árboles más grandes y viejos o, en el suelo, como en el caso de los páramos o los humedales.</li> </ul>
INTRODUCCIÓN	
DESARROLLO	
CONCLUSIONES	<b>La valoración social de las áreas protegidas urbanas</b>
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	Los atributos naturales de las áreas protegidas urbanas les otorgan funciones sociales irremplazables, en comparación con otros elementos verdes de la ciudad.

Una de las principales funciones sociales de estos espacios es acercar a los ciudadanos con la naturaleza de su entorno inmediato, su región y territorio (Trzyna 2014), lo cual fortalece la identidad de la ciudad, ya que las personas valoran el acceso a espacios ecológicamente complejos y con calidad ambiental. Además, cuando un área protegida urbana se ha establecido no solo para proteger bienes ambientales, sino que conserva algún valor cultural, como un santuario o un monumento, la apropiación es mucho mayor, como en el caso del Parque Nacional Tijuca en la ciudad de Río de Janeiro.

Desde el ejercicio de la conservación de la naturaleza, han existido divergentes narrativas desde las ciencias de la biología y la ecología, pero también desde la mirada cultural y de los movimientos sociales (Andrade 2009) que enriquecen el uso, la gestión y la conservación de estas áreas. Es por esto que las APU contienen un valor excepcional cuando se manifiesta como una decisión de la sociedad. Esto evidencia que, más allá del modelo de conservación técnico-científico visto desde la funcionalidad ecológica, estas áreas son construcciones culturales (Cronon 1996).

Ahora visto desde nuestro contexto nacional, la complejidad territorial y la alta diversidad en lo biológico, geográfico y cultural, deriva en que la conservación de la biodiversidad no se reduce a los espacios de lo étnico o lo técnico, sino que surge en el encuentro entre movimientos sociales, la academia y el liderazgo individual como una construcción social híbrida, con entes nuevos como el ciudadano urbano naturalista (Andrade 2009). En este sentido, las APU se deben concebir desde su carácter socioecológico, el cual reconoce las diversas funciones ecológicas y sociales de los ecosistemas, hoy en gran medida humanizadas. Por lo tanto, exige un tratamiento singular que permita redefinir su identidad.

Por otro lado, las ciudades colombianas acumulan un déficit importante en espacio público recreativo que esté efectivamente integrado a la ciudad y que sea accesible a

los ciudadanos (Wiesner *et al.* 2004), por lo que las APU aparecen como un espacio potencial para la integración de la ecología del paisaje urbano, la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y sus aportes desde la valoración social y cultural. Desde la sociedad civil y los movimientos sociales hay visión de construcción del territorio plural, como espacio, hábitat, hogar y expresión de la historia, pensamiento, cultura y la adaptación de la sociedad, en donde confluyen diferentes visiones, necesidades y formas de actuar, en ocasiones conflictivamente (Andrade *et al.* 2007).

Las APU enriquecen el paisaje urbano y ofrecen beneficios sensoriales que mejoran la salud y el bienestar de los ciudadanos, basados en valores estéticos y de inspiración. Son áreas que ofrecen oportunidades únicas para la integración social, la investigación y la educación ambiental, por lo que también son escenarios fundamentales para la inversión privada y el desarrollo de actividades relacionadas con la recreación y el ecoturismo, en especial, aquellas ciudades que reúnen actores clave en la toma de decisiones y su acercamiento directo con la naturaleza es fundamental para la conservación de la biodiversidad a nivel local, nacional y global.

Según McNeely (2001) las áreas protegidas prosperarán solo si la comunidad, el sector privado y toda la gama de agencias gubernamentales las respaldan. Es probable que este apoyo se dé cuando todos los sectores de la sociedad conozcan la importancia de las áreas protegidas para sus propios intereses y que la sociedad reconozca las contribuciones que estas hacen a sus vidas y a la sociedad (Sandoval 2013).

### Marco analítico

La permanencia a largo plazo de los espacios naturales en las zonas urbanas depende de factores como la apropiación social y el sustento legal o instrumento normativo mediante el cual se define el establecimiento de estas áreas y su gestión institucional. A continuación se exponen y analizan algunos aspectos normativos, sin la pretensión de realizar un estudio jurídico extensivo.

### Marco normativo y categorías para las áreas protegidas urbanas en Colombia

En la normatividad colombiana no existen categorías específicas para áreas protegidas urbanas o una diferenciación sobre estas. Sin embargo, existen varias áreas protegidas dentro o cerca de los centros urbanos, correspondientes a las categorías del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y en algunos casos de los Sub-sistemas Regionales de Áreas Protegidas (SIRAP).

El Decreto 1076 de 2015 recoge la normatividad del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre las áreas protegidas. Este decreto contiene las categorías definidas por el Decreto 2372 de 2010, que a su vez reglamentan el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003. El SINAP está conformado

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN  
 PALABRAS CLAVE  
 ABSTRACT  
 KEY WORDS

por áreas protegidas que han sido declaradas en categorías establecidas por la normatividad. Las áreas protegidas son declaradas por la autoridad ambiental nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), por entes regionales (Corporaciones Autónomas Regionales CAR), o registradas por propietarios privados. Es decir que, según la categoría, se define la entidad responsable de la declaratoria y la gestión de estas áreas (Tabla 1).

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Categoría	Orden	Objetivo	Declaratoria	Gestión	Ejemplos
Reserva forestal protectora Nacional	Nacional	Establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.	Ministerio de Ambiente	CAR	Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá
Reserva forestal protectora Regional	Regional		CAR	CAR	Área de Reserva Forestal Regional del Norte
Sistema de Parques Nacionales Naturales	Nacional	Parque Nacional, Reserva natural, Área natural única, Santuario de flora, Santuario de fauna, Vía parque.	Ministerio de Ambiente	Unidad administrativa especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales	PNN Chingaza-PNN Farallones de Cali
Parque Natural Regional	Regional	Paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional, cuyos valores naturales y culturales se ponen al alcance de la población humana para su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.	CAR	CAR	Parque Natural Regional Metropolitano Cerro el Volador
Distrito de Manejo Integrado	Nacional y regional	Paisajes y ecosistemas que mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada. Uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.	CAR	CAR	Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá-Distrito Nacional de Manejo Integrado Reserva de Biósfera Sea Flower
Distrito de Conservación de Suelos	Regional	Recuperación de suelos alterados o degradados o prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables, por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.	CAR	CAR	Centro de Investigación Tibaitatá
Área de recreación	Regional	Paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional, que mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación. Restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute.	CAR	CAR	

Tabla 1. Categorías Sistema Nacional de Áreas Protegidas con ejemplos en el contexto urbano (Decreto 2372 de 2010).

A pesar de que la normatividad establece que las autoridades ambientales urbanas tienen las mismas funciones que las CAR, en cuanto a la protección y conservación del medioambiente, en la actualidad existen diferencias en las interpretaciones sobre

sus competencias en la declaratoria de áreas protegidas en cuanto a quién declara y quién gestiona. Por lo tanto, las áreas protegidas declaradas dentro o cerca de los centros urbanos son administradas por la CAR de cada región o por Parques Nacionales Naturales.

Algunas zonas cercanas a los centros urbanos se han declarado como Distritos de Conservación de Suelos (DCS), dado a que en las áreas bajo esta categoría, la estructura y la composición han sido modificadas, pero conservan la función y se enfocan en un manejo especial orientado a la recuperación de suelos alterados o degradados, o a la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas, o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla (Art. 2.2.2.2.1.2.6, Decreto 1076 de 2015). Por ejemplo el DCS de los cerros del norte de Ibagué está orientado a proteger el recurso hídrico para la capital del Tolima, así como para regenerar los suelos y evitar fenómenos de remoción en masa (Acuerdo No. 03 del 15 de abril de 2016, Consejo Directivo de Cortolima).

Otros mecanismos utilizados para la protección de áreas dentro de zonas urbanas son los establecidos en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (Ley 1454 de 2011), que recoge algunas de las definiciones de la Ley 388 de 1997. De acuerdo con esta normatividad, los municipios pueden reglamentar de manera específica los usos del suelo en áreas urbanas, de expansión y rurales, según las leyes vigentes.

### Gestión actual de las APU en las ciudades colombianas

Varios municipios en el país han establecido suelos de protección en zonas urbanas, pero su permanencia está sujeta a los Planes de Ordenamiento Territorial que pueden ser modificados cada 10 años, es decir, que por falta de permanencia, no son APU. Esto implica que los suelos de protección pueden pasar a ser suelos de expansión o suelos urbanos en períodos relativamente cortos, por falta de una mayor regulación que exija un sustento técnico y por la confluencia de diferentes intereses en las zonas urbanas.

Algunas ciudades en Colombia han designado áreas protegidas bajo figuras como recreativas, parques y demás. En Bogotá D.C, por ejemplo, el sistema de áreas protegidas se sustenta en el Acuerdo 19 de 1996 y el Decreto 619 de 2000, Artículo 387, que incluyen áreas protegidas de carácter distrital, tales como Santuario Distrital de Fauna y Flora, Área Forestal Distrital, Parque Ecológico Distrital de Montaña y de Humedal. En estos casos, las áreas protegidas se consideran parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP)<sup>1</sup> de la ciudad y de los suelos de protección del Plan de Ordenamiento Territorial.

1 La EEP fue definida como «la red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio del Distrito Capital, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, datándolo al mismo tiempo de servicios ambientales para el desarrollo sostenible» (Artículo 17 POT).

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

## RESUMEN

## PALABRAS CLAVE

## ABSTRACT

## KEY WORDS

## INTRODUCCIÓN

## DESARROLLO

## CONCLUSIONES

## REFERENCIAS

## SOBRE LOS AUTORES

Otros centros urbanos han creado figuras como las Áreas Urbanas de Especial Importancia Ecosistémica en Pereira; el Parque Abierto Agrícola Periurbano en Armenia; y los Ecoparques en Manizales, que han sido articuladas al ordenamiento territorial de las ciudades y definidas dentro de los ejercicios municipales de la Estructura Ecológica Principal (EEP) Además, varios municipios articulan las áreas protegidas de nivel nacional y regional con áreas protegidas urbanas en los Sistemas Municipales de Áreas Protegidas. Por ejemplo, Cali logró integrar sus áreas de interés ambiental al Sistema Municipal de Áreas Protegidas, mediante el Plan de Ordenamiento Territorial y un acuerdo municipal.

De acuerdo con las memorias del segundo Congreso Colombiano de Áreas Protegidas en el 2014: los Sistemas Municipales de Áreas Protegidas, la declaración de áreas protegidas locales y las Estrategias Complementarias de Conservación (ECC)<sup>2</sup>, representan las herramientas actuales más importantes para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en los centros urbanos (Parques Nacionales Naturales de Colombia 2015). Algunas de las APU que se encuentran designadas bajo categorías diferentes a las definidas en el Decreto 1076 de 2015, pueden considerarse ECC (Las categorías legales en Colombia no corresponden con las Categorías de manejo de la UICN). Este concepto reúne diferentes figuras, algunas de las cuales cumplen con las definiciones nacionales o internacionales de áreas protegidas, pero que por diferentes motivos no son reconocidas por la ley.

Durante el segundo Congreso Colombiano de Áreas Protegidas en 2014 se propuso la siguiente definición de ECC para Colombia, que se encuentra aún en discusión en los espacios regionales: “área geográfica definida, en la cual se implementa una acción o un grupo de acciones por parte de un actor social (comunitario e institucional), donde confluyen diferentes escalas, figuras, intereses y esquemas de administración y manejo, para asegurar la preservación, restauración y uso sostenible de la diversidad biológica y cultural representada en un territorio, ya sea en el ámbito continental (urbano y rural), costero u oceánico, las cuales contribuyen a la complementariedad y la conectividad funcional y estructural, de las áreas protegidas”. Estas estrategias pueden contar con un marco normativo que las sustenta o estar soportadas por procesos comunitarios con sistemas de gestión no gubernamentales que permiten llegar a objetivos de conservación, como es el caso de las APU.

De esta manera, algunas APU se pueden considerar ECC a nivel nacional, pues además se ajustan a la definición que se encuentra en construcción por parte del Convenio de Diversidad Biológica, sobre Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OECM)<sup>3</sup>. Este concepto se deriva de la definición de área conser-

2 Las ECC surgen como una alternativa por mantener los espacios que no se ajustan a la definición adoptada por la normatividad actual (Decreto 2372 de 2010) sobre áreas protegidas, y que sin embargo constituyen un amplio número de hectáreas que contribuyen al mantenimiento y soporte de ecosistemas de la ecorregión y a la configuración de la estructura ecológica principal regional (SIRAP-EC 2014).

3 El concepto de Otras Medidas Efectivas de Conservación basadas en áreas, es introducido por la Meta Aichi 11 con el fin de que los países firmantes del Convenio de Diversidad Biológica cumplan la meta de conservar el 17 % del área terrestre y el 10 % del área marina mediante áreas protegidas y otros mecanismos.

vada: “medida basada en áreas o territorios que —sin importar el reconocimiento o la dedicación y a veces incluso sin importar las prácticas explícitas o conscientes de gestión— logra la conservación de facto y/o está en una tendencia de conservación positiva y probablemente la mantenga en el largo plazo” (Borrini *et al.* 2014).

### Vacíos y limitantes

Los retos más urgentes para las APU en el contexto colombiano tienen que ver con los vacíos en su categorización en el SINAP debido a tipologías confusas para su declaración y gestión en áreas urbano-regionales, y la falta de instrumentos legales que aseguren su permanencia a largo plazo. Si bien en algunas ciudades se han movilizad acciones para considerar estas áreas dentro del desarrollo urbano, hacen falta sustentos legales que permitan su estabilidad y procesos constantes, como también, estructuras institucionales y de gobernanza. Para esto, es necesario avanzar en la identificación de las prioridades de conservación en los contextos urbanos, de tal manera que se pueda considerar una gestión diferenciada frente a las áreas protegidas que se encuentran en zonas rurales.

También es fundamental identificar las áreas protegidas urbanas en el país que necesitan fortalecer su gestión de manera urgente, teniendo en cuenta las presiones y necesidades de cada uno de los contextos regionales en los que se encuentran (Figura 3). La gobernanza debe ser más estable e inclusiva, considerando las organizaciones no gubernamentales, comunitarias y privadas de una manera participativa y como eje fundamental para la apropiación social. Además, existen vacíos importantes en cuanto a la articulación de los diferentes actores e instituciones que convergen en la ciudad (Andrade *et al.* 2013). Esto supone un reto para las autoridades ambientales a nivel nacional, que deben establecer relaciones estratégicas en pro de integrar estas áreas a los POT y a la planeación de las ciudades, ejecutar correctamente los recursos y enfrentarse a las problemáticas particulares que presentan las APU (vandalismo, contaminación por basuras, conflictos fauna-seres humanos, etc.).

Otro de los limitantes tiene que ver con la estructuración de mecanismos de sostenibilidad financiera. Debido a la complejidad que tiene la gestión de la biodiversidad en entornos urbanos, es fundamental generar estrategias que aseguren los recursos económicos para estas áreas, por ejemplo, a partir de usos coherentes con la conservación, como el ecoturismo. Por último, es importante avanzar en la comprensión de los conflictos de uso en las ciudades, ya que la posesión privada y los altos costos de la tierra constituyen una limitante importante a la hora de establecer o mantener un área para la conservación.

En el siguiente mapa (Figura 2) se evidencia la necesidad de ampliar el debate sobre las APU en el país, teniendo en cuenta su diversidad en cuanto al contexto y características particulares de algunas de ellas y considerando la presión que sufren por la expansión urbana. Esto, a partir de la superposición de las áreas protegidas actualmente incluidas en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y las áreas de concentración urbana.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN
- PALABRAS CLAVE
- ABSTRACT
- KEY WORDS
- INTRODUCCIÓN
- DESARROLLO**
- CONCLUSIONES
- REFERENCIAS
- SOBRE LOS AUTORES

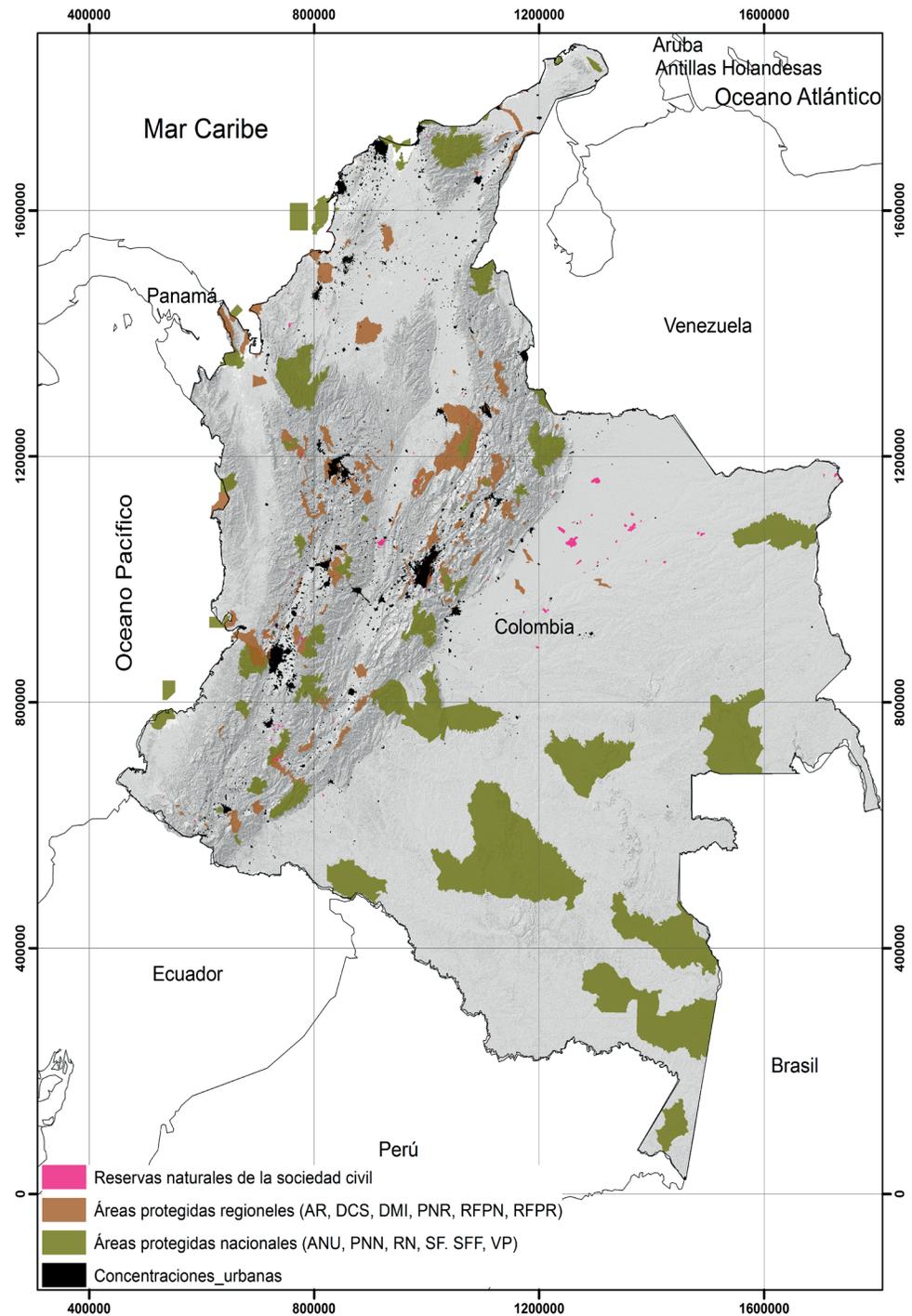


Figura 2. Mapa de Colombia con áreas protegidas oficiales para el país según el RUNAP y áreas de concentración urbana, realizadas a partir del “albedo lumínico” de la imagen de ‘Luces Nocturnas’ generada por los servicios de la NASA del 2016.

Se encontró que aproximadamente el 1,2 % del territorio presenta concentraciones urbanas, de este valor, la ciudad de Bogotá es la que mayor concentración presenta 12,9 %, seguida de Cali con un 8,8 %, Medellín con un 6,6 % y Santa Marta con un 1,5 %. Al comparar la presencia de concentraciones urbanas en algún tipo de área protegida se encontró que existen concentraciones urbanas en un 0,21 % (51.195 ha) del total de las áreas protegidas para el país como se ve en la Tabla 2.

Tipo de área protegida	Área total (ha)	Área urbana (ha)	% Área
Reservas de la sociedad civil	106.026	466	0,44
Áreas protegidas regionales	9.305.267	44.006	0,47
Áreas protegidas nacionales	14.462.366	6722	0,05

Tabla 2. Comparación de concentraciones urbanas en los tipos de áreas protegidas oficiales.

En la Figura 3, se resaltan algunos ejemplos clave que representan un primer acercamiento a cuatro tipologías que proponemos de las APU en el contexto colombiano que evidencian la particularidad de estas áreas y la urgencia de superar los vacíos y limitantes enunciados anteriormente.

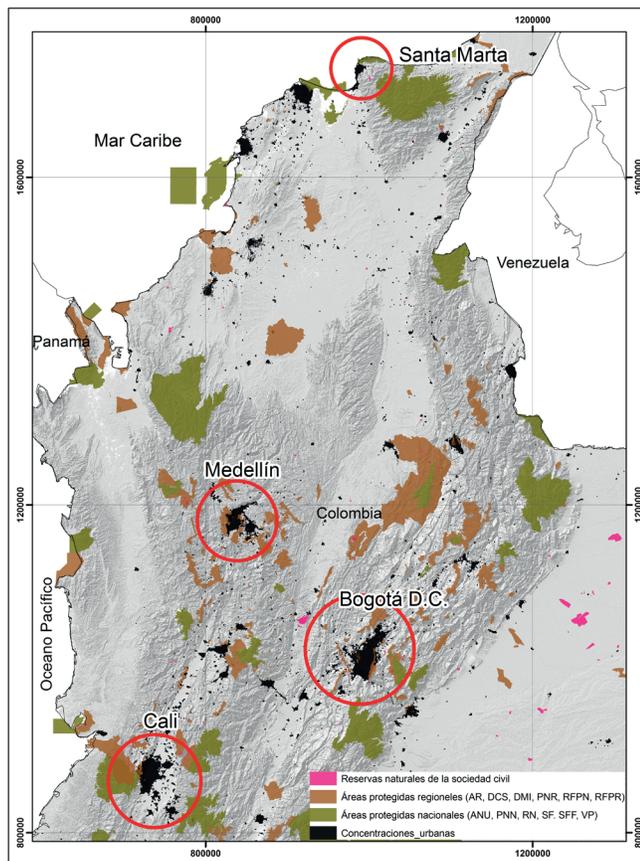


Figura 3. Mapa con lupa de cuatro APU de interés para profundizar.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN **Tipo a**

PALABRAS CLAVE

Pueden ser vecinos de una ciudad e incluso parte del paisaje urbano, pero recibir visitantes de manera regular y proveerles servicios ecosistémicos básicos a la ciudad.

ABSTRACT

KEY WORDS

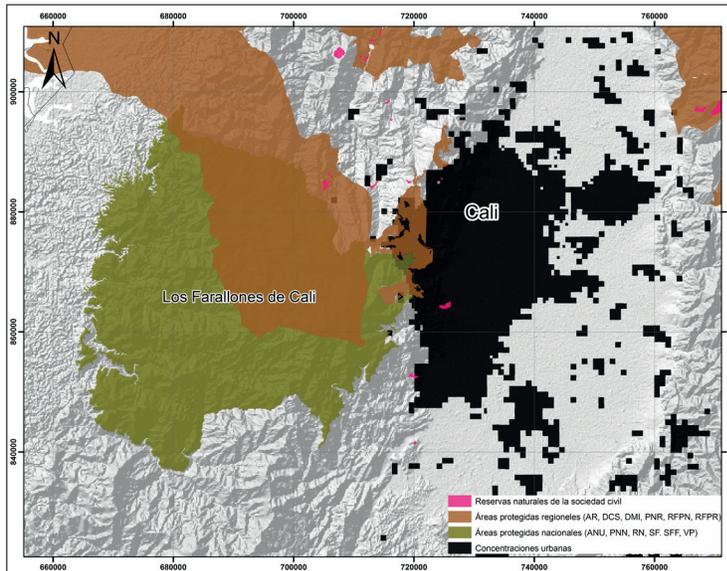
INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

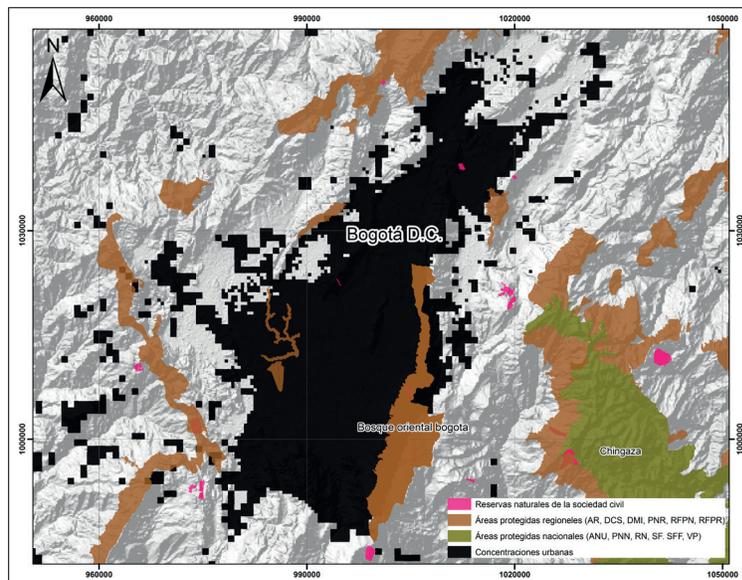


**Parque Nacional Natural Farallones de Cali**

Esta área situada en cercanías a la ciudad de Cali, además de proteger la biodiversidad, está enfocada en proteger y mantener la oferta del recurso hídrico para la ciudad y la región. Cuenta además con el sector del río Pance, zona de recreación muy popular desde principios de los años 60.

**Tipo b**

Pueden ubicarse en el entorno inmediato de la ciudad.



**Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá**

Esta área protegida está ubicada en el margen oriental de la ciudad de Bogotá. Fue creada con el fin de proteger los remanentes de bosque, restaurar los ecosistemas naturales y proteger las fuentes hídricas. Por su cercanía a la ciudad presenta una gran cantidad de presiones como los asentamientos urbanos ilegales, la minería y la tala.

Figura 4. Tipologías de APU que se evidencian en algunas ciudades.

Tipo c RESUMEN

Pueden estar inmersas completamente en el tejido urbano.

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

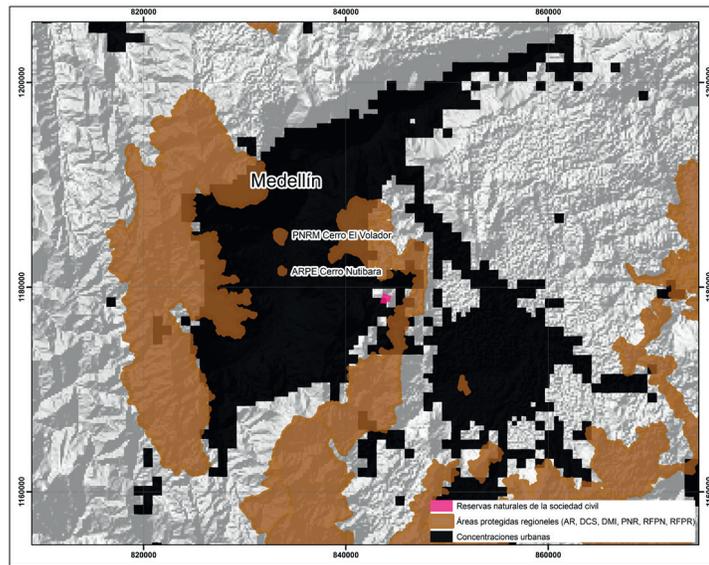
REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Parque Natural Regional  
Metropolitano Cerro El Volador  
Área de Recreación Parque  
Ecológico

Cerro Nutibara, Medellín

Estas áreas se encuentran en su totalidad dentro de la ciudad de Medellín y son conocidas como dos de sus siete cerros tutelares. El Volador es un área protegida que tiene por objetivo conservar el patrimonio cultural y natural que allí se encuentra, así como contribuir a la recreación de la ciudadanía. El Nutibara busca proteger el valor de apreciación social y cultural para los habitantes del Valle de Aburrá, dada su singular belleza escénica y panorámica.



Tipo d

Pueden estar sujetas a las dinámicas de expansión urbanas de las ciudades.

Parque Nacional Natural  
Tayrona Santa Marta

Esta área se encuentra en cercanías a la ciudad de Santa Marta, y además de proteger ecosistemas muy transformados como el bosque seco, cuenta con un alto valor cultural. Es una zona que cuenta con gran afluencia de turistas lo que hace que esté sujeta a impactos negativos, además de la inminente expansión de la ciudad.

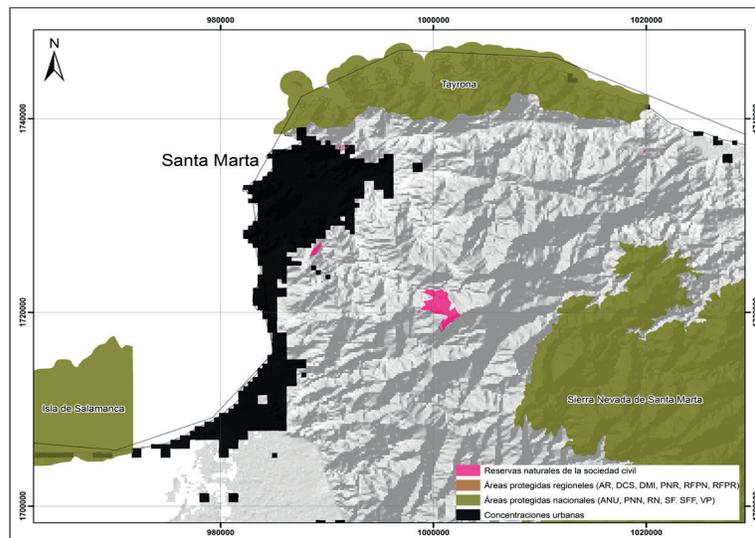


Figura 4. Tipologías de APU que se evidencian en algunas ciudades.

RESUMEN

**CONCLUSIONES**

PALABRAS CLAVE

**Visiones para la gestión integral de las APU en Colombia**

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

**CONCLUSIONES**

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Como se ha mencionado a lo largo del documento, la novedad respecto a las áreas protegidas urbanas en Colombia es reconocer su carácter socioecológico especial, no necesariamente en comparación con las demás áreas protegidas, sino como un escenario particular dentro del paisaje urbano. Lo que se concibe como una problemática desde la visión convencional de las áreas protegidas resulta ser el carácter propio de las APU.

Dos de los criterios que permiten establecer el límite entre las áreas de conservación y los demás elementos verdes de la ciudad es que las primeras son irremplazables y sus funciones y servicios se complementan. Las características de las APU que son difícilmente sustituibles pueden variar de acuerdo con el contexto pero, en general, incluyen la presencia de ecosistemas remanentes o con baja representatividad en las estrategias nacionales (como el caso de los humedales de Bogotá), altos niveles de biodiversidad o con potencial para la restauración y la manifestación de valores naturales y culturales; o con importancia ecológica a nivel regional (Mejía 2016). También, su protección puede estar determinada por la relación con el sistema hídrico de la ciudad, con la posibilidad de establecer corredores biológicos complejos, o por tratarse de zonas con alto riesgo de inundaciones, deslizamientos, incendios forestales, entre otros. De igual forma, son áreas con una alta funcionalidad social, principalmente por su papel en la apropiación e identidad de la ciudad, y por su valor estético dentro del paisaje urbano.

De esta manera, las áreas protegidas urbanas APU poseen dos niveles de atributos: los característicos propios de estas áreas que son exclusivos, esenciales e irremplazables, y que definen su relevancia; y aquellos complementarios que se comparten con los demás elementos verdes, que aportan a la EEP y que pueden ser útiles para fortalecer la apropiación y la gestión, por ejemplo, en términos recreativos. Esto, reconociendo los nuevos arreglos que se dan en el gradiente urbano entre las áreas naturales, la naturaleza transformada o semitransformada, las nuevas naturalezas y los espacios completamente diseñados o controlados por el hombre (Andrade *et al.* 2007). En el marco de una nueva visión de APU, los espacios semitransformados tienen valor, pero hay que ser cuidadosos con el límite: no todos los espacios verdes de la ciudad pueden considerarse áreas protegidas, pero tampoco las áreas protegidas son únicamente los espacios que retienen aspectos naturales no intervenidos.

Las áreas protegidas urbanas deben ser consideradas en un contexto regional, como parte del ordenamiento del territorio y no solo por sus valores objeto de conservación, que también deben ser replanteados bajo este escenario urbano-regional. Es urgente sumar estas estrategias para la conservación de la biodiversidad urbana a un marco institucional estable de gobernanza que permita mantener sus condiciones a largo

plazo, mediante el fortalecimiento de la participación ciudadana; las alianzas interinstitucionales de carácter gubernamental, comunitario y privado; el balance entre los usos, pues en entornos urbanos el no uso puede generar resistencia a la apropiación social, mientras que el uso contribuye al proceso de entendimiento-apropiación-valoración; y la integración de los valores de la biodiversidad con otros valores de alto impacto social como la protección del agua. Adicionalmente, es necesario avanzar en el conocimiento acerca de la relación entre las APU y los demás elementos de la ciudad, sus servicios y diservicios, el conflicto entre los usos, las oportunidades sociales, entre otros, con el fin de lograr una gestión apropiada e integral de estas áreas.

## REFERENCIAS

- Andrade, G. 2009. ¿El fin de la frontera? Reflexiones desde el caso colombiano para una nueva construcción social de la naturaleza protegida. *Revista de estudios sociales* (32): 48-59.
- Andrade, G., C. Mesa., A. Ramírez y F. Remolina. 2007. Estructura ecológica principal y áreas protegidas de Bogotá. En Foro Nacional Ambiental (No. DC-0250).
- Andrade, G. I., F. Remolina y D. Wiesner. 2013. Assembling the pieces: a framework for the integration of multi-functional ecological main structure in the emerging urban region of Bogotá, Colombia. *Urban Ecosystems* 16 (4): 723-739.
- Alberti, M., y L. Susskind. 1996. Managing urban sustainability: an introduction to the special issue. *Environmental Impact Assessment Review* 16(4-6): 213-221.
- Alberti, M. y J. M. Marzluff. 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems* 7: 241-265. doi: 10.1023/B:UECO.0000044038.90173.c6
- Artículo 72 Decreto 190 de 2004. Decreto 190 de 2004. Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003. Alcaldía Mayor de Bogotá. Publicado en el Registro Distrital 3122 de junio 22 de 2004.
- Borrini-Feyerabend, G., P. Bueno, T. Hay-Edie, B. Lang, A. Rastogi y T. Sandwith. 2014. Cartilla sobre gobernanza para áreas protegidas. Línea temática sobre gobernanza del Congreso Mundial de Parques 2014 de la IUCN, Gland (Suiza): UICN.
- Cadenasso, M. L., y S. T. Pickett. 2008. Urban principles for ecological landscape design and maintenance: scientific fundamentals. *Cities and the Environment (CATE)*, 1 (2), article 4, 16 pp. 4.
- Cronon, W. (ed.). 1996. *Uncommon ground: Rethinking the human place in nature*. WW Norton & Company.
- Da Cunha, P., E. Menezes y L. Teixeira. 2001. The mission of protected areas in Brazil. *Cities and Protected Areas. Parks* 11 (3).
- Decreto 1076 de 2015. Por el cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiental y desarrollo sostenible.
- Dudley, N. 2008. Guidelines for applying protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN. x + 86pp.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN** Francis, R., J. Millington, M. Chadwick. 2016. Urban landscape ecology: science, policy and practice. Routledge, New York.
- PALABRAS CLAVE** Green, T., F. Escobedo, J. Montoya. 2017. ¿Ciudades sostenibles o ciudades resilientes? En Pérez, D., S. Restrepo (eds.). 2017. Diálogo con la tierra. Por una Colombia sostenible. Bogotá. Editorial Universidad del Rosario, 2017.
- ABSTRACT**
- KEY WORDS** Gómez-Baggethun, E y D. Barton. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86: 235-245.
- INTRODUCCIÓN** McNeely, J. 2001. Cities and protected areas: an oxymoron or a partnership? *Cities and protected areas. Parks*. 11 (3).
- DESARROLLO** Mejía, M. A. (ed.). Naturaleza urbana: plataforma de experiencias. Bogotá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2016. 208 pp.
- CONCLUSIONES**
- REFERENCIAS** Memorias del I Simposio sobre problemáticas contemporáneas en áreas protegidas. Carder. 13 y 14 de mayo de 2014.
- SOBRE LOS AUTORES** Parques Nacionales Naturales. 2015. Áreas protegidas: territorios para la vida y la paz. Áreas protegidas, paisajes rurales y urbanos: uniendo esfuerzos para la conservación. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D. C.
- Sandoval, D. M. 2013. Protected areas in the city, urban wetlands of Bogotá. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo* 6 (11).
- Seto, K. C., R. Sánchez-Rodríguez y M. Fragkias. 2010. The new geography of contemporary urbanization and the environment. *Annual Review of Environment and Resources* 35: 167-194.
- Sirap-EC 2014. Secretaría Técnica SIRAP Eje Cafetero. 2014. Estrategias Complementarias de Conservación en el SIRAP Eje Cafetero. Pereira: SIRAP Eje Cafetero.
- Trzyna, T. 2014. Urban protected areas: profiles and best practice guidelines. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 22, Gland, Switzerland: IUCN. xiv +110pp.
- United Nations (UN). 2014. World urbanization prospects: the 2014 revision population database. Nueva York.
- Wiesner, D., Andrade, G. y Garzón, A. 2004. Formulación de los lineamientos paisajísticos y urbanísticos para el sistema de áreas protegidas del D. C.
- Wu, J. 2008. Making the case for landscape ecology: an effective approach to urban sustainability. *Landscape Journal*.
- Wu, J. 2010. Urban sustainability: an inevitable goal of landscape research. *Landscape Ecology* 25:1-4.

## SOBRE LOS AUTORES

Juliana Montoya es investigadora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, docente investigadora de la Universidad EAFIT y Universidad Externado de Colombia.

Diana Marcela Ruiz es investigadora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Germán Andrade es profesor-consultor de la Universidad de los Andes de la facultad de administración

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Clara Matallana es investigadora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

ABSTRACT

KEY WORDS

Jhonatan Julián Díaz Timoté es investigador del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

INTRODUCCIÓN

DESARROLLO

Juan Azcárate es investigador del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

Alexandra Areiza es investigadora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

**SOBRE LOS AUTORES**

Citación sugerida

Montoya, J., D. Ruiz, G. Andrade, C. Matallana, J. Díaz, J. Azcárate, A. Areiza. 2018. Visión integral para la gestión de las áreas protegidas urbanas en Colombia. *Biodiversidad en la Práctica* 3 (1): 51-73.

María Helena Olaya-Rodríguez

[molaya@humboldt.org.co](mailto:molaya@humboldt.org.co)

Investigadora. Programa de evaluación y monitoreo de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Jorge Velásquez-Tibatá

[jorge.velasquez@inc.org](mailto:jorge.velasquez@inc.org)

Investigador. Programa de evaluación y monitoreo de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Filiación actual: especialista en análisis espaciales del Programa de Conservación NASCA de The Nature Conservancy.

Lina María Estupiñán-Suárez

[linamaesu@gmail.com](mailto:linamaesu@gmail.com)

Investigadora. Programa de evaluación y monitoreo de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Filiación actual: Estudiante de doctorado. Instituto Max Planck de Biogeoquímica. Departamento de integración biogeoquímica. Jena, Alemania.



## **Integrando la información de sensores remotos con modelos de distribución de especies para el monitoreo de la biodiversidad. Caso de estudio para las especies *Zamia amazonum* y *Zamia chigua***

### **RESUMEN**

Las variables esenciales de la biodiversidad son un conjunto de atributos que se han propuesto desde el ámbito internacional para unificar y hacer más eficiente el monitoreo de la biodiversidad. Los sensores remotos son herramientas valiosas para esta tarea. Este trabajo busca describir una metodología para el monitoreo de la variable esencial de la biodiversidad *distribución de especies*, por medio de la integración de productos construidos a nivel nacional para el monitoreo de las coberturas de la Tierra y los modelos de distribución de especies disponibles a través de BioModelos. La metodología fue aplicada para dos especies del género *Zamia* para ilustrar el uso potencial de los resultados. Al intersectar los modelos de distribución de estas especies con las capas de cobertura de bosque para el período 1990-2015, fue posible analizar las causas de la variación del área de sus distribuciones, relacionadas principalmente con aspectos técnicos de los satélites usados y con las actividades antrópicas asociadas a la deforestación. Adicionalmente, se evaluó la variación en las distribuciones en escenarios de cambios de la cobertura boscosa para el 2030, evidenciando la necesidad de apoyar la adopción de ejercicios de planificación en los que se minimizara

las pérdidas de biodiversidad por deterioro y pérdida del hábitat. Finalmente, se identificó la presencia de dos núcleos de deforestación en las distribuciones de las especies que indican una fuerte amenaza para éstas en términos de pérdida del hábitat. Esta propuesta de monitoreo, que integra el conocimiento experto, el desarrollo de modelos de distribución de especies y productos de sensores remotos para el monitoreo de los cambios en la cobertura terrestre es un insumo importante para los procesos de evaluación de riesgo de extinción y el desarrollo de un sistema de alertas tempranas de pérdida de biodiversidad por deforestación a nivel nacional.

**Palabras clave:** Monitoreo. BioModelos. Preferencia de hábitat. Bosques y cobertura de la Tierra.

## ABSTRACT

The essential variables of biodiversity are a set of attributes that have been internationally proposed to unify and make more efficient the monitoring of biodiversity. Remote sensing are valuable tool for monitoring these variables. This work aims to describe a methodological framework to monitor the essential biodiversity variable “species distributions”, through the integration of national products of land cover and species distribution models, the last is available on the web application BioModelos. The proposed methodology was applied for two species of the genus *Zamia* to illustrate the potential use of the outcomes. By intersecting the distribution models of these species with forest cover geographic layers for the period 1990-2015, it was possible to analyze the extent of change in potential habitat for both species. It was found that such change is mainly related to technical features of remote sensing products and with anthropic activities associated with deforestation. Additionally, we assessed the expected extent of suitable habitat for both species in 2030 based on forest cover change scenarios, evidencing the need to support the adoption of planning exercises in which the loss of biodiversity due to deterioration and loss of habitat will be minimized. Finally, we identified the presence of two deforestation areas in the distributions of these two species that may represent an important threat to their persistence in the future. The methodology proposed here, which integrates expert knowledge, the development of species distribution models, and remote sensing products to monitor land cover change, is an important input to assess species extinction risk and to develop a system of early warnings therefore biodiversity loss may be estimated at national level.

**Key words:** Monitoring, BioModelos, habitat preference, forest, land cover.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas están acelerando la pérdida de diversidad biológica del planeta (Duro *et al.* 2007) ¿Cuánta de esta biodiversidad, y dónde se está perdiendo?,

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

**RESUMEN** son dos grandes preguntas que se pueden resolver mediante un sistema de monitoreo, y es por esto que su consolidación se ha convertido en una prioridad en la agenda científica y política de los países (Vihervaara *et al.* 2017).

**ABSTRACT**  
**KEY WORDS**  
**INTRODUCCIÓN**  
**DESARROLLO**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**  
**REFERENCIAS**

En un esfuerzo por optimizar las iniciativas de monitoreo, el grupo de observaciones de la Tierra en su red de observaciones de la biodiversidad (GEO BON, por sus siglas en inglés) ha desarrollado el concepto de Variables Esenciales de la Biodiversidad (VEB), considerado la base para construir programas de monitoreo eficientes y coordinados en todo el mundo, ya que su principal objetivo es identificar un conjunto mínimo de variables que puedan ser usadas para informar a los científicos, tomadores de decisiones y público en general sobre los cambios que ocurren en la biodiversidad a diferentes escalas, desde genes hasta ecosistemas (Pereira *et al.* 2013, Proença *et al.* 2017, Turak *et al.* 2016, Vihervaara *et al.* 2017).

**AGRADECIMIENTOS**  
**SOBRE LOS AUTORES**

Algunas VEB pueden ser monitoreadas a través de sensores remotos, como son la distribución de especies y la extensión de ecosistemas (Kerr y Ostrovsky 2003, Gill *et al.* 2017). En el primer caso, los sensores remotos han sido empleados para derivar estimaciones indirectas de las poblaciones silvestres de especies de fauna y flora (Turner *et al.* 2003). Esto se hace mediante el acoplamiento de datos de campo (registros biológicos) con parámetros ambientales que pueden ser medidos a través de los sensores remotos (por ejemplo, elevación, precipitación y temperatura) por medio del modelamiento de distribución de especies (Franklin 2009, Peterson *et al.* 2011). Este tipo de modelos, nos permiten predecir dónde están potencialmente las especies en el territorio (Loucks y Leimgruber 2007).

En el segundo caso, la VEB extensión de ecosistemas se refiere a la ubicación y distribución geográfica de estos en la superficie terrestre o en los océanos, y muchas veces se cuantifica a través de los mapas de cobertura de la Tierra, los cuales son derivados directamente de las imágenes de los sensores remotos (Sayre y Hansen 2017).

En conjunto, ambas VEB pueden ser integradas mediante el concepto de hábitat, definido como el lugar donde se puede encontrar un organismo específico (McGarigal y Marks 1995). En este sentido, teniendo información sobre la distribución de las especies, sus requerimientos de hábitat (por ejemplo, especies de bosque, sabanas, humedales, etc.), y productos de monitoreo del cambio de la cobertura terrestre como sustitutos de los cambios en la extensión de los ecosistemas, es posible establecer un sistema de monitoreo de la VEB distribución de especies, donde las mediciones en las tendencias de los distintos tipos de hábitat o de su reducción, pueden ser usadas para generar un sistema de alertas tempranas por pérdida de hábitat y por disminución potencial de las poblaciones de una o varias especies (Loucks y Leimgruber 2007).

Para el caso de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt ha desarrollado BioModelos (<http://biomodelos.humboldt.org.co>), una plataforma web para la generación colaborativa de mapas de distribu-

ción geográfica de especies, que nos permite documentar la distribución potencial de la fauna y flora en el territorio nacional (velásquez-Tibatá *et al.* 2018), así como los tipos de cobertura de la Tierra que se aproximan más a sus requerimientos de hábitat. Adicionalmente, el país cuenta con sistemas de monitoreo para propósitos específicos, como son la deforestación (<http://smbyc.ideam.gov.co>) y cambios en los usos de la tierra (Ideam *et al.* 2010), entre otros. Con esta información espacialmente explícita, el objetivo de este trabajo es proponer una metodología como insumo para el establecimiento de un sistema de monitoreo de la VEB distribución de especies, a partir de la integración de productos de sensores remotos disponibles para Colombia.

Esto es especialmente importante, si consideramos que la pérdida de hábitat es el factor de mayor relevancia frente a la extinción de especies (Anaya *et al.* 2017, Baillie *et al.* 2004) y, por tanto, su mapeo a escala regional o nacional puede ser una herramienta esencial en el monitoreo de las poblaciones de especies silvestres que aún persisten. Si bien esto no debe reemplazar los muestreos/monitoreos poblacionales sistemáticos en campo, los datos satelitales pueden aportar valiosa información para prevenir la degradación y pérdida de la diversidad biológica (Loucks y Leimgruber 2007).

Para ilustrar la implementación de la metodología se ha desarrollado un estudio de caso para dos especies de plantas: *Zamia amazonum* y *Zamia chigua*. La elección de estas especies se da porque actualmente cuentan con modelos de distribución validados por expertos en BioModelos y porque son especies asociadas a la cobertura de bosque.

## MARCO CONCEPTUAL

Dentro del marco conceptual desarrollado por GEO BON para el monitoreo de las VEB a nivel de especies, se definen dos tipos de monitoreo: el monitoreo para vigilancia y el monitoreo dirigido (Nichols y Williams 2006). El primer tipo, está enfocado en obtener información base para responder preguntas sobre el estado de las poblaciones de una o varias especies en un lugar determinado, y se caracteriza porque dicha información puede ser usada para responder preguntas que se formulen incluso muchos años después de que el programa de monitoreo se inicie (Pereira *et al.* 2017). En contraste, el monitoreo dirigido responde a preguntas más específicas, como por ejemplo las respuestas que puede tener una o varias especies frente a algún motor de pérdida de biodiversidad (Pereira *et al.* 2017). Definir el tipo de monitoreo a través de estas dos categorías permite delimitar mejor las repuestas a las tres preguntas clave para diseñar un sistema de monitoreo de la VEB distribución de especies, que son: ¿por qué monitorear?, ¿qué monitorear?, y ¿cómo monitorear? (Yoccoz *et al.* 2001). Para este trabajo, el objeto de monitoreo (qué monitorear) es la distribución de especies, y se propone hacerlo a través de la integración de los modelos de distribución de especies con los productos de sensores remotos.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN **Distribución de especies**

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Las VEB se clasifican en seis clases: composición genética, poblaciones de especies, atributos de especies, composición de comunidades, función ecosistémica y estructura ecosistémica (Pereira *et al.* 2013). La VEB distribución de especies hace parte de la clase poblaciones de especies y la métrica más utilizada para su evaluación son los modelos de distribución de especies, los cuales tienen la capacidad de generar proyecciones espacialmente explícitas, a diferentes escalas, de los rangos de distribución de las especies y su respuesta a eventos como el cambio climático (Peterson *et al.* 2011) y cambios de uso de suelo (Jetz *et al.* 2007, Rondinini *et al.* 2011), a partir de registros biológicos tomados en campo (Pereira *et al.* 2017). En el marco de las VEB, la disponibilidad de actualizaciones anuales en la distribución de la cobertura boscosa mundial permite estimar los rangos de distribución de las especies dependientes de este tipo de hábitat a través del tiempo, lo cual podría dar lugar a un indicador a nivel nacional o regional del área total de hábitat idóneo para una o varias especies de interés (por ejemplo, especies amenazadas) (Pereira *et al.* 2017).

En Colombia, BioModelos permite la consulta y descarga de información geográfica sobre las distribuciones de especies, la cual se genera de manera colaborativa entre investigadores expertos en el modelamiento estadístico y expertos en la ecología propia de los grupos taxonómicos. La integración de estos dos tipos de conocimiento se hace mediante un flujo de trabajo que da lugar a la información más actualizada y confiable sobre la distribución de la biodiversidad en el territorio nacional (Velásquez-Tibatá *et al.* 2018).

### Productos de sensores remotos y sistemas de monitoreo de la cobertura terrestre

Desde la década de los años 80, los sensores remotos se han convertido en una fuente muy importante de datos sobre la extensión (Nagendra *et al.* 2013), estructura (Bergen *et al.* 2009, Goetz *et al.* 2007, Lausch *et al.* 2015) y funcionamiento (Ustin y Gamon 2010) de los ecosistemas. Varios países cuentan con sistemas de satélites para evaluar la cobertura de la Tierra a través de sensores remotos, como son Brasil, Canadá, China, Francia, India, Japón, Rusia y Estados Unidos (Steininger y Horning 2007).

En el caso del mapeo de la cobertura terrestre, las imágenes comúnmente usadas provienen de sensores ópticos (que captan la luz que es emitida por el sol y reflejada por la superficie de la Tierra (Chuvieco 2006)). Dichas imágenes tomadas por los sensores tienen diferentes resoluciones espaciales (tamaño de la mínima unidad de información incluida en una imagen, también conocida como *píxel*) y temporales (periodicidad con que el sensor adquiere imágenes de la misma porción de la superficie terrestre), entre otros tipos de resolución, que dan lugar a una gran variedad de productos para el monitoreo de las coberturas de la Tierra (Tabla 1).

Nombre	Años		Resolución temporal (años)	Tipo de imagen	Escala o resolución espacial	Unidades espaciales
	Inicial	Final				
Global Land Cover 2002	1995	2001		SPOT Vegetation, ATSR-2, JERS-1, DMSP, GTOPO30	1 km	Pixel-Tipo de cobertura
World Land Use Land Cover 2002				Desconocido	1 km	Pixel-Tipo de cobertura
Global Land Cover Distribution, by Dominant Land Cover Type 2007	1995	2001		GLC2000, GLC categorization	9 km	Pixel-Tipo de cobertura
Global Land Cover by National Mapping Organizations	2003	2008	5	MODIS	1 km (2003) 500 m (2008)	Pixel-Tipo de cobertura
ESA-GlobCover	2004	2009	5	MERIS FR	300 m	Pixel-Tipo de cobertura
Climate Change Initiative-Land Cover	1998	2012	5	MERIS FR, MERIS RR, SPOT Vegetation	300 m	Pixel-Tipo de cobertura
Global Land Cover Dataset 2010	2008	2011	10	Landsat, HJ-1	30 m	Pixel-Tipo de cobertura
MODIS Global Land Cover	2001	2012	1	MODIS	500 m	Pixel-Tipo de cobertura
Global Land Cover SHARE 2013	1998	2012		Datos a nivel subnacional, nacional, regional o global. Globcover, MODIS VCF 2010 y bases de datos de cultivos 2012	1 km	Pixel-Tipo de cobertura
Global Land Cover Climatology 2014	2001	2010		MODIS	500 m	Pixel-Tipo de cobertura
Finer Resolution Observation and Monitoring of Global Land Cover Segmentation	1984	2011		Landsat TM/ETM+, MODIS EVI, variables bioclimáticas, DEM global, variables suelo-agua	30 m	Pixel-Tipo de cobertura
Finer Resolution Observation and Monitoring of Global Land Cover Aggregation	1984	2011		FROM-GLC FROM-GLC-seg	30 m	Pixel-Tipo de cobertura
Finer Resolution Observation and Monitoring of Global of Global Cropland	1984	2011		FROM-GLC, FROM-GLC-agg, Mapa de Probabilidad 250 m	30 m	Pixel-Tipo de cobertura

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

	Nombre	Años		Resolución temporal (años)	Tipo de imagen	Escala o resolución espacial	Unidades espaciales
		Inicial	Final				
RESUMEN							
PALABRAS CLAVE							
ABSTRACT	Finer Resolution Observation and Monitoring of Global Land Cover Hierarchy 250 m	1984	2011		FROM-GLC-agg, MODIS, GlobCover 2009	30 m	Pixel-Tipo de cobertura
KEY WORDS							
INTRODUCCIÓN							
MARCO CONCEPTUAL	Finer Resolution Observation and Monitoring of Global Land Cover Hierarchy 500 m	1984	2011		FROM-GLC-agg, MODIS, GlobCover 2009	30 m	Pixel-Tipo de cobertura
METODOLOGÍA	Finer Resolution Observation and Monitoring of Global Land Cover Hierarchy 1 km	1984	2011		FROM-GLC-agg, MODIS, GlobCover 2009	30 m	Pixel-Tipo de cobertura
RESULTADOS							
DISCUSIÓN	Intact Forest Landcapes 2000	1990	2000	13	Landsat TM y ETM+	1:100.000	Polígonos
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Global Forest Change 2000	2000	2000	13	Landsat TM y ETM+	30 m	Pixel-Proporciones de cobertura de árboles
AGRADECIMIENTOS	Vegetation Continuous Fields of Landsat 2000	2000	2005	5	Landsat TM o ETM+	30 m	Pixel-Proporciones de cobertura de árboles
REFERENCIAS							
SOBRE LOS AUTORES	Percent Tree Cover	2003	2008	5	MODIS	1 km (2003) 500 m (2008)	Pixel-Proporciones de cobertura de árboles
	Forest / Non-Forest map	2007	2010	1	ALOS PALSAR	25 m	Pixel-Tipo de cobertura (Bosque - No Bosque)
	MODIS Vegetation Continuous Fields	2000	2010	1	MODIS	250 m	Pixel-Tipo de cobertura (Bosque- No Bosque)
	Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra (Corine Land Cover)	2000	2009	7	Landsat, Spot, Cbers, Aster	1:100.000	Polígonos
	Mapa de Cobertura de Bosque no Bosque	1990	2016	2	Landsat	30 m	Pixel-Tipo de cobertura (Bosque- No Bosque)

Tabla 1. Productos de sensores remotos para la evaluación y monitoreo de las coberturas de la Tierra<sup>1</sup>.

Las imágenes provenientes de sensores ópticos poseen limitaciones técnicas a considerar. Solamente registran lo que puede ser visto desde arriba, es decir, que las características de la vegetación que están por debajo del dosel por lo general no son detectadas. Por otra parte, en el proceso de clasificación, los objetos que pertenecen

<sup>1</sup> Esta tabla hace parte de los productos del contrato de prestación de servicios profesionales No. 14-14-0025-255PS entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Jorge Eduardo Paiba Alzate (Paiba-Alzate 2015).

a una clase particular deben tener un tamaño mayor que la resolución espacial de la imagen. Por ejemplo, un río que tiene 10 metros de ancho no puede ser detectado por un sensor que tiene una resolución espacial de un kilómetro cuadrado. Por último, los fenómenos atmosféricos, los problemas mecánicos con el sensor y otros contratiempos pueden distorsionar las imágenes, y por tanto, los productos que se deriven de ella. La cobertura de nubes es por lo general el impedimento más común para observar la superficie terrestre con sensores ópticos y es particularmente problemático en regiones como los bosques húmedos (Steininger y Horning 2007).

En Colombia, existen productos específicos sobre el cambio de coberturas de la Tierra: ejemplos de ellos son el mapa de coberturas de la Tierra (período 2005-2009), el cual se realizó adaptando la metodología CORINE Land Cover para Colombia (Ideam *et al.* 2008) y los mapas de deforestación en Colombia (Galindo *et al.* 2014). Existe también un producto muy interesante sobre escenarios de cobertura forestal en Colombia para el año 2030 (Etter y Arévalo 2014) y el mapa de núcleos de deforestación (Ideam 2017).

## METODOLOGÍA

Para ilustrar la metodología propuesta (Figura 1), se seleccionaron dos especies que ya cuentan con modelos de distribución validados a través de BioModelos. Las especies son *Zamia amazonum* D.W.Stev. y *Zamia chigua* Seem. Ambas especies se caracterizan por ser especies cuyo hábitat predominante es el bosque húmedo tropical de la región Amazónica y de la región Pacífica, respectivamente (López-Gallego 2015) (Figura 2). En este sentido, la parte de la metodología que se aplicó para este trabajo hace referencia a especies de bosque.

En primer lugar se consultaron y descargaron los mapas de la distribución geográfica de *Zamia amazonum* (López-Gallego & Cádenas 2016) y *Zamia chigua* (López-Gallego 2016) en formato ráster con resolución espacial de 1 km<sup>2</sup>.

Dentro de flujo de trabajo de BioModelos existe una etapa en la que los expertos en las especies pueden seleccionar las categorías del mapa de cobertura de la Tierra realizado con la metodología CORINE Land Cover (CLC) (Ideam *et al.* 2010) que más se aproximen a los tipos de hábitat de la especie de interés (en BioModelos se les llaman variables ecológicas) (Tabla 2). Con esta información, obtenida a través de los expertos del grupo “Zamias de Colombia” de BioModelos, se determinó que *Z. amazonum* y *Z. chigua* son especies que habitan en coberturas boscosas.

Para evaluar las distribuciones de estas especies, se realizó una intersección espacial de sus modelos de distribución con los productos de cobertura de bosque para los años 1990, 2005, 2010 y 2015 (Ideam 2017) y con los escenarios de cambio de cobertura de bosque para el año 2030 (Etter y Arévalo 2014), respectivamente. Esto permitió calcular el porcentaje de área de los modelos de distribución en las distintas fechas y escenarios de coberturas de bosque en Colombia.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN
- PALABRAS CLAVE
- ABSTRACT
- KEY WORDS
- INTRODUCCIÓN
- MARCO CONCEPTUAL
- METODOLOGÍA**
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- AGRADECIMIENTOS
- REFERENCIAS
- SOBRE LOS AUTORES

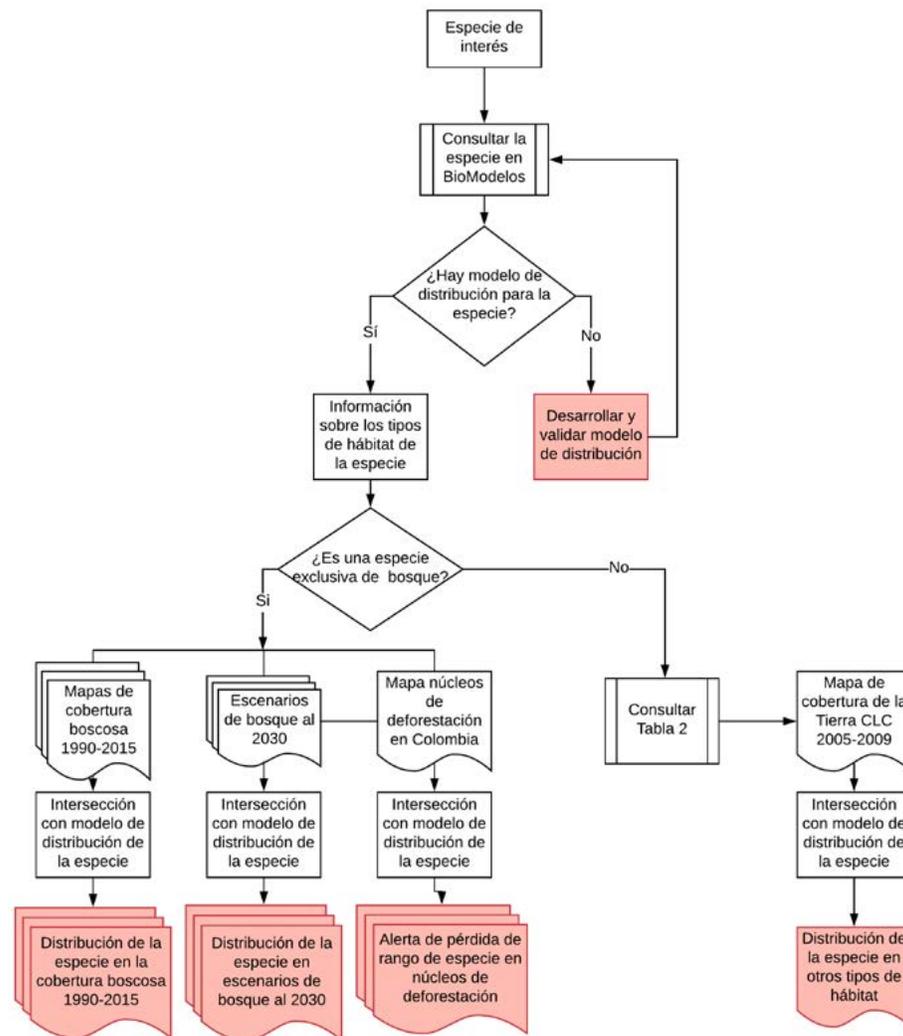
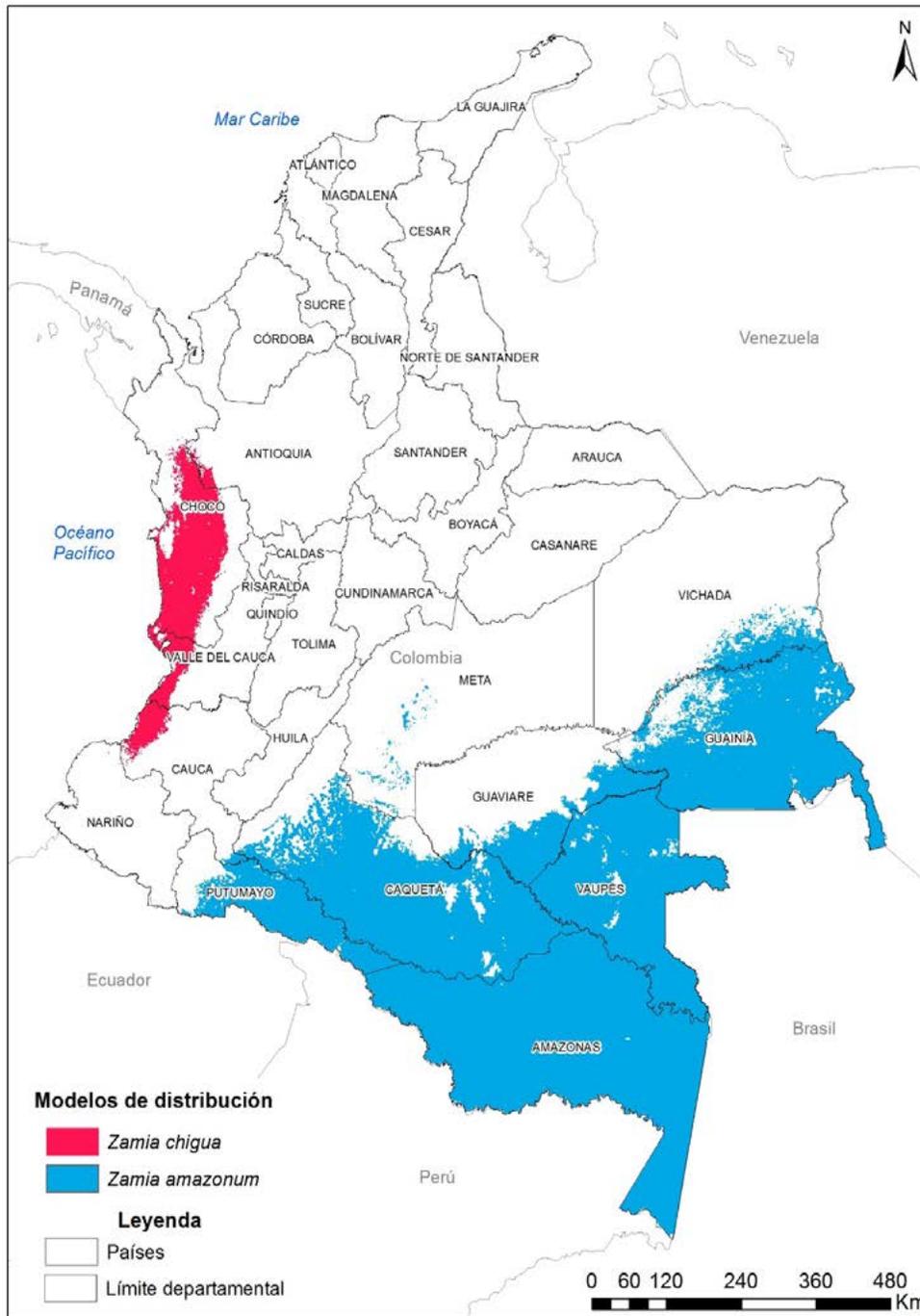


Figura 1. Propuesta metodológica para realizar el monitoreo de la VEB distribución de especies a partir de productos de sensores remotos.

Existen regiones del país con altos niveles de nubosidad como la región Pacífica, en donde la estimación de las áreas de bosque por sensores ópticos se hace más difícil. Dichas regiones se han incluido en la leyenda de los mapas de cobertura de bosque con la categoría "sin información".

Dado que estas áreas "sin información" se ubican mayormente en regiones de bosques tropicales, se decidió realizar dos cálculos sobre las distribuciones de las especies con los mapas de cobertura de bosque para los años 1990, 2005, 2010 y 2015 (Ideam 2017): (i) porcentaje de área máxima de las distribuciones de las especies asumiendo que las áreas "sin información" son áreas con bosque, y (ii) porcentaje de área mínima de las distribuciones de las especies asumiendo que las áreas "sin información" son áreas sin bosque.



- RESUMEN
- PALABRAS CLAVE
- ABSTRACT
- KEY WORDS
- INTRODUCCIÓN
- MARCO CONCEPTUAL
- METODOLOGÍA**
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- AGRADECIMIENTOS
- REFERENCIAS
- SOBRE LOS AUTORES

Figura 2. Áreas de distribución potencial de las especies *Z. amazonum* (López-Gallego y Cárdenas 2016) y *Z. chigua* (López-Gallego 2016).

Adicionalmente, se generó un mapa que integró la información de la distribución actual de las dos especies con el mapa de los núcleos de deforestación de Colombia (Ideam 2017), mediante una sobreposición de las dos capas.

RESUMEN  
 PALABRAS CLAVE  
 ABSTRACT  
 KEY WORDS  
 INTRODUCCIÓN  
 MARCO CONCEPTUAL  
 METODOLOGÍA  
 RESULTADOS  
 DISCUSIÓN  
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  
 AGRADECIMIENTOS  
 REFERENCIAS  
 SOBRE LOS AUTORES

Para el caso de especies no exclusivas de bosque, se debe tener un desarrollo adicional ya que no se cuenta por el momento con un sistema de monitoreo que reporte los cambios de estas coberturas en períodos de tiempo cortos y constantes. Por ejemplo, el mapa de coberturas de la tierra siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia tiene una periodicidad aproximada de cinco años. Sin embargo, siguiendo la propuesta metodológica (Figura 1), sus distribuciones potenciales pueden ser monitoreadas al equiparar las categorías de cobertura de la tierra (Ideam *et al.* 2010) con los tipos de hábitat descritos por la IUCN (2012) (Tabla 2). Esto permite a los expertos determinar los tipos de hábitat de las especies que pueden ser mapeados mediante la intersección espacial de los modelos de distribución con las categorías de cobertura de la Tierra.

Esquema de clasificación de hábitats de la IUCN (IUCN 2012)		Leyenda CLC adaptada para Colombia (Ideam <i>et al.</i> 2010)
Nivel I	Nivel II	Nivel III
1. Bosques	1.6. Bosque tropical de tierras bajas	3.1.1. Bosque denso
	1.7. Bosque de manglar tropical/subtropical	3.1.2. Bosque abierto
	1.8. Bosque de pantano tropical/Subtropical	3.1.4. Bosque de galería y ripario
2. Sabanas	2.2. Sabana húmeda	3.2.1. Herbazal
3. Arbustales	3.6. Arbustal húmedo tropical/subtropical	3.2.2. Arbustal
4. Praderas nativas	4.6. Praderas con inundaciones temporales tropical/subtropical	3.2.1. Herbazal
5. Humedales	5.1. Ríos, arroyos permanentes	5.1.1. Ríos (50 m)
	5.2. Ríos, arroyos temporales	
	5.4. Ciénagas, marismas, pantanos, turberas	4.2.1. Pantanos costeros
	5.5. Lagos de agua dulce permanentes	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
	5.6. Lagos de agua dulce temporales	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
	5.11. Humedales alpinos	4.1.2. Turberas
	5.14. Lagos alcalinos o salados permanentes	5.2.1. Lagunas costeras
5.15. Lagos alcalinos o salados temporales		
6. Áreas rocosas interiores		3.3.2. Afloramientos rocosos
8. Desiertos	8.1. Desierto caliente	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
	8.3. Desierto frío	
9. Marino-nerítico		5.2.2. Mares y océanos
10. Marino-oceánico		
12. Marino-interdital	12.2. Orilla arenosa	3.3.1. Zonas arenosas naturales

Esquema de clasificación de hábitats de la IUCN (IUCN 2012)		Legenda CLC adaptada para Colombia (Ideam <i>et al.</i> 2010)
12.3. Guijarros, grava o playa		4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
12.5. Marismas saladas		5.2.2. Mares y océanos
14.1. Tierras de cultivo		2.4.1. Mosaico de cultivos
14. Terrestre-artificial	14.2. Tierras de pastos	2.3.1. Pastos limpios
		2.3.2. Pastos arbolados
		2.3.3. Pastos enmalezados
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
		2.1.1. Otros cultivos transitorios
		2.1.2. Cereales
		2.1.3. Oleaginosas y leguminosas
		2.1.4. Hortalizas
		2.1.5. Tubérculos
	14.3. Plantaciones	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
		2.2.4. Cultivos agroforestales
		2.2.5. Cultivos confinados
		3.1.5. Plantación forestal
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
14.4. Jardines rurales	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	
	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	
	1.1.1. Tejido urbano continuo	
	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	
	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	
14.5. Áreas Urbanas	1.2.3. Zonas portuarias	
	1.2.4. Aeropuertos	
	1.3.2. Zona de disposición de residuos	
	1.4.1. Zonas verdes urbanas	
	1.4.2. Instalaciones recreativas	
14.6. Bosque tropical fuertemente degradado	3.1.3. Bosque fragmentado	
	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	
15. Acuáticos-artificiales	15.1. Aguas de almacenamiento	1.2.5. Obras hidráulicas

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

**METODOLOGÍA**

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

	Esquema de clasificación de hábitats de la IUCN (IUCN 2012)	Leyenda CLC adaptada para Colombia (Ideam <i>et al.</i> 2010)
RESUMEN		
PALABRAS CLAVE	15.2. Estanques	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
ABSTRACT	15.5. Excavaciones	1.3.1. Zonas de extracción minera
KEY WORDS	15.9. Diques y canales de drenaje	5.1.3. Canales
INTRODUCCIÓN		3.3.1. Zonas arenosas naturales
MARCO CONCEPTUAL	Otros	3.3.4. Zonas quemadas
METODOLOGÍA		3.3.5. Zonas glaciares y nivales
		4.1.1. Zonas pantanosas
		4.2.2. Salitral

**RESULTADOS** Tabla 2. Relación de los tipos de hábitat de la IUCN (2012) con la leyenda del mapa de cobertura de la Tierra CLC adaptada para Colombia (Ideam *et al.* 2010).<sup>2</sup>

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Todas las operaciones de análisis espaciales fueron realizadas en el lenguaje de programación R (R Development Core Team 2012) y en el programa ArcGIS 10 (ESRI 2011). El código de R se encuentra disponible en GitHub (<https://github.com/LBAB-Humboldt/ModelsStatistics>).

## RESULTADOS

Para *Z. amazonum*, los valores del porcentaje de área de distribución potencial disminuyen del año 1990 (93,7 %) al 2005 (90,7 %), 2010 (89,3 %) y aumenta ligeramente en 2015 (90,1 %) (Figura 2A), mientras que en el caso de *Z. chigua*, el porcentaje de área de distribución potencial aumenta del año 1990 (77,8 %) a 2005 (84,7 %), 2010 (89,7 %) y se observa que dicho valor decrece durante 2015 (84 %) (Figura 2B). Las variaciones de estos valores a través de los 4 años están relacionadas con la cobertura de nubes que se presentó para las imágenes de algunos años. Como se observa en la Figura 2C, para *Z. amazonum* que es una especie distribuida principalmente en la región Amazónica, la diferencia entre los valores del porcentaje de área de distribución potencial con nubes y sin nubes, es muy pequeña. En el año 2010 es cuando más se observa presencia de nubes en la imagen, y por tanto, se observa que de dicho año al 2015 hay un pequeño incremento en el porcentaje del área de distribución potencial.

Por su parte, *Z. chigua* presenta grandes diferencias entre los valores del porcentaje de distribución potencial con nubes y sin nubes. Esto está relacionado con la alta

<sup>2</sup> Este resultado hace parte de los productos del contrato de prestación de servicios profesionales No. 14-14-0025-255PS entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Jorge Eduardo Paiba Alzate (Paiba-Alzate 2015).

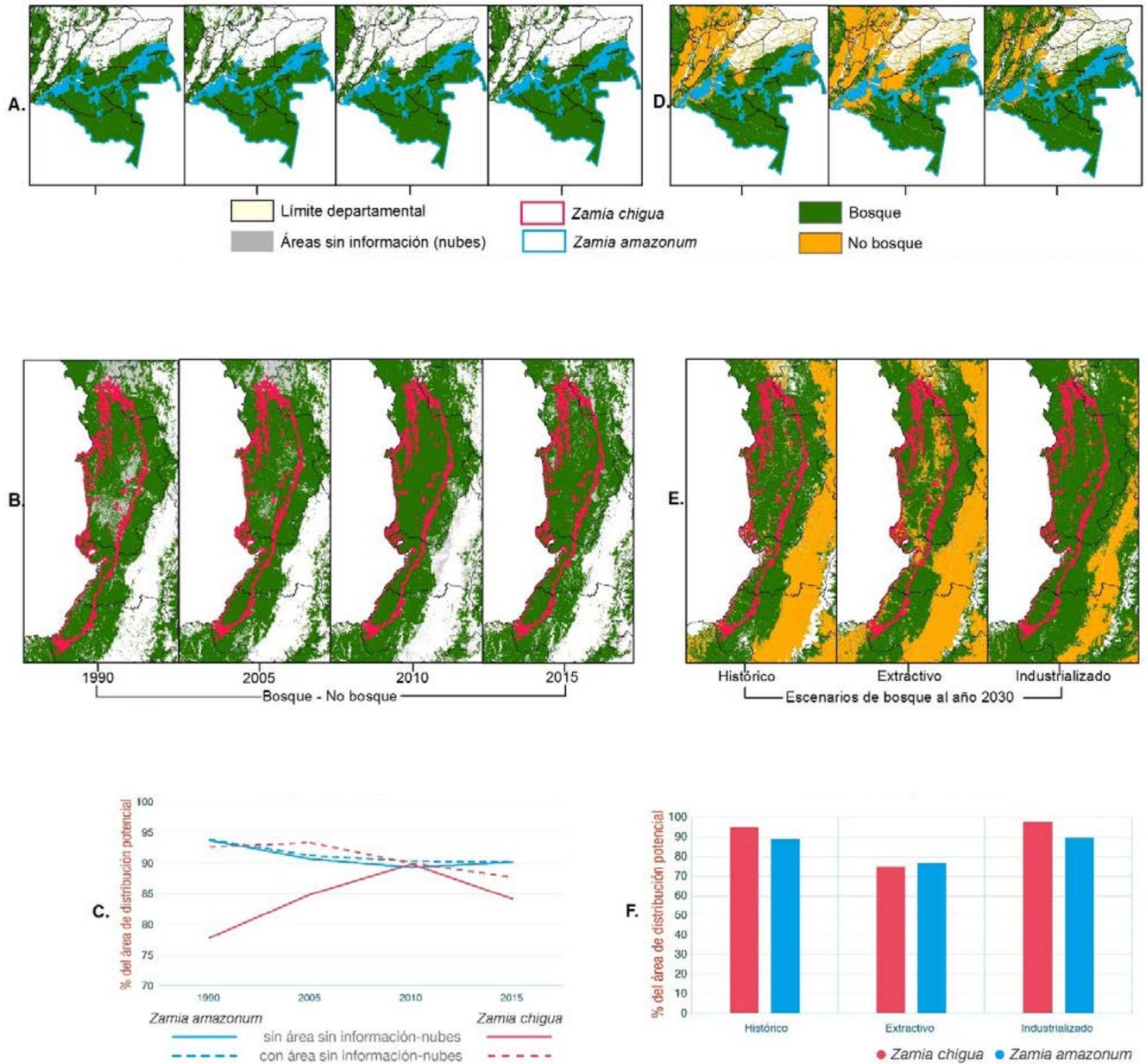
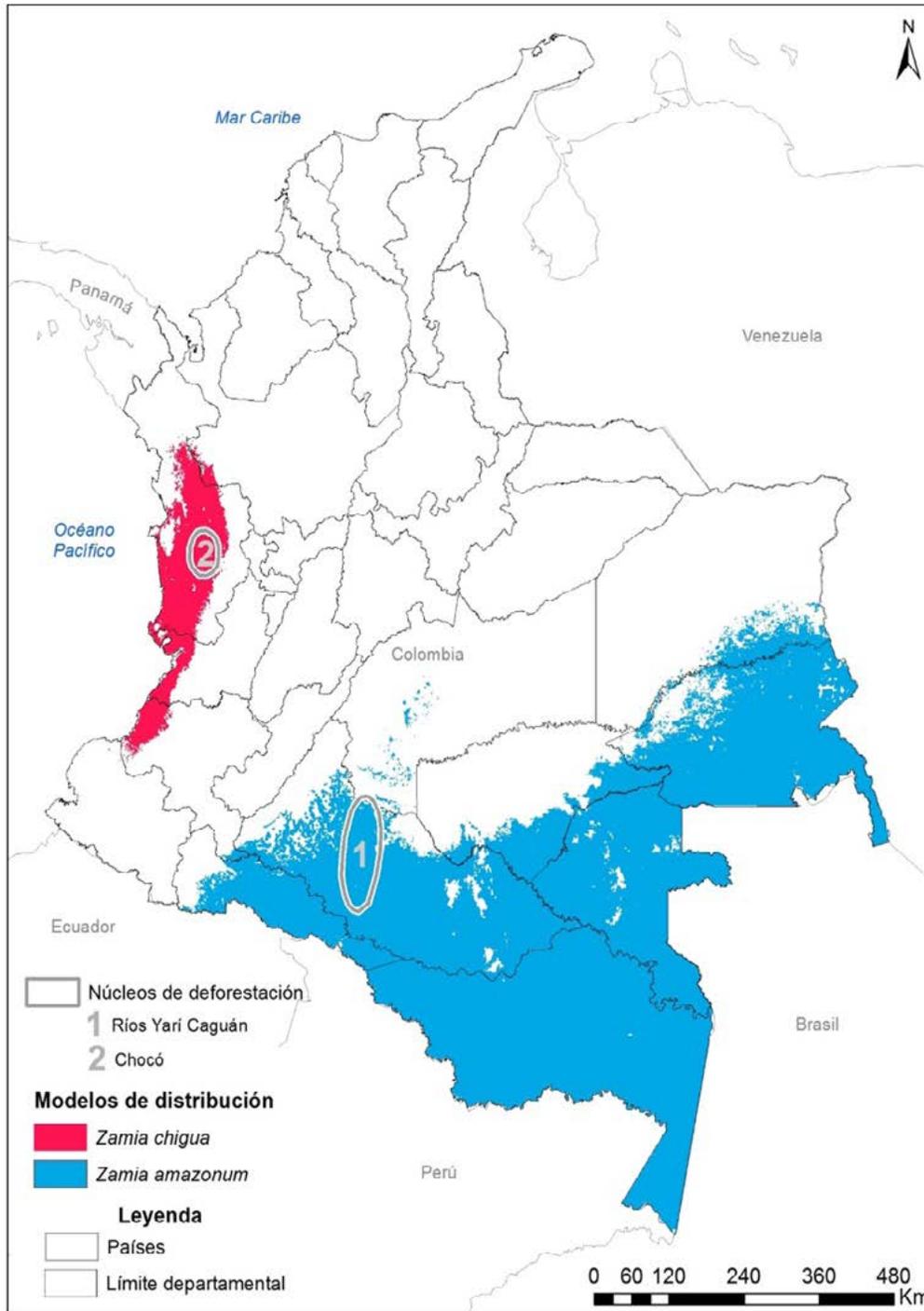


Figura 3. Cambios del porcentaje de área de distribución durante el período 1990-2005 para *Z. amazonum* (A.) y *Z. chigua* (B.); cambios del porcentaje de área de distribución en los tres escenarios de cobertura boscosa para 2030 para *Z. amazonum* (D.) y *Z. chigua* (E.); gráfica de los porcentajes de área de distribución de las especies en bosques potenciales (tomando en cuenta áreas “sin información”) y bosques observados (sin tomar en cuenta áreas “sin información”) (C.); gráfica de los porcentajes de área de distribución de las especies en los tres escenarios de cobertura forestal para el año 2030 (F.).

RESUMEN	cobertura de nubes que se observó para las imágenes del año 1990 y 2005 en la
PALABRAS CLAVE	región Pacífica del país. Esta área de cobertura de nubes fue menor dentro de la
ABSTRACT	distribución de la especie para el año 2010, lo cual pudo dar lugar al reporte de
KEY WORDS	un incremento del porcentaje de área de distribución de la especie en los bosques
INTRODUCCIÓN	húmedos tropicales de la región Pacífica de Colombia, una zona que se ha caracte-
MARCO CONCEPTUAL	rizado por su alta cobertura de nubes, que hace difícil el monitoreo de los bosques
METODOLOGÍA	a través de sensores ópticos (Figura 3C).
RESULTADOS	En el caso de los escenarios de cobertura boscosa para el año 2030 (Etter y
DISCUSIÓN	Arévalo 2014), se observa que el porcentaje del área de distribución potencial
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	de <i>Z. amazonum</i> se verá reducido mayormente para economía extractivista y
AGRADECIMIENTOS	expansión de la frontera agrícola, seguido del panorama basado en tasas histó-
REFERENCIAS	ricas de deforestación; mientras que en el de economía industrializada y esta-
SOBRE LOS AUTORES	bilización de la frontera agrícola, habrá un incremento en dicho valor (Figura
	3D). Para <i>Z. chigua</i> se observa el mismo patrón descrito para <i>Z. amazonum</i> ,
	donde el escenario de una economía industrializada y de estabilización de la
	frontera agrícola ofrece mayores oportunidades para la conservación del hábitat
	de la especie.
	Para las dos especies, el escenario extractivista impactaría de manera negativa,
	en su mayoría, el hábitat de las especies y por tanto su distribución. Por su
	lado, el escenario industrializado y de estabilización de la frontera agrícola,
	será el que más favorezca la conservación y recuperación del hábitat para estas
	especies (Figura 3F).

La tendencia en la pérdida de cobertura boscosa en el primer trimestre del año 2017 ha dado lugar al mapa de núcleos de deforestación de Colombia (Ideam 2017). Al sobreponer este con los mapas de las distribuciones de *Z. chigua* y *Z. amazonum*, se observa que hay dos grandes núcleos que podrían afectar las especies de manera negativa, al reducir su hábitat (Figura 4), estos corresponden al núcleo de los ríos Yarí Cagúan, para el caso de *Z. amazonum*, y al núcleo del Chocó para *Z. chigua*. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta que *Z. chigua* ha sido categorizada recientemente como una especie en peligro (EN) y *Z. amazonum* como una especie vulnerable (VU), de acuerdo con la evaluación realizada por López-Gallego (2015).



RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Figura 4. Distribuciones de las especies *Z. amazonum* y *Z. chigua* y los núcleos de deforestación en Colombia que las afectan (Ideam 2017).

RESUMEN **DISCUSIÓN**

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

**DISCUSIÓN**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

El uso de los productos de sensores remotos y modelos de distribución de especies permite analizar los cambios que pueden estar sufriendo las poblaciones de especies como consecuencia de las modificaciones en los hábitats, o cómo dichas poblaciones se pueden ver afectadas en escenarios futuros por determinadas amenazas.

En el contexto de nuestro caso de estudio, desde un sistema de monitoreo de vigilancia se podrían dar insumos para responder a la pregunta ¿cuál es el estado de la distribución de *Z. amazonum* y *Z. chigua* en el pasado reciente y la actualidad?, esto a través de los resultados de la variación del porcentaje del rango de distribución, respecto a las capas de cobertura de bosque entre los años 1990 y 2015. Para ello, se deben tener en cuenta dos elementos: por un lado, la presencia de nubes o áreas sin información en las imágenes de los diferentes años, y por otro, la tendencia observada desde el año 2010, cuando había una gran disminución de dichas áreas. En el primer caso, se observó que antes del año 2010 hubo variaciones que sugerían un incremento en el área de distribución de la especie *Z. chigua*. Esto se debió a que la presencia de nubosidad en las imágenes Landsat usadas en la construcción de las capas de bosque era alta en la región del Pacífico para el año 1990 y 2000 (Renjifo *et al.* 2016). En las capas producidas en años posteriores se tuvo mayor corrección sobre este tipo de error. En el caso de *Z. amazonum*, una especie en su mayoría distribuida en la región Amazónica, se observó el mismo patrón de incremento del porcentaje de área de distribución de 2010 a 2015, debido a que en el primer año hubo un incremento en el área de nubes de la imagen, que disminuyó para el siguiente año. Estos resultados evidenciaron la necesidad de que el análisis de las capas de cobertura de bosque incluyera una evaluación previa que informe acerca de la presencia de nubes en las imágenes procesadas, para así informar apropiadamente el grado de incertidumbre en las estimaciones de tamaño de rango geográfico de ambas especies a través del tiempo.

Es necesario entonces incorporar las áreas sin información (nubes) dentro de este tipo de análisis para tener una aproximación al nivel de incertidumbre que contiene los productos de sensores remotos y así mismo, de la información que se genere a partir de ellos (Armenteras *et al.* 2017), como es el caso de los porcentajes de área de distribución potencial de las especies. También se recomienda la integración de estos productos con sensores activos como radar y Lidar que pueden dar insumos más detallados de la estructura de los bosques, a pesar de la presencia de nubes (Reiche *et al.* 2015, Tsui *et al.* 2012). Teniendo en cuenta estas recomendaciones sobre el manejo de las áreas “sin información” en las imágenes satelitales, es posible identificar con mayor certeza el estado de las distribuciones de las especies en el tiempo, para así reconocer los patrones de pérdida, recuperación o mantenimiento de sus poblaciones en el pasado reciente y el presente.

Al observar la variación del porcentaje del rango de distribución de las especies, y a la vez considerando las áreas “sin información”, se evidencia una disminución en

dicho atributo. Esto se relaciona con los procesos de deforestación registrados para Colombia desde 1990. Para el período 1990-2005, la tasa de deforestación reportada fue de 0,62 % (Armenteras *et al.* 2013) y fue asociada principalmente a variables biofísicas, demográficas y de cambios en el uso del suelo a una escala nacional (Armenteras y Rodríguez 2014). Sin embargo, a una escala regional, se ha observado que los patrones y los impulsores de la deforestación están muy lejos de ser homogéneos; Armenteras y colaboradores (2013) explican que la Amazonia se encuentra en un proceso activo de colonización asociado a la deforestación para la expansión de la frontera agropecuaria, y que, por su parte, la región Pacífica ha experimentado procesos de tala selectiva de bosque húmedo tropical por décadas, acompañados de fuertes presiones por proyectos de explotación de hidrocarburos y minería en los últimos diez años. Estos impulsores son la causa de la disminución en el porcentaje de la distribución de las especies, y por tanto, representan una fuerte amenaza para su persistencia.

En el caso de un monitoreo dirigido, los insumos de esta metodología pueden ayudar a responder preguntas de manejo específicas como, por ejemplo, ¿cuál es la tendencia de la distribución de las especies en escenarios futuros de cambios de cobertura forestal en el país? y ¿dónde se puede ver afectada la distribución de las especies por eventos de pérdida de hábitat por deforestación? Para la primera pregunta, los resultados de la variación del porcentaje del rango de distribución potencial de las especies en escenarios futuros de cobertura boscosa, muestran como la disminución y restauración de su hábitat puede estar afectando a sus poblaciones silvestres en los tres tipos de escenarios propuestos por Etter y Arévalo (2014). Sin duda, el escenario más favorable para estas especies es el de una economía industrializada y de estabilización de la frontera agrícola, en el que la deforestación proyectada a 2030 alcanzará un valor aproximado de 5,6 % (Etter y Arévalo 2014). Este mismo resultado puede ser parte del argumento para promover este escenario a futuro a nivel de políticas nacionales, considerando que los bosques son de una gran importancia ecológica como hábitat para plantas y animales (Walz 2015). Por su parte, los escenarios de economía extractivista y expansión de la frontera agrícola, y el que está basado en tasas históricas de deforestación muestran una reducción de los porcentajes de área de distribución potencial de las especies. Especialmente en el caso del primer escenario, se observa que la especie más afectada sería *Z. amazonum*, posiblemente por las actividades de deforestación para expansión de la frontera agrícola de la región del piedemonte de la cordillera Oriental, hacia la región Amazónica (Rodríguez-Eraso *et al.* 2013, Etter y Arévalo 2014). No obstante, estos escenarios fueron formulados antes del posconflicto, por lo cual es relevante realizar posteriormente estos análisis cuando existan nuevos modelos de deforestación que incluyan el contexto nacional actual.

En el caso de la segunda pregunta, se puede afirmar que *Z. chigua* y *Z. amazonum* están siendo afectadas de manera negativa en su distribución por la presencia de dos núcleos de deforestación (Chocó, y ríos Yarí y Caguán, respectivamente) como lo

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN	muestran los datos. Esta información es especialmente importante, ya que, en general para las especies de bosque, dentro de los motores de pérdida de biodiversidad, la deforestación está ocurriendo a una tasa alarmantemente alta (Rodríguez-Eraso <i>et al.</i> 2013, Keenan <i>et al.</i> 2015, Mukul y Herbohn 2016), y esto puede estar impactando con mayor fuerza a aquellos organismos con rangos de distribución restringidos y con categorías de amenaza, como es el caso de <i>Z. chigua</i> (endémica de Colombia) y <i>Z. amazonum</i> , reafirmando así que la principal amenaza para las poblaciones de zamias es la destrucción del hábitat en áreas donde se incrementa la frontera agrícola como el Pacífico y la Amazonia (López-Gallego 2015).
PALABRAS CLAVE	
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
MARCO CONCEPTUAL	
METODOLOGÍA	
RESULTADOS	Siguiendo estos resultados, se considera que para monitorear la VEB distribuciones de especies, es necesario integrar tres tipos de conocimiento: el conocimiento generado a partir de los modelos de distribución de especies, el conocimiento de los expertos sobre las preferencias de hábitat de las especies, traducido al lenguaje de las leyendas de los productos de cobertura de la Tierra a partir de sensores remotos; y el conocimiento generado a partir de la integración de estos dos últimos. Consideramos que los resultados de este trabajo, en conjunto con sistemas de monitoreo <i>in situ</i> de las especies, pueden llegar a apoyar de manera más eficiente y robusta las propuestas de conservación y manejo de la VEB distribución de especies en Colombia.
DISCUSIÓN	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	Nuestra propuesta metodológica se puede replicar para cualquier especie que cuente con información espacialmente explícita de su distribución y del tipo de hábitat en el que comúnmente se encuentra. También puede ser útil en el desarrollo de evaluaciones de riesgo de extinción de acuerdo con la metodología de la IUCN (IUCN 2013). Específicamente, bajo el criterio A “reducción del tamaño poblacional”, el área de distribución de una especie puede considerarse como un <i>proxy</i> del tamaño poblacional, y en ese sentido, tanto los cambios en áreas del pasado como los esperados en el futuro, son un insumo clave para informar la aplicación de este criterio. Igualmente, para las especies que cuentan con estimaciones de densidad, la información de área de distribución a través del tiempo puede llevarse a número de individuos para inferir la tendencia poblacional de las especies y aplicar el criterio C “tamaño de población pequeño y en disminución”. Evaluaciones recientes de riesgo de extinción de aves en Colombia (Renjifo <i>et al.</i> 2016) y el amazonas (Bird <i>et al.</i> 2011) han aplicado esta metodología exitosamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Monitorear la VEB distribución de especies es factible si se integra el conocimiento de los expertos con los modelos de distribución de especies y productos de sensores remotos que se puedan relacionar en su leyenda con las preferencias de hábitat de las especies. Adicionalmente, contar con productos multitemporales a nivel nacional, que permitan el monitoreo de ciertas coberturas que representen hábitats de gran importancia para plantas y animales, como lo son los bosques, es un insumo muy fundamental para medir la variación de las áreas de distribución potencial de las

especies a través del tiempo (pasado, presente y futuro). Para generar información de calidad, esta metodología propone tener en cuenta las áreas “sin información” de los mapas de bosques de Colombia, especialmente para el período 1990-2005 en zonas caracterizadas por presentar altas concentraciones de nubes. Adicionalmente, contar con estos insumos permite cuantificar la pérdida de hábitat para especies con algún interés particular (por ejemplo, especies endémicas, amenazadas o de interés comercial), por procesos de deforestación que están asociados con diferentes tipos de impulsores, como son la colonización para ampliación de la frontera agropecuaria, la tala selectiva y los proyectos de extracción de hidrocarburos y minería.

El caso de estudio aquí presentado con las especies *Z. amazonum* y *Z. chigua*, ilustra la aplicación de la metodología propuesta y también permite hacer un análisis de los resultados obtenidos. En este sentido, se evidencia como la deforestación es una importante causa de pérdida de hábitat para las especies asociadas a bosque, que amenaza la supervivencia de las poblaciones, tanto en el pasado reciente como en el presente y el futuro si no se adoptan medidas de ordenamiento territorial y uso de los recursos naturales que propendan a la conservación de la biodiversidad.

Estos resultados son insumos muy importantes para los procesos de evaluaciones de riesgo de extinción de especies, la consolidación de un sistema de alertas tempranas por pérdida de biodiversidad y la evaluación de los cambios en la distribución de las especies en escenarios futuros, al integrarse en una metodología clara y reproducible.

## AGRADECIMIENTOS

Al grupo de expertos de Zamias de Colombia, en especial a su moderadora Cristina López Gallego por su disposición para el desarrollo de los modelos colaborativos de ese trabajo. Al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) por facilitar los insumos derivados de sensores remotos para este trabajo. Al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y al Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible por financiar la plataforma BioModelos y la realización de este trabajo a través de su presupuesto de inversión.

## REFERENCIAS

- Anaya, J. A., L. O. Anderson, y B. Mora. 2017. Pp: 100-109. Drivers of biodiversity loss. En: GOF-C-GOLD & GEO BON (eds.). A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring Essential Biodiversity Variables in Tropical Forests with Remote Sensing. GOF-C-GOLD Land Cover Project Office, Wageningen.
- Armenteras, D., E. Cabrera, N. Rodríguez y J. Retana,. 2013. National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. *Regional Environmental Change* 13 (6): 1181-1193.
- Armenteras, D., y N. Rodríguez Eraso. 2014. Dinámicas y causas de deforestación en bosques de Latinoamérica: una revisión desde 1990. *Colombia Forestal* 17 (2): 233-246.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN Armenteras, D., J. M. Espelta, N. Rodríguez y J. Retana. 2017. Deforestation dynamics and drivers in different forest types in Latin America: Three decades of studies (1980-2010). *Global Environmental Change* 46: 139-147.
- PALABRAS CLAVE
- ABSTRACT Baillie, J., C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart. 2004. 2004 IUCN red list of threatened species: a global species assessment. Earth.
- KEY WORDS Bergen, K. M., S. J. Goetz, R. O. Dubayah, G. M. Henebry, C. T. Hunsaker, M. L. Imhoff, R. F. Nelson, G. G. Parker, y V. C. Radeloff. 2009. Remote sensing of vegetation 3-D structure for biodiversity and habitat: Review and implications for lidar and radar spaceborne missions. *Journal of Geophysical Research* 114: G00E06.
- INTRODUCCIÓN
- MARCO CONCEPTUAL Bird, J. P., G. M. Buchanan, A. C. Lees, R. P. Clay, P. F. Develey, I. Yépez y S. H. M. Butchard. 2012. Integrating spatially explicit habitat projections into extinction risk assessments: A reassessment of Amazonian avifauna incorporating projected deforestation. *Diversity and Distributions* 18: 273-281.
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN Chuvieco, E. 2006. Teledetección ambiental. Editorial Ariel. Barcelona, 449 pp.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES Duro, D. C., N. C. Coops, M. A. Wulder y T. Han. 2007. Development of a large area biodiversity monitoring system driven by remote sensing. *Progress in Physical Geography* 31 (3): 235-260.
- AGRADECIMIENTOS ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- REFERENCIAS Etter, A. y P. Arévalo. 2014. Escenarios futuros de la cobertura forestal en Colombia. En: Bello, J. C., M. Báez, M. F. Gómez, O. Orrego y L. Nägele (eds.). Biodiversidad 2014. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia (ficha 210).
- SOBRE LOS AUTORES Franklin, J. 2009. Chapter 3 - Ecological understanding of species distributions. En: Franklin, J (ed.), Mapping Species Distribution-Spatial Inference and Prediction. Pp. 34-52.
- Galindo, G., O. J. Espejo., J. C. Rubiano, L. K. Vergara y E. Cabrera. 2014. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V. 2.0. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) Bogotá D.C., 56 pp.
- Gill, M., R. H. G. Jongman, B. Mora y M. Paganini. 2017. Introduction. En: GOF-C-GOLD & GEO BON (Eds.), A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring Essential Biodiversity Variables in Tropical Forests with Remote Sensing Pp. 9-21.
- Goetz, S., D. Steinberg, R. Dubayah, y B. Blair. 2007. Laser remote sensing of canopy habitat heterogeneity as a predictor of bird species richness in an eastern temperate forest, USA. *Remote Sensing of Environment* 108 (3): 254-263.
- Ideam, IGAC y Cormagdalena. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C. 200 pp.
- Ideam, IGAC, Cormagdalena, Sinchi, y Parques Nacionales. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia Escala 1:100.000. 72 pp.
- Ideam. 2017. Décimo boletín de alertas tempranas de deforestación (AT-D). Primer trimestre 2017. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono-SMBYC. Bogotá, D.C.

- IUCN. 2012. Habitats Classification Scheme (Version 3.1). International Union for Conservation of Nature, 14 pp.
- Jetz, W., D. S. Wilcove y A. P. Dobson. 2007. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biology* 5: e157.
- Keenan, R. J., G. A. Reams, F. Achard, J. V. de Freitas, A. Grainger y E. Lindquist, 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 357 (7): 9-20.
- Kerr, J. T. y M. Ostrovsky. 2003. From space to species: Ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology and Evolution* 18 (6): 299-305.
- Lausch, A., T. Blaschke, D. Haase, F. Herzog, R. U. Syrbe, L. Tischendorf, y Walz, U. 2015. Understanding and quantifying landscape structure - A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling* 295: 31-41.
- López-Gallego, M. C. 2015. Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia y Universidad de Antioquia. Bogotá D.C., 162 pp.
- López-Gallego C. 2016. Modelo de distribución de *Zamia chigua*. Instituto Alexander von Humboldt. Recuperado de: [http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species\\_id=6873](http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species_id=6873).
- López-Gallego C. & Cardenas D. 2016. Modelo de distribución de *Zamia amazonum*. Instituto Alexander von Humboldt. Recuperado de: [http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species\\_id=6871](http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species_id=6871).
- Loucks, C., y P. Leimgruber. 2007. Capítulo 8. Trends in Species Populations. En: Strand, H., R. Höft, J. Stritholt, L. Miles, N. Horning, E. Fosnight, y W. Turner (eds.). Sourcebook on Remote Sensing and Biodiversity Indicators. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Pp. 119-128
- McGarigal, K., y B. J. Marks. 1995. FRAGSTATS : Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Oregon State University Corvallis (Vol. Gen. Tech.). U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Mukul, S. A., y J. Herbohn. 2016. The impacts of shifting cultivation on secondary forests dynamics in tropics: A synthesis of the key findings and spatio temporal distribution of research. *Environmental Science and Policy* 55: 167-177.
- Nagendra, H., R. Lucas, J. P. Honrado, R. H. G. Jongman, C. Tarantino, M. Adamo, y P. Mairota. 2013. Remote sensing for conservation monitoring: Assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity, and threats. *Ecological Indicators* 33: 45-59.
- Nichols, J. D., y B. K. Williams. 2006. Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 668-673.
- Paiba-Alzate, J. E. 2015. Informe Técnico. Propuesta metodológica para el mapeo y monitoreo de las coberturas asociadas con la distribución de las especies a partir de la intersección de productos de sensores remotos y modelos de distribución de especies. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 27 pp.
- Pereira, H. M., S. Ferreir, M. Walters, G. N. Geller, R. H. G. Jongman, R. J. Scholes, M. W. Bruford, N. Brummit, S. H. M. Butchart, A. C., Cardoso, N. C. Coops, E. Dulloo, D. P. Faith, J. Freyhof, R. D. Gregory, C. Heip, R. G. Hoft, Hurtt, W. Jetz, D. S. Karp, M. A

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN McGeoch, D. Obura, Y. Onoda, N. Pettorelli, B. Reyers, R. Sayre, J. P. W. Scharlemann, S. N. Stuart, E. Turak, M. Walpole y M. Wegmann. 2013. Essential Biodiversity Variables. *Science* 339: 277-278.
- PALABRAS CLAVE
- ABSTRACT Pereira, H. M., J. Belnap, M. Böhm, N. Brummitt, J. García-Moreno, R. Gregory, L. Martin, C. Peng, V. Proença, D. Schmeller y C. van Swaay. 2017. Monitoring Essential Biodiversity Variables at the Species Level Pp: 79-105. En: Walters, M. y R. J. Scholes (eds.). *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*. Springer Nature. Gewerbestrasse.
- KEY WORDS
- INTRODUCCIÓN
- MARCO CONCEPTUAL Peterson, A. T., J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura y M. Bastos Araujo. 2011. Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press. New Jersey, 316 pp.
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS Proença, V., L. J Martin, H. M Pereira, M. Fernandez, L. Mcrae, J. Belnap, M. Böhm, N. Brummitt, J. García-Moreno, R. D. Gregory, J. P. Honrado, N. Jürgens, M. Opige, D. S. Schmeller, P. Tiago y C. A. M van Swaay. 2017. Global biodiversity monitoring: From data sources to Essential Biodiversity Variables. *Biological Conservation* 213: 256-263.
- DISCUSIÓN
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- AGRADECIMIENTOS Reiche, J., J. Verbesselt, D. Hoekman, y M. Herold. 2015. Fusing Landsat and SAR time series to detect deforestation in the tropics. *Remote Sensing of Environment* 156: 276-293.
- REFERENCIAS Renjifo, L. M., Á. M. Amaya-Villarreal, J. Burbano-Girón, y J. Velásquez-Tibatá. 2016. Libro rojo de aves de Colombia Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 563 pp.
- SOBRE LOS AUTORES Rodríguez-Eraso, N., D. Armenteras-Pascual y J. R. Alumbrosos. 2013. Land use and land cover change in the Colombian Andes: Dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science* 8: 154-174.
- Rondinini, C., M. D. Marco, F. Chiozza, G. Santulli, D. Baisero, P. Visconti, M. Hoffmann, J. Schipper, S. N. Stuart, M. F. Tognelli, G. Amori, A. Falcucci, L. Maiorano y L. Boitani. 2011. Global habitat suitability models of terrestrial mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366: 2633-2641.
- Sayre, R. y Hansen, M. 2017. Ecosystem extent and fragmentation. Pp. 60-66. En: GOFCC-GOLD & GEO BON (Eds.). *A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring Essential Biodiversity Variables in Tropical Forests with Remote Sensing*. GOFCC-GOLD Land Cover Project Office. Wageningen.
- Steininger, M., y N. Horning. 2007. The Basics of Remote Sensing. Pp. 23-34. En: Strand, H., R. Höft, J. Strittholt, L. Miles, N. Horning, E. Fosnight, y W. Turner (eds.). *Sourcebook on Remote Sensing and Biodiversity Indicators*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, NASA-NGO Biodiversity Working Group, World Conservation Monitoring Centre of the United Nations Environment Programme. Montreal.
- Tsui, O. W., N. C. Coops, M. A. Wulder, P. L. Marshall y A. McCardle. 2012. Using multi-frequency radar and discrete-return LiDAR measurements to estimate above-ground biomass and biomass components in a coastal temperate forest. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 69: 121-133.

- Turak, E., J. Brazill-boast, T. Cooney, M. Drielsma, J. Delacruz, G. Dunkerley, M. Fernandez, S. Ferrier, M. Gill, H. Jones, T. Koen, J. Leys, M. McGeich, J. B. Mihoub, P. Scanes, D. Schmeller y K. Williams. 2016. Using the essential biodiversity variables framework to measure biodiversity change at national scale. *Biological Conservation* 213 (Part B): 264-271.
- Turner, W., S. Spector, N. Gardiner, M. Fladeland, E. Sterling y M. Steininger. 2003. Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 18 (6): 306-314.
- Ustin, S. L. y J. A. Gamon. 2010. Remote sensing of plant functional types. *The New Phytologist* 186 (4): 795-816.
- Velásquez-Tibatá, J., M. H. Olaya-Rodríguez, D. López-Lozano, C. Gutiérrez, I. González y M. C. Londoño-Murcia. 2018. BioModelos: a collaborative system to map species distribution. bioRxiv preprint.
- Vihervaara, P., A. P. Auvinen, L., Mononen, M. Törmä, P. Ahlroth, S. Anttila, K. Böttcher, M. Forsius, J. Heino, J. Heliölä, M. Koskelainen, M. Kuussaari, K. Meissner, O. Ojala, S. Tuominen, M. Viitasalo y R. Virkkala. 2017. How Essential Biodiversity Variables and remote sensing can help national biodiversity monitoring. *Global Ecology and Conservation* 10: 43-59.
- Walz, U. 2015. Indicators to monitor the structural diversity of landscapes. *Ecological Modelling* 295: 88-106.
- Yoccoz, N. G., J. D. Nichols y T. Boulinier. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 446-453.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

## SOBRE LOS AUTORES

### María Helena Olaya Rodríguez:

Bióloga de la Universidad Javeriana y estudiante de la maestría en Geomática de la Universidad Nacional de Colombia. Desde el Instituto Humboldt trabaja como investigadora en el Laboratorio de Biogeografía aplicada del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad y hace parte del equipo coordinador de BioModelos.

### Jorge Velásquez-Tibatá:

Biólogo de la Universidad Nacional con doctorado en Ecología y Evolución de State University of New York. Su experiencia de investigación se centra en el estudio de los patrones geográficos de la biodiversidad y sus respuestas al cambio ambiental global. Actualmente se desempeña como especialista en análisis espaciales del Programa de Conservación NASCA de The Nature Conservancy.

RESUMEN **Lina María Estupiñán-Suárez:**

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia con maestría en Ciencias de Observación de la Tierra, Modelamiento y Manejo Ambiental de la Universidad de Lund e ITC, Universidad de Twente. Actualmente es estudiante de doctorado en el Instituto Max Planck para Biogeoquímica en Jena, Alemania. Lina ha participado desde el Instituto Humboldt en procesos de restauración, estudios de humedales, generación de insumos para análisis a escala nacional, y principalmente con datos de teledetección (series de tiempo) para estudiar la dinámica de los ecosistemas.

Citación sugerida

Olaya-Rodríguez M. H., J. Velásquez-Tibatá y L. M. Estupiñán-Suárez. 2018. Integrando la información de sensores remotos con modelos de distribución de especies para el monitoreo de la biodiversidad. Caso de estudio para las especies *Zamia amazonum* y *Zamia chigua*. *Biodiversidad en la Práctica* 3 (1): 74-98.