

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337404240>

Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia: síntesis de hallazgos y aplicaciones

Book · September 2019

CITATIONS

0

READS

841

9 authors, including:



Dolors Armenteras
National University of Colombia

141 PUBLICATIONS 2,160 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Maria Constanza Meza Elizalde
National University of Colombia

9 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Tania Gonzalez
National University of Colombia

37 PUBLICATIONS 125 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Natalia Salazar Latorre
National University of Colombia

6 PUBLICATIONS 27 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Tropical Fire Ecology in Colombia (FIRECO) [View project](#)



Biodiversity and Ecosystem Services [View project](#)



Foto: Arturo Cortés

Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia

síntesis de hallazgos y aplicaciones

Autores:

Dolors Armenteras¹, María Constanza Meza¹, Tania Marisol González¹, Natalia Salazar¹, Sebastián Barreto¹, Laura Isabel Mesa¹, Carlos Julián Moreno¹, Laura Obando¹, Santiago Ruiz¹

Socio académico USA:
Jennifer Balch²

Contacto:
darmenterasp@unal.edu.co

- (1) Laboratorio de Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas -Ecolmod-, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Edificio 421, Bogotá, Colombia
- (2) Assistant Professor, University of Colorado Boulder

Financian



The National Academies of

SCIENCES
ENGINEERING
MEDICINE

Socio



University of Colorado
Boulder

Financia y ejecuta



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

► Grupo de investigación en ecología del paisaje y modelación de ecosistemas -Ecolmod-

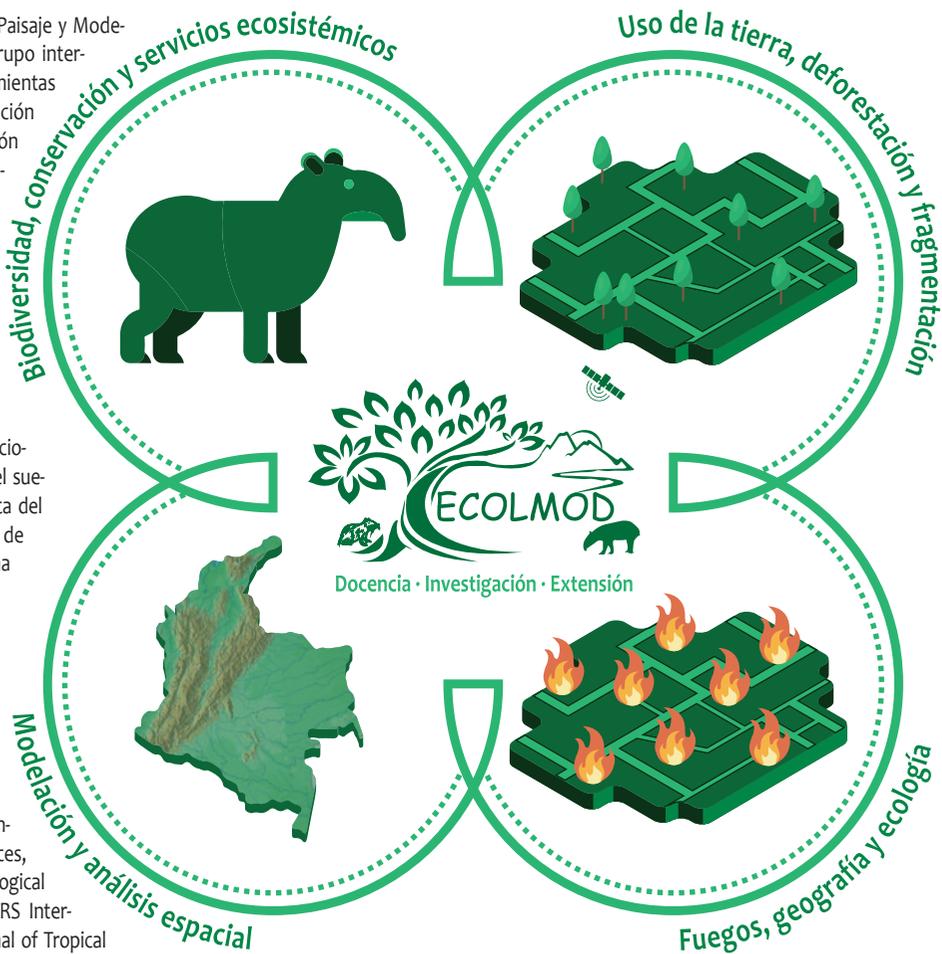
El grupo de Investigación en Ecología de Paisaje y Modelación de Ecosistemas -Ecolmod- es un grupo interdisciplinario que integra el uso de herramientas como teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) con docencia, investigación y extensión en ecología aplicada y del paisaje, ecología del fuego, geografía, ciencias ambientales, biología de la conservación y planificación y gestión territorial. Es liderado por la doctora Dolors Armenteras, Profesora Asociada al Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, y tiene cuatro líneas de investigación.

En estas líneas se han realizado investigaciones relacionadas con cambios en el uso del suelo, deforestación, fragmentación y dinámica del paisaje, integrando todo en un contexto de cambio climático. Dicha investigación se ha publicado en revistas indexadas como *Nature*, *Nature Ecology & Evolution*, *Biological Conservation*, *Ecological Modelling*, *Ecological Indicators*, *Regional Environmental Change*, *Journal of Land Use Science*, *Regional Environmental Change*, *Forest Ecology & Management*, *Plos One*, *Environmental Science & Policy*, *Land Use Policy*, *Forests*, *Biotropica*, *Bioscience*, *Environmental Geochemistry & Health*, *Biogeosciences*, *Remote Sensing*, *Earth Interactions*, *Ecological Applications*, *Atmosphere*, *Ecosphere*, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *Journal of Tropical Ecology*, *Global Ecology & Conservation*, *Revista de Biología Tropical*, *Revista Ecosistemas*, *Caldasia*, *Acta Biológica Colombiana*, entre otras.

Además, ha realizado divulgación al público general en notas y reportes publicados en la Agencia de Noticias de la Universidad Nacional de Colombia, *Razón Pública*, *Mogabay*, *El Tiempo* y *El Espectador*.

El grupo ha liderado más de 25 proyectos financiados por entes nacionales como la propia Universidad Nacional de Colombia, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias-, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -Ideam-, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- en asocio con el Ideam. Además, cuenta con financiación internacional de la United States Agency for International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) -Usaid-, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo -Aecid-, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo -Cyted-, la National Security Agency (Agencia de Seguridad Nacional) -NSA del Gobierno de los Estados Unidos-, el Global Challenges Research Fund -GCRF Oxford-, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA- y del Programa Fulbright, entre otros.

Asimismo, su directora, la doctora Armenteras, ha participado en las evaluaciones internacionales de ecosistemas MEA (Millennium Ecosystem Assessment), GEO Amazonia (informe de Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonia),



GEOLAC (Latin America and the Caribbean: Environment Outlook) y GEO 5 y 6 (The Global Environment Outlook), es representante del Grupo de Ecología del Paisaje en la International Union of Forest Research Organizations (Unión Internacional de Institutos de Investigación Forestal) -IUFRO- para América Latina, y ha sido experta en tres grupos de trabajo del Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) -IPBES-, en particular en la última Evaluación Global de IPBES en el Capítulo 5, en el que se ocupó especialmente en los escenarios de sostenibilidad a diferentes escalas. Ha sido becaria Fulbright en el periodo 2015-2017 y en 2019 ha sido elegida como vicepresidenta de la International Association of Landscape Ecology IALE. A nivel nacional, también ha brindado orientación al programa nacional REDD+ (Reducción de las Emisiones de la Deforestación y la Degradación de Bosques), principalmente en temas de monitoreo y modelización de la deforestación, avances en la definición de degradación forestal y en la incorporación de incendios forestales.

A 2019, el grupo cuenta con un investigador posdoctoral, siete estudiantes de doctorado en ciencias -biología-, seis estudiantes de maestría en ciencias -biología-, un estudiante de maestría en geomática y otro en geografía, un semillero de estudiantes de pregrado en biología, dos asistentes de investigación, una asistente administrativa, además de la participación de investigadores nacionales y extranjeros como colaboradores. También ha apoyado a estudiantes colombianos en sus comités doctorales en Clarks University, University of Minnesota y Oregon State University, en Estados Unidos.

INTEGRANTES DE ECOLMOD ACTIVOS A 2019

INTEGRANTE		FORMACIÓN
Directora	Dolors Armenteras Pascual	Bióloga, magister forestal y doctora en geografía
Investigador posdoctoral	Eduardo Molina González	Biólogo, magister en medio ambiente y desarrollo, doctor en ciencias - biología
Estudiantes de doctorado en ciencias - biología	Tania Marisol González Delgado	Bióloga, magister en ciencias y candidata a doctora en ciencias - biología
	William José Agudelo Henríquez	Biólogo, magister en manejo de vida silvestre y candidato a doctor en ciencias - biología
	Laura Isabel Mesa Castellanos	Bióloga, magister en ciencias y candidata a doctora en ciencias - biología
	Federico Mosquera Guerra	Biólogo, magister en recursos hidrobiológicos continentales y candidato a doctor en ciencias - biología
	Carlos Julián Moreno Fonseca	Biólogo y magister en ciencias - biología
	Oscar Javier Mahecha Jiménez	Licenciado en biología, magister en ciencias - biología y candidato a doctor en ciencias - biología
	María Constanza Meza Elizalde	Ingeniera forestal y magister en manejo, uso y conservación del bosque
	Estudiantes de maestría en ciencias - biología	Natalia Salazar Latorre
Joan Sebastián Barreto Rivera		Biólogo y especialista en geomática
Sebastián Buitrago Gutiérrez		Biólogo
Johana Alejandra Villota Mogollón		Bióloga
Laura Obando Cabrera		Bióloga y especialista SIG
Sebastián Giraldo Giraldo		Médico veterinario
Estudiantes de maestría en geomática y geografía	Juan Gabriel Rojas	Ingeniero catastral y geodesta
	Ismael García	Geólogo
Estudiantes de pregrado en biología	Santiago Ruiz Guzmán	Estudiante de pregrado en biología
Investigadores asociados colombianos	Fernando Trujillo González	Biólogo marino, magister en ciencias y doctor en zoología. Director científico Fundación Omacha
	Henry Daniel Rumbo Fonseca	Biólogo
	Alejandra Reyes Palacios	Ingeniera forestal y especialista en educación y gestión ambiental
Asistente administrativa	Diana Ayala	

Introducción

Los incendios de la vegetación han sido un proceso ecológico natural presente desde hace miles de años en los trópicos, influyendo en la estructura del paisaje, en la composición de especies y en la diversidad biológica. Sin embargo, los incendios también han estado presentes como una práctica de gestión del suelo que en algunos casos lleva a perturbaciones antropogénicas de ecosistemas asociados a las zonas de uso donde el fuego está presente. La mayoría de los incendios actuales a nivel planetario son el resultado de una combinación de las condiciones climáticas y de las actividades humanas, y los trópicos no son la excepción. La predicción de la respuesta de ecosistemas naturales en paisajes dinámicos como los que se encuentran en Colombia, requiere de la integración de diferentes enfoques, metodologías y experiencias para entender las causas de la inflamabilidad y de las emisiones de carbono relacionadas con los incendios, en particular de los bosques tropicales y sus efectos. Avanzar en este conocimiento es esencial para predecir donde es más probable que haya una degradación de los bosques a escala de paisaje y por otro lado, cuales bosques tienen mayor capacidad de resistencia y resiliencia ante este tipo de fenómenos. Es importante también aportar elementos para un mejor manejo del territorio, donde el riesgo del fuego sea minimizado y se optimice un uso adecuado y controlado de las diferentes opciones de manejo de la tierra.

Gracias al proyecto Degradación de Bosques Tropicales en Colombia: Impactos del Fuego (Degradation of Tropical Forests in Colombia: Impacts of Fire), es posible abordar preguntas sobre los fuegos y aportar elementos para la toma de decisiones a nivel nacional. Este proyecto fue seleccionado en la convocatoria internacional Partnerships for Enhanced Engagement in Research (PEER Cycle 5), es ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia en cola-

Foto: Arturo Cortés



boración con la University of Colorado Boulder. Es un proyecto de investigación financiado por USAID y administrado por la The National Academies of Sciences, Engineering & Medicine. En el marco del proyecto se han abordado dos casos de estudio de dos de los tipos de bosques afectados de forma diferente por el fuego como son bosques andinos y bosques de galería. Adicionalmente, dentro de esta investigación se desarrolló una propuesta complementaria para elaborar de forma participativa un documento que contenga la percepción de diferentes actores acerca del manejo adecuado del territorio, para prevenir la ocurrencia de incendios forestales fuera de control y de esta manera evitar la degradación de los bosques y ecosistemas naturales que puedan verse afectados negativamente por esta causa.

▶ Talleres de apoyo al manejo territorial

Con el fin de promover la articulación del conocimiento científico con las experiencias locales en torno a la prevención de incendios forestales, se realizaron dos talleres en el marco del proyecto “Degradation of Tropical Forest in Colombia: Impacts of Fire (Degradación de bosques tropicales en Colombia: Impactos del fuego)”, en los que se discutieron y generaron los insumos para la construcción de propuestas de manejo territorial para prevenir la ocurrencia de incendios forestales y evitar la degradación de los bosques por esta causa.

Uno de los talleres fue realizado los días 31 de mayo y 1 de junio del 2018 en Villa de Leyva, Boyacá, y contó con la participación de representantes de ocho Parques Nacionales Naturales de la territorial Andes Nororientales, acueductos veredales, la Alcaldía Municipal de Villa de Leyva y del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.



| 4 |



▲ Asistentes al taller celebrado en Villa de Leyva, Boyacá.

◀ Actividades desarrolladas durante el taller celebrado en Villa de Leyva, Boyacá.

Fotos: EcoImod

El segundo taller fue realizado los días 11 y 12 de septiembre del 2018 en Puerto Carreño, Vichada, y contó con la participación de Parques Nacionales Naturales de Colombia (Tuparro, Macarena, Tinigua y Picachos), el cuerpo de bomberos de Puerto Carreño, empresas forestales, comités de gestión del riesgo, la alcaldía municipal de Puerto Carreño, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia y el consorcio encargado de la elaboración del Pomca del Río Bitá.

En el desarrollo de los talleres se abordaron las percepciones de los incendios en áreas de bosque y otras áreas naturales y se identificaron las causas y motores que aumentan el riesgo de incendios. También se discutieron las acciones y protocolos de manejo de incendios por parte de diferentes actores.



▲ Asistentes al taller celebrado en Puerto Carreño, Vichada.

◀

▲ Actividades desarrolladas durante el taller celebrado en Puerto Carreño, Vichada.



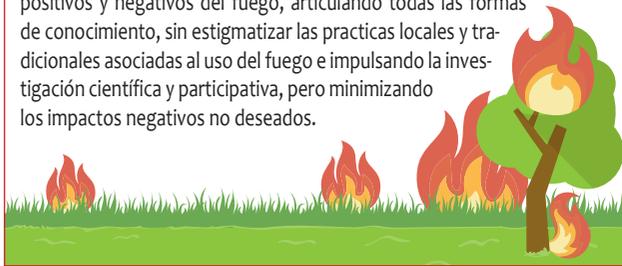
► Manejo integral del fuego: síntesis para creadores de política

“De la supresión del fuego a la comprensión y el manejo integral del fuego”

María Constanza Meza, Tania Marisol González, Dolores Armenteras

La paradoja del fuego

El fuego ha sido una herramienta imprescindible para la gestión de la tierra, por lo cual es un elemento que ha estado presente en la evolución de numerosos paisajes. Bajo este contexto, es crucial propender por el mantenimiento y restauración de los paisajes reconociendo los impactos positivos y negativos del fuego, articulando todas las formas de conocimiento, sin estigmatizar las prácticas locales y tradicionales asociadas al uso del fuego e impulsando la investigación científica y participativa, pero minimizando los impactos negativos no deseados.



Corresponsabilidad social

Las acciones para prevenir y controlar los incendios forestales y manejar de forma integral el fuego deberán ser adoptadas y ejecutadas de manera conjunta y coordinada entre el Estado, la sociedad civil y el sector productivo, en el marco de los requerimientos básicos para la conservación de los ecosistemas y su diversidad biológica.

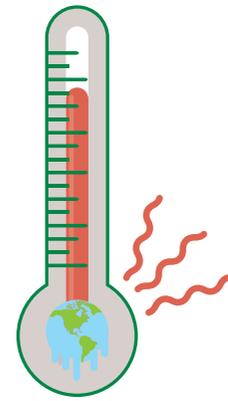
Con base en lo anterior, para garantizar la prevención de incendios forestales y el adecuado uso del fuego en la gestión del territorio, se necesita el respaldo de legislación adecuada y articulada a leyes de otros temas afines. Cabe resaltar que la transición a una política de manejo integral del fuego no significa abandonar la capacidad de las organizaciones públicas para el combate de incendios forestales, por el contrario, estas se deben seguir fortaleciendo, dado que es una necesidad que no se puede evitar.

Ecolmod propone específicamente que la formulación de políticas públicas se oriente al manejo integral del fuego y que se consideren estrategias de control y prevención, respuesta y recuperación. En las acciones de manejo integral del fuego se pueden incluir acciones como el establecimiento de barreras cortafuegos y/o cinturones verdes, quemas prescritas para la reducción de combustibles, quemas controladas con fines de investigación, quemas controladas en prácticas agrícolas, pecuarias y forestales, entre otras. Para esto se requiere un mayor conocimiento en la ecología de las especies en zonas de ocurrencia de incendios, así como una mayor efectividad en el control de los fuegos controlados.

Referencias:
IUFRO. (2018). Global Fire Challenges in a Warming World. Summary Note of a Global Expert Workshop on Fire and Climate Change. 60 p.

Fuego y cambio climático

Colaboraciones científicas internacionales han demostrado que se debe coexistir con la actividad cambiante del fuego, y que, a nivel global, las sociedades deben adaptarse al cambio climático y mantener los paisajes naturales y culturales saludables, resilientes y seguros para las próximas generaciones (IUFRO 2018).



En el taller global de expertos sobre fuego y cambio climático (IUFRO 2018), se hace un llamado a la atención de los desafíos mundiales en términos del manejo del fuego en un mundo que se está calentando, señalando que:

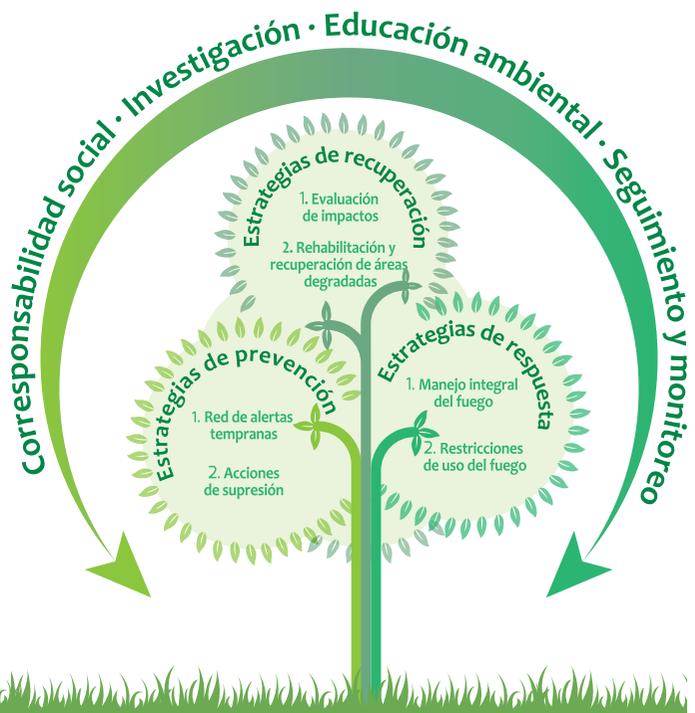
Está emergiendo un ciclo vicioso que relaciona el fuego y el cambio climático, los datos disponibles muestran una tendencia al aumento de la frecuencia e intensidad de los incendios no controlados.

La dinámica del fuego global es compleja y evoluciona en proporciones desconocidas, pero se sabe que fuera de control, está generando elevados costos para la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas, el bienestar humano, los medios de subsistencia y las economías nacionales.

Urge la inversión en monitoreo social, económico y ambiental sobre todo en las áreas poco estudiadas.

Dinámica

Los socioecosistemas son dinámicos y en su funcionamiento intervienen múltiples factores bióticos, abióticos y sociales, por lo cual se requiere un seguimiento y monitoreo permanente, para adaptar las prácticas de manejo y gestión del fuego acorde a las necesidades que vayan surgiendo en cada contexto.



► Impactos del fuego en bosques de galería de la Orinoquia colombiana

Dolors Armenteras, María Constanza Meza, Tania Marisol González

No todos los ecosistemas reaccionan igual al fuego, desde una perspectiva ecológica, algunos se benefician por el fuego y otros se ven gravemente afectados. En el caso de los ecosistemas de la Orinoquia, podemos encontrar extensas sabanas que son **ecosistemas adaptados al fuego o mantenidos por el fuego**, en donde las especies vegetales han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego y facilitar su propagación; y ecosistemas como los bosques de galería que son **sensibles al fuego**, en ellos el fuego no es un proceso importante y recurrente por lo tanto las especies carecen de adaptaciones para responder a incendios, es por ello que la mortalidad puede ser muy alta incluso cuando la intensidad del fuego es muy baja.

También existen unas zonas de transición entre los ecosistemas dependientes al fuego y ecosiste-

mas sensibles al fuego, como lo es el caso de las zonas de transición entre las sabanas y los bosques de galería, que son considerados **ecosistemas influidos por el fuego**, sin embargo, en estas zonas aún no se ha documentado suficientemente el papel del fuego y por ende no se reconoce su rol en el mantenimiento de la diversidad.

En el caso del paisaje de la Orinoquia, los fuegos usualmente se originan en la vegetación de sabana y estos se propagan de forma variable hacia los bosques de galería, que en principio sería una barrera al fuego y existe un gran debate científico al respecto. No obstante, esta situación crea una paradoja, ya que en las sabanas el fuego es esencial y si este se suprime o se altera su régimen, se puede ver afectada la persistencia de este ecosistema en el paisaje, por otro lado, si los fuegos logran sobrepasar el borde del bosque y se propagan hacia el

interior, pueden generar múltiples impactos negativos sobre su diversidad y función.

Con el fin de evaluar cuáles han sido los impactos del fuego sobre los bosques de galería, hemos monitoreado durante tres años los cambios en un bosque afectado por un incendio forestal ocurrido en el año 2015, y hemos comparado con bosques no afectados del mismo tipo y ubicados en la misma área.

El trabajo lo estamos desarrollando en la Reserva Natural Bojonawi de la Fundación Omacha, en el marco del proyecto *Degradation of Tropical Forest in Colombia: Impacts of Fire*, financiado por la subvención PEER cycle 5 de USAID. En esta investigación establecimos parcelas de vegetación en zonas de bosques no quemados y bosques afectados por fuego.

En términos generales, encontramos una mayor mortalidad en las zonas afectadas por fuego, siendo menor el número de árboles vivos en el borde del bosque y evidenciándose cicatrices de fuego de la base del tronco a la copa, los árboles que se registraron vivos en la zona interior también tenían cicatrices, pero la mayoría no superaba los 2 m de altura.

Por otro lado, se evidenció una reducción considerable de la diversidad de plantas en las zonas que-



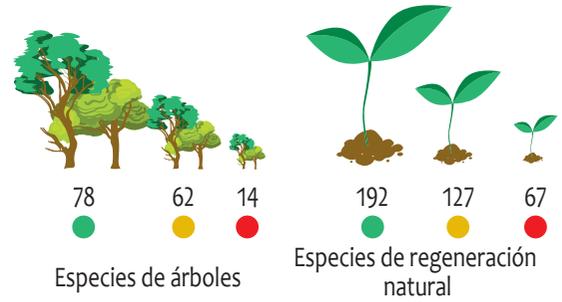
◀ Bosque de tierras bajas y sabanas naturales afectadas por fuego. Reserva Natural Bojonawi, Departamento del Vichada.

Foto: Tania González

Bosque no quemado, Reserva Natural Bojonawi.



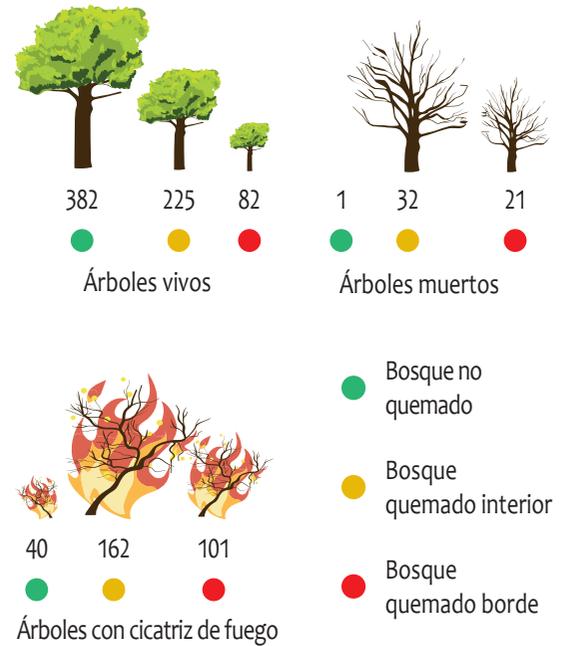
Foto: Williams Beltrán y Sebastián Barreto



Bosque quemado



Foto: Arturo Cortés



madras, registrándose menos especies de árboles con un diámetro mayor a 10 cm, así como menos especies de plántulas en la regeneración natural.

La alta mortalidad de árboles genera cambios en la estructura del bosque, por ejemplo, hay una mayor apertura del dosel, que a su vez genera cambios en el microclima, ya que hay mayor entrada de luz y de radiación solar, así como una mayor exposición al viento, condiciones que hacen que se

dé un aumento en la temperatura y una reducción de la humedad. Estas nuevas condiciones afectan a las especies de flora y fauna que estaban establecidas en estos bosques antes del incendio, y favorece a otras especies más generalistas que se adaptan a ambientes perturbados, como lo es el caso del pasto cortadera.

El nuevo microclima no solo tiene efectos en la composición de especies, sino también en los pro-

cesos fisiológicos de las plantas como la transpiración, la fotosíntesis, la germinación de semillas, la floración, la producción de frutos y la mortalidad. La anterior situación afecta los procesos ecológicos y en consecuencia también los servicios de los bosques, como la regulación hídrica, la regulación de la calidad del aire, el control de la erosión, entre otros.

Panorámica dosel cerrado antes del fuego, Reserva Natural Bojonawi.



Fotos: Williams Beltrán y Sebastián Barreto

Panorámica dosel abierto después del fuego, Reserva Natural Bojonawi.



Efectos sobre la estructura del bosque

Sobre los árboles quemados y muertos en pie se reportó el crecimiento de vegetación herbácea, que es más flammable y que además permite la propagación del fuego de manera vertical, lo cual hace que en un incendio el fuego alcance mayor altura.



Se evidenciaron cambios en la estructura del bosque que no solo afectan la diversidad y los servicios ecosistémicos, sino que también hacen más vulnerable al bosque ante nuevos eventos de incendios.



Aumenta la cantidad de árboles muertos en pie y de ramas secas caídas, lo cual se traduce en mayor cantidad de combustible y por ende mayor probabilidad de ocurrencia de incendios de mayor severidad e intensidad.



Respuesta diferencial de las plantas al fuego

No todas las especies reaccionan igual ante un evento de fuego, su respuesta depende de características morfológicas como por ejemplo el grosor de la corteza y fisiológicas como la capacidad de rebrote. A continuación, señalamos las respuestas que encontramos:



Después del evento de fuego, la mayoría de los árboles se secan y quedan más expuestos al ataque de barrenadores.



Se evidenciaron daños mecánicos después del incendio, asociados a ramas partidas y desprendimientos de la corteza.



En la mayoría de las especies se identificaron cicatrices de fuego a alturas variables.



En algunas especies se registraron y cuantificaron rebrotes a diferentes alturas.

Fotos de esta página: María Meza



Panorámica del Macizo de Iguaque, Villa de Leyva, Boyacá.

► Respuestas de un robleal al fuego

Dolors Armenteras, Natalia Salazar, María Constanza Meza

En el marco del Proyecto *Degradation of Tropical Forest in Colombia: Impacts of Fire*, financiado por la subvención PEER cycle 5 de USAID, se realizó una investigación piloto del proyecto de investigación en el Santuario de Fauna y Flora Iguaque (SFFI) donde se buscó entender cómo respondió el robleal del área protegida a uno de los incendios ocurridos en el área, en particular el del año 2015. Para entender cómo es la dinámica y la respuesta del bosque posfuego, realizamos parcelas de muestreo en el área quemada y como refe-

rencia se realizaron otras en el bosque no quemado. Se comparó la estructura y composición de un bosque disturbado frente a uno que no ha sido afectado por fuego. Para ello se midieron algunas variables como altura de los árboles, diámetro del tronco, estado fitosanitario, rebrotes en los árboles, además de medir la regeneración natural en las parcelas muestreadas.

Los resultados obtenidos muestran que los bosques quemados son áreas menos diversas, donde se han perdido varias especies que se encontraban presentes en el bosque no quemado, además de presentar una estructura de bosque menos densa con árboles de menores alturas. Además de evidenciarse gran pérdida de biomasa aérea (biomasa por encima del suelo). Por otro lado, se encontró gran presencia de especies en el sotobosque de porte herbáceo, muchas de estas son especies de rápida colonización y otras de tipo invasor, que con el tiempo pueden aumentar los daños en el bosque. Estos resultados muestran un proceso de degradación de los robleales remanentes dentro del SFFI (ver Esquema 1).

Robleal sin quemar



Robleal quemado 3 años después del disturbio

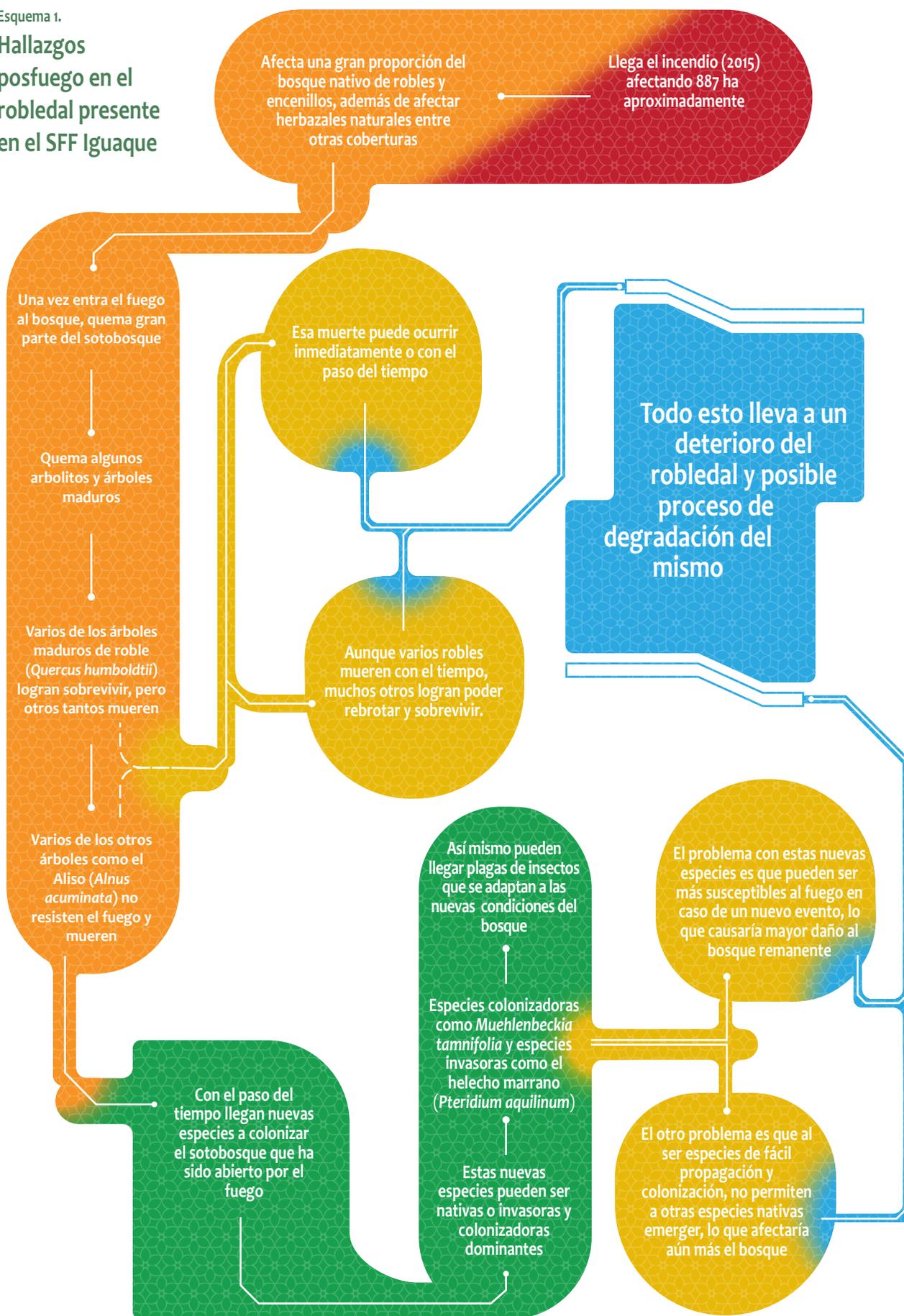


Fotos de esta página: Natalia Salazar

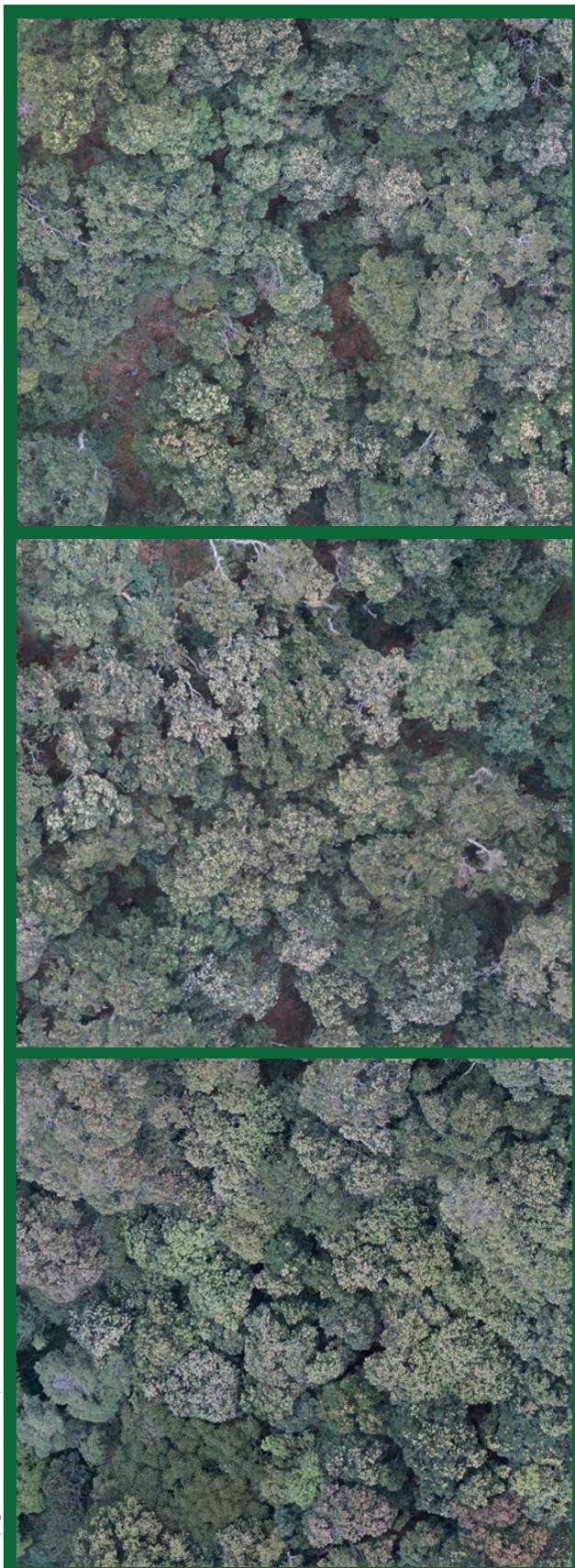
Esquema 1.

Hallazgos posfuego en el robledal presente en el SFF Iguaque

| 10 |



Imágenes de dron de bosques de roble



Parcelas no quemadas



Parcelas quemadas

Fotos de esta página: Williams Beltrán y Sebastián Barreto

Incendios de la vegetación en las sabanas de los Llanos Orientales de Colombia

MODIS reflectancia y datos de incendios activos para mapeo de áreas quemadas en Colombia
doi: 10.1175/2010EI344.1

Incendios de la cobertura vegetal en Colombia

2005

2009

2011

Estado del arte de los estudios realizados sobre ecología del fuego por Ecolmod

Distribución geográfica y temporal de incendios en Colombia utilizando datos de anomalías térmicas

Caracterización de las interacciones del patrón espacial de fuego con el clima y la vegetación en Colombia
doi: 10.1016/j.agrformet.2010.11.002

Tesis de doctorado: efecto de los incendios sobre comunidades de mamíferos

Adaptación de la vegetación al cambio climático y al fuego en tierras bajas de la Orinoquia

Tesis de doctorado: efectos de los incendios sobre insectos asociados al suelo

Tesis de pregrado: paisajes sonoros en zonas afectadas por el fuego

Tesis de doctorado: el fuego y las palmas

Colombia: nuevo plan pone en peligro la Amazonia
doi: 10.1038/d41586-019-01615-7

Incendios en áreas protegidas revelan costos imprevistos de la paz en Colombia
doi: 10.1038/s41559-018-0727-8

Presente

2019 2018

Tesis de maestría: modelamiento de la ocurrencia de incendios

Tesis de maestría: efecto de los incendios forestales sobre la diversidad de murciélagos

Tesis de maestría: respuesta de un bosque de roble al fuego en un sector del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque

Presiones ejercidas sobre la serranía de La Lindosa, Guaviare: cambios de cobertura e incidencia de fuegos entre 2012 y 2018
doi: 10.15446/abc.v24n2.72435

Tamaño de incendios en las sabanas del norte de Suramérica
doi: 10.15359/prne.16-31.2

Colombia

Orinoquia

Amazonia

Andes

Otros países

Dinámica, patrones y causas de los incendios en el noroeste de la Amazonia
doi: 10.1371/journal.pone.0035288

Dinámica del paisaje en el noroeste de la Amazonia: una evaluación de pastizales, incendios y cultivos ilícitos como motores de la deforestación tropical
doi: 10.1371/journal.pone.0054310

Influencia de la fragmentación del bosque y del efecto borde en la ocurrencia e intensidad de incendios bajo diferentes tipos de manejo en los bosques amazónicos
doi: 10.1016/j.biocon.2012.10.026

Un nuevo algoritmo para el mapeo de áreas quemadas en Colombia

2012

2013

2015

Eficacia de las áreas protegidas en los Andes colombianos: deforestación, incendios y cambios en el uso del suelo
doi: 10.1007/s10113-012-0356-8

Incidencia de los incendios sobre la vegetación de Cundinamarca y Bogotá D.C. (Colombia), entre 2001 y 2010

Las implicaciones de la gestión del fuego en un páramo andino: una evaluación preliminar utilizando teledetección satelital
doi: 10.3390/rs70911061

Síntesis de avances en la implementación de REDD+ en países de América Latina
doi: 10.13140/RG.2.1.3321.3203

Dinámicas de deforestación e impulsores en diferentes tipos de bosque en América Latina: tres décadas de estudios (1980-2010)
doi: 10.1016/j.gloenvcha.2017.09.002

La integración de incendios detectados remotamente para predecir la deforestación para REDD+
doi: 10.1002/eap.1522

Interacciones entre el clima, el uso del suelo y la ocurrencia de incendios de la vegetación en El Salvador
doi: 10.3390/atmos7020026

Cambios en los patrones de ocurrencia de incendios cerca de los bordes de los bosques, caminos y ríos en los países del noroeste de la Amazonía
doi: 10.5194/bg-2016-532

Dinámica espacio-temporal de la ocurrencia de incendios en zonas con diferentes tipos de manejo en el noreste de la Amazonia: ¿barrera efectiva?
doi: 10.18359/rfcb.2009

2016

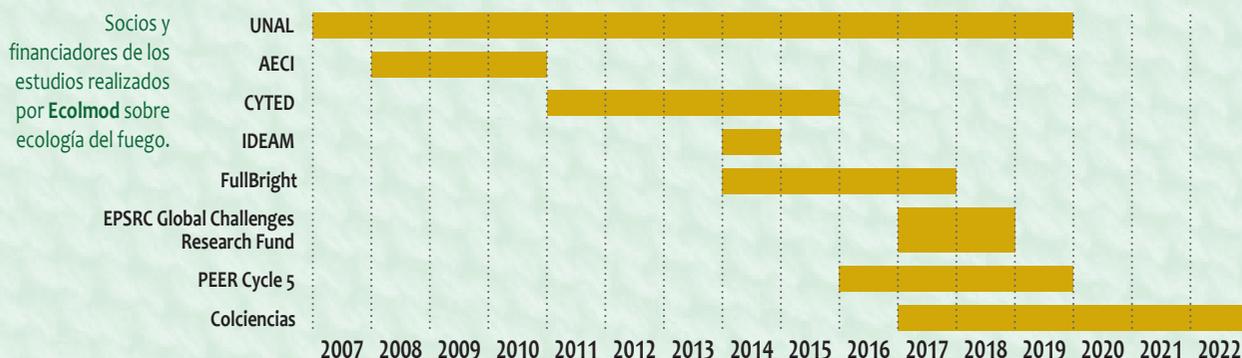
2017

Cambios en el carbono orgánico del suelo después de una quema en un borde bosque-sabana
doi: 10.15446/acag.v66n4.60524

Causas de degradación forestal en Colombia: una primera aproximación
<https://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/colombia-706/16769-causas-de-degradacion-forestal-en-colombia-una-primer-a-proximacion.html>

Degradación de bosques en Latinoamérica: síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales
doi: 10.13140/RG.2.1.2272.7449

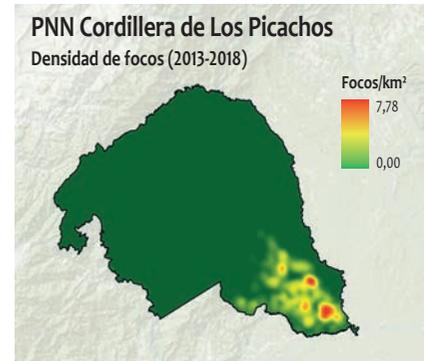
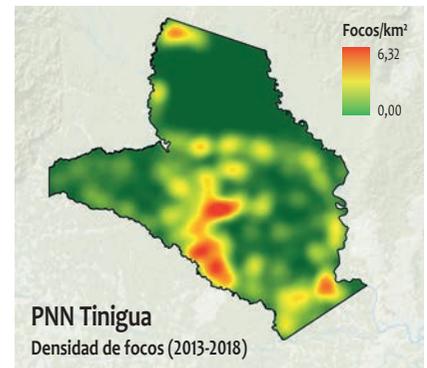
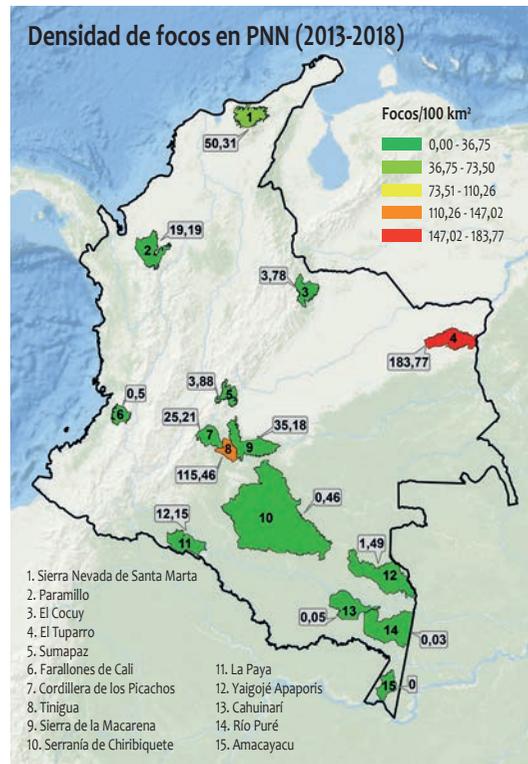
Degradación del bosque tropical en Colombia: impactos del fuego



Deforestación y fuegos en áreas protegidas de Colombia

Sebastián Barreto y Dolores Armenteras

- Colombia se divide administrativa y políticamente en 33 unidades (32 departamentos y un Distrito Capital)*.
 - Los departamentos de Atlántico, Caquetá, Guaviare y Meta presentaron aumento en el área deforestada del año 2017 al año 2018.
 - 30 de los 43 Parques Nacionales Naturales presentaron al menos un foco activo de fuego en el periodo 2013-2018.
- * No se contempló en los análisis el departamento de San Andrés y Providencia.



Aumentó

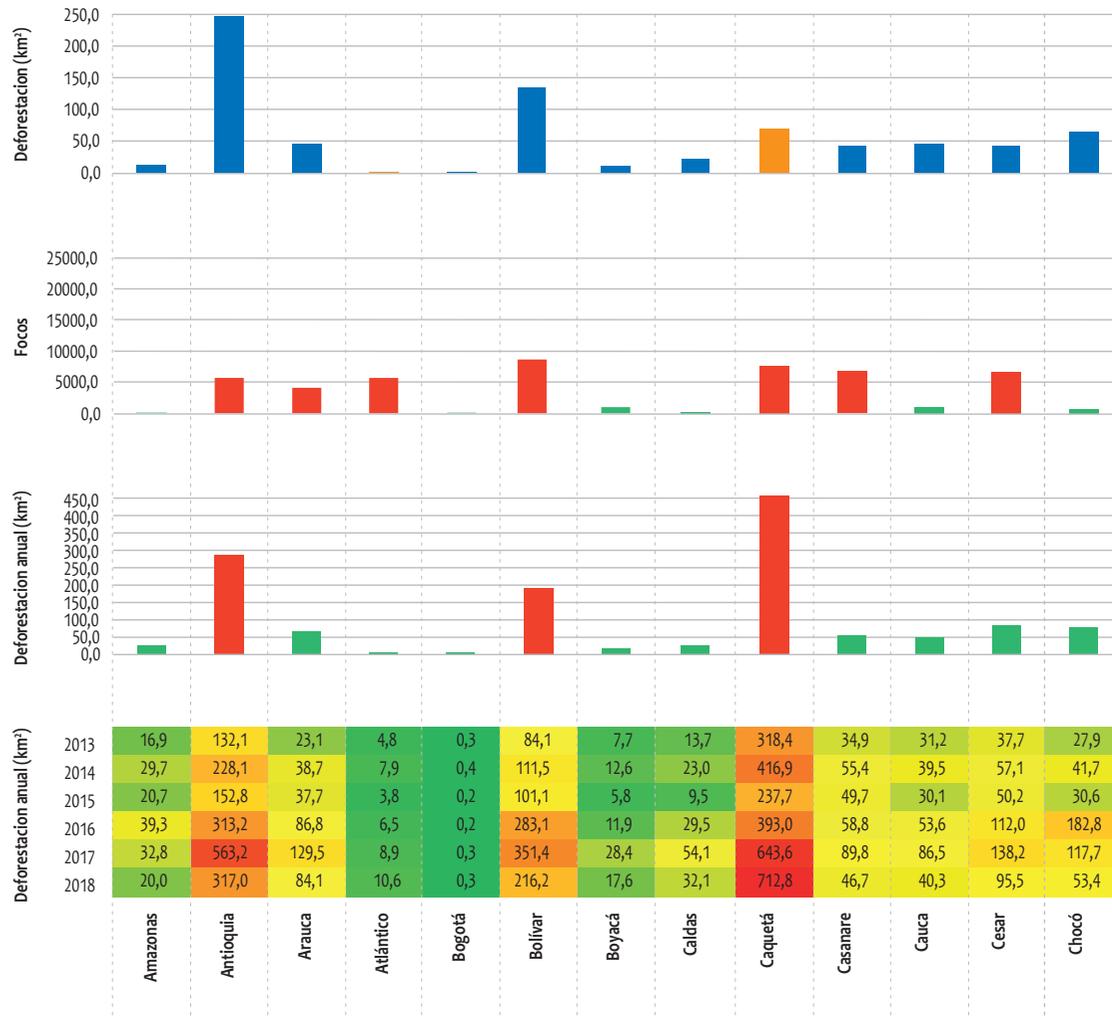
Disminuyó

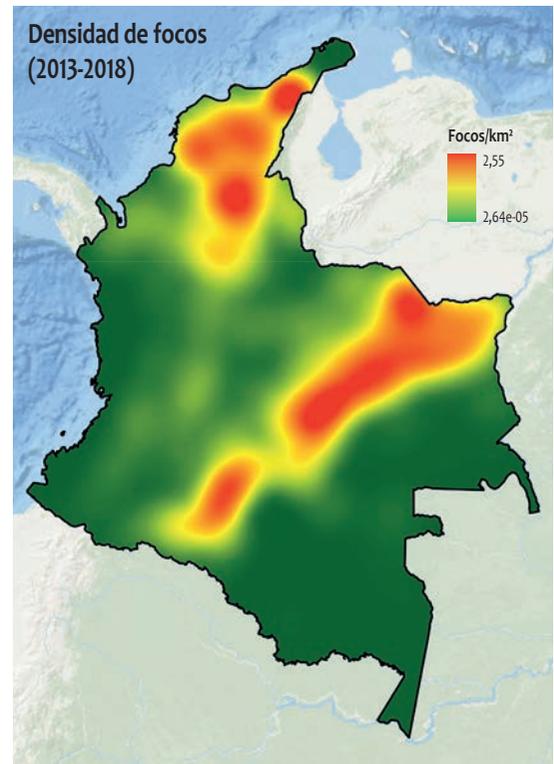
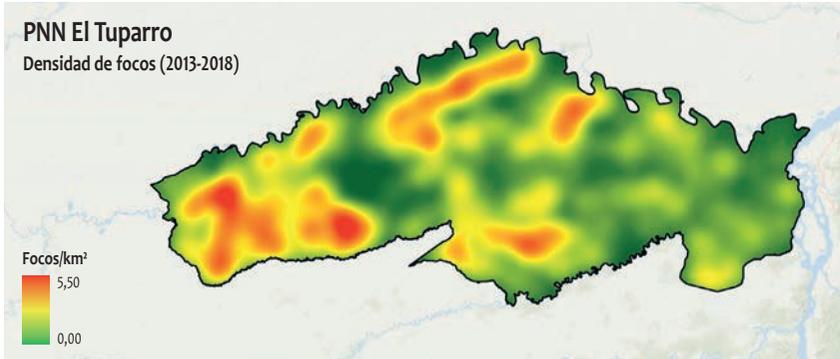
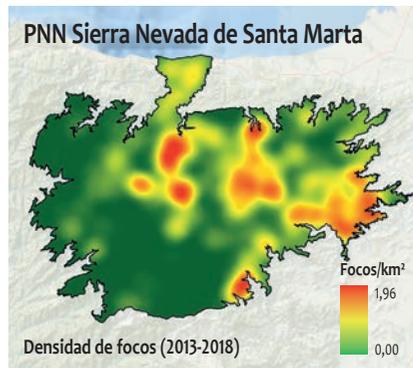
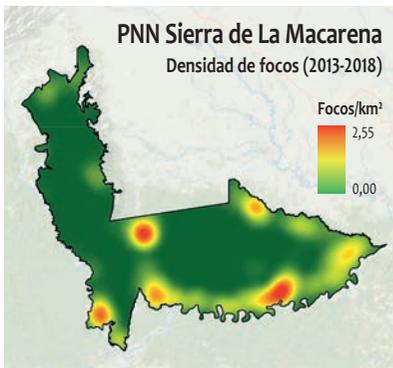
Se empleó el dataset Hansen Global Forest Change v1.6 (2000-2018) el cual posee información de extensión, ganancia y pérdida de cobertura arbórea desde el año 2000 hasta 2018, con datos de pérdidas asignadas anualmente (Hansen et al., 2013). Esta última información fue la que se utilizó para cuantificar deforestación anual (2013-2018) por departamento, a nivel nacional.

Los datos de focos activos de fuego fueron descargados a partir de la base de datos de FIRMS (Fire Information for Resource Management System). Estos datos cuentan con una resolución espacial de 375 m y hacen referencia a anomalías térmicas especialmente útiles para detectar fuegos pequeños (Schroeder, 2018).

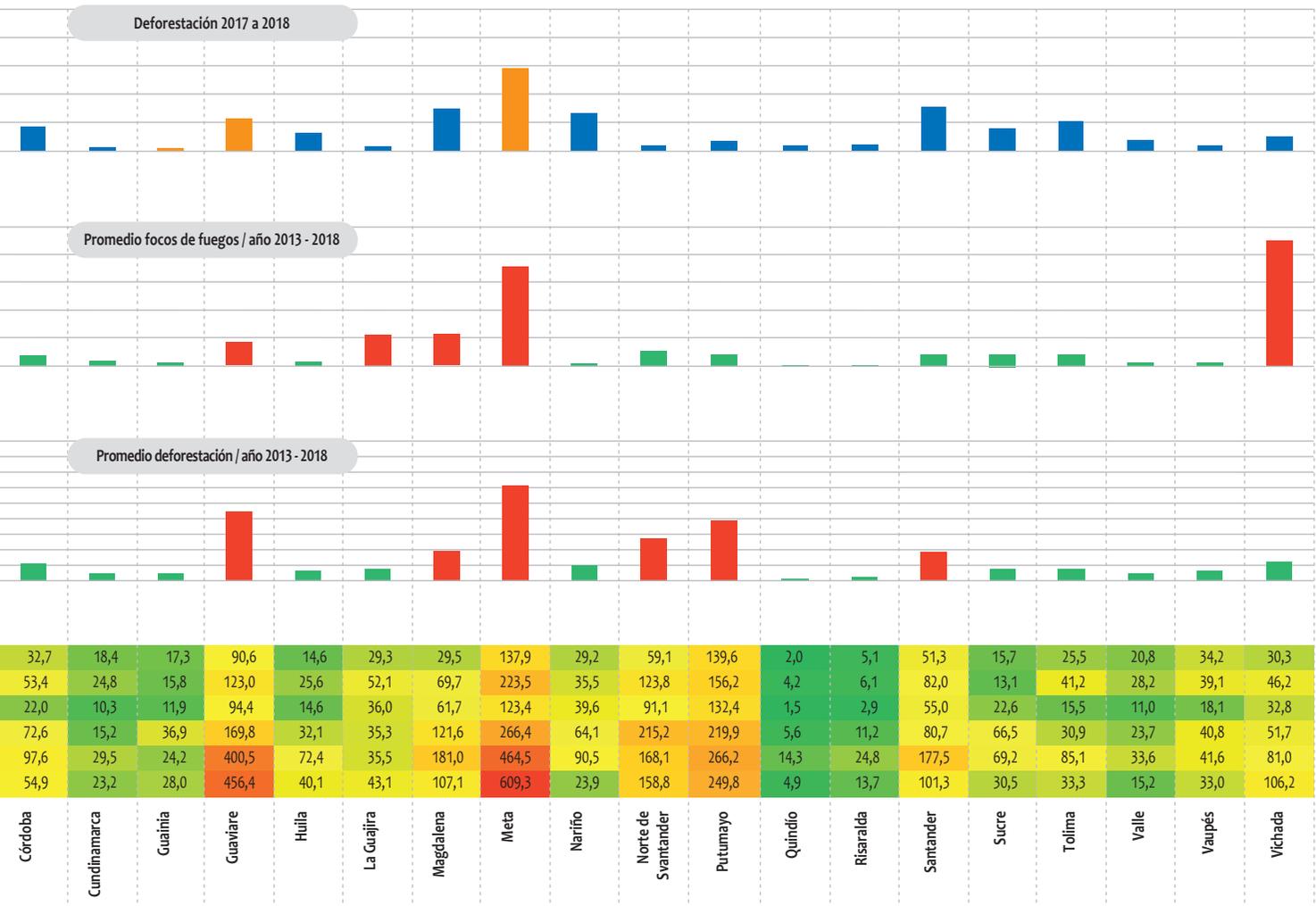
Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., & Tyukavina, A. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 134 (November), 850-854.

Schroeder, W. (2018). Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) 375 m & 750 m Active Fire Detection Data Sets Based on NASA VIIRS Land Science Investigator Processing System (SIPS) Reprocessed Data - Version 1 Product User's Guide Version 1.2. (July).





Mapas: Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors



► El fuego y las palmas

Laura Isabel Mesa y Dolors Armenteras

Las palmas se encuentran frecuentemente en ecosistemas naturales de la región tropical en el mundo entero. Son muy importantes para mantener el equilibrio ecológico en las áreas que habitan ya que contribuyen en la fijación de carbono de la atmósfera y en la regulación de ciclos hidrológicos, además de ser una fuente de alimento para aves y mamíferos. Por otra parte, las comunidades humanas, conscientes de los servicios que brindan este grupo de plantas, las han fomentado desde hace milenios en diferentes tipos de bosque y las han usado como materia prima para la elaboración de alimentos, la construcción de casas, la fabricación de herramientas, además de que están insertas en la cosmovisión de varios pueblos indígenas.

En la región de la de la Orinoquia de Colombia las palmas nativas se suelen encontrar en bosques de galería y afloramientos rocosos. Sin embargo, en estas formaciones y siguiendo la tendencia de toda la región, se ha observado un incremento en el número y la extensión de los fuegos que puede estar afectando a este valioso recurso. Es por esto que surge la idea de ver los efectos de las quemadas



► Morichal o palmar de *Mauritia flexuosa* después del fuego

sobre diferentes especies de palmas, con el fin de orientar estrategias para su conservación.

Desde el año 2019, en el marco de una tesis doctoral, se están realizando evaluaciones en diferentes sectores del Parque Nacional Natural El Tuparro, en el municipio de Cumaribo, Vichada, en donde, a

través de evaluaciones ecológicas a distintas escalas biológicas, se espera ampliar el conocimiento sobre la relación entre las palmas y el fuego. Hasta la fecha hemos podido ver que algunas especies tienen características que las hacen un poco más resistentes al efecto de los fuegos, pero cuando la intensidad de estos es demasiado alta o los incendios suceden de forma frecuente, no hay mecanismo que valga y las poblaciones de las especies se ven seriamente afectadas, lo que puede generar a largo plazo su desaparición y el desequilibrio ecológico subsecuente. De acuerdo con lo anterior, es recomendable plantear medidas urgentes para el control de los fuegos dentro del área protegida, en donde las comunidades humanas que se encuentran al interior o en la zona de influencia del parque participen activamente en la propuesta y toma de acciones para el manejo del fuego.

◀ Palma joven de moriche (*Mauritia flexuosa*) tratando de sobrevivir después del fuego.

Señales de fuego en tallos de *Mauritia flexuosa* ▼

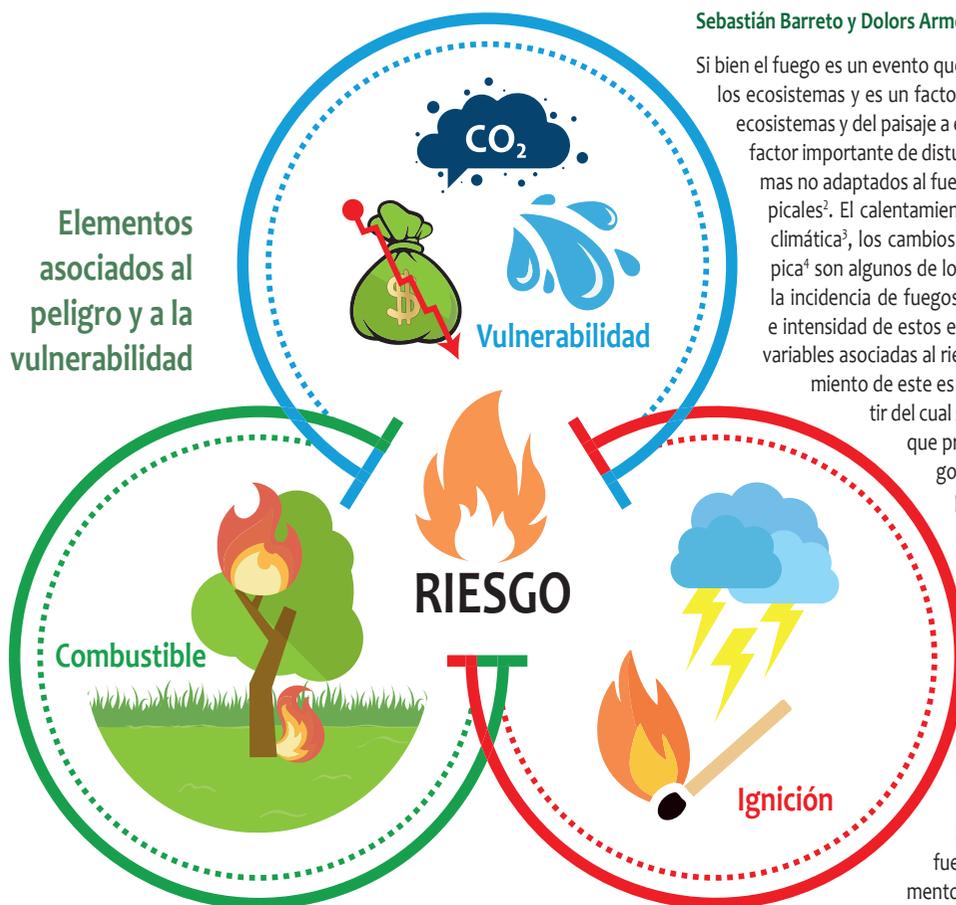


► Modelamiento de ocurrencia de incendios

Sebastián Barreto y Dolors Armenteras

Si bien el fuego es un evento que se puede presentar de forma natural en los ecosistemas y es un factor que ha influenciado el desarrollo de los ecosistemas y del paisaje a escala global¹, también es considerado un factor importante de disturbio, especialmente en aquellos ecosistemas no adaptados al fuego ubicados en zonas tropicales y subtropicales². El calentamiento global, los fenómenos de variabilidad climática³, los cambios en el uso de la tierra y la presión antrópica⁴ son algunos de los factores que incrementan severamente la incidencia de fuegos, y se espera que aumente la frecuencia e intensidad de estos en las próximas décadas⁵. El análisis de las variables asociadas al riesgo de ocurrencia de fuego, y el modelamiento de este es el punto de información primordial a partir del cual se pueden identificar lugares y momentos que presentan alto riesgo de ocurrencia de fuegos y que puede afectar a áreas importantes para la biodiversidad. Este conocimiento provee una herramienta de gestión para evitar, mitigar y controlar este tipo de eventos y, por consiguiente, los efectos derivados de estos. De igual manera, la cartografía que se genera a partir del modelamiento del riesgo de fuego es una herramienta básica para la gestión, planificación y protección del territorio, especialmente en áreas naturales⁶.

Para evaluar el riesgo de ocurrencia de fuego⁷ es importante abordarlo desde elementos asociados al peligro (fuentes de ignición y características inherentes al combustible) y elementos asociados a vulnerabilidad (daño potencial de este tipo de eventos).



Referencias:

1. Parra, A. *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia*. (Universidad Autónoma de Occidente, 2011).
2. Van Der Werf, G. R. et al. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997-2009). *Atmos. Chem. Phys.* 10, 11707-11735 (2010).
3. Flannigan, M., Krawchuk, M. A., de Groot, W. J., Wotton, M. & Gowman, L. M. Implications of changing climate for global wildland fire. *Int. J. Wildl. Fire* 18, 483-507 (2009).
4. Eskandari, S. & Chuvieco, E. Fire danger assessment in Iran based on geospatial information. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 42, 57-64 (2015).
5. Flannigan, M. et al. Global wildland fire season severity in the 21st century. *For. Ecol. Manage.* 294, 54-61 (2013).
6. You, W. et al. Geographical information system-based forest fire risk assessment integrating national forest inventory data and analysis of its spatiotemporal variability. *Ecol. Indic.* (2017). doi:10.1016/j.ecolind.2017.01.042
7. Chuvieco, E. et al. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecol. Modell.* (2010). doi:10.1016/j.ecolmodel.2008.11.017



▲ Marsupial presente en los bosques de la Reserva Bojonawi.

▶ Efecto de los incendios sobre comunidades de mamíferos

Tania Marisol González y Dolors Armenteras

La región colombiana del Orinoco es un área considerada altamente biodiversa, además de ser una zona que provee múltiples servicios ecosistémicos. Sin embargo, esta es una de las áreas más afectadas en el país por el cambio climático, haciendo que existan cada vez más períodos con sequías extremas. Es también una zona en la que se desarrollan diferentes actividades productivas, en las cuales se prepara o despeja el suelo utilizando el fuego como herramienta de manejo. Hay ocasiones y condiciones donde se genera un ambiente propicio para que, sin intención, se salgan de control las quemas que inicialmente se prevenían controladas, como ocurre en la región; también existen fuegos intencionales, ambos pueden afectar a los bosques y a los animales presentes. Es común que haya pérdida de especies, cambios en las comunidades, puede ocurrir mortalidad de individuos, o los animales tienen que desplazarse a zonas diferentes a las que usualmente usaban cuando su capacidad de movimiento les permite escapar de un incendio.



▲ *Oecomys* sp. Presente en bosques no quemados en la Reserva Bojonawi.



▲ *Zygodontomys brevicauda* juvenil presente en bosques quemados en la Reserva Bojonawi.

Fotos de esta página: Tania González

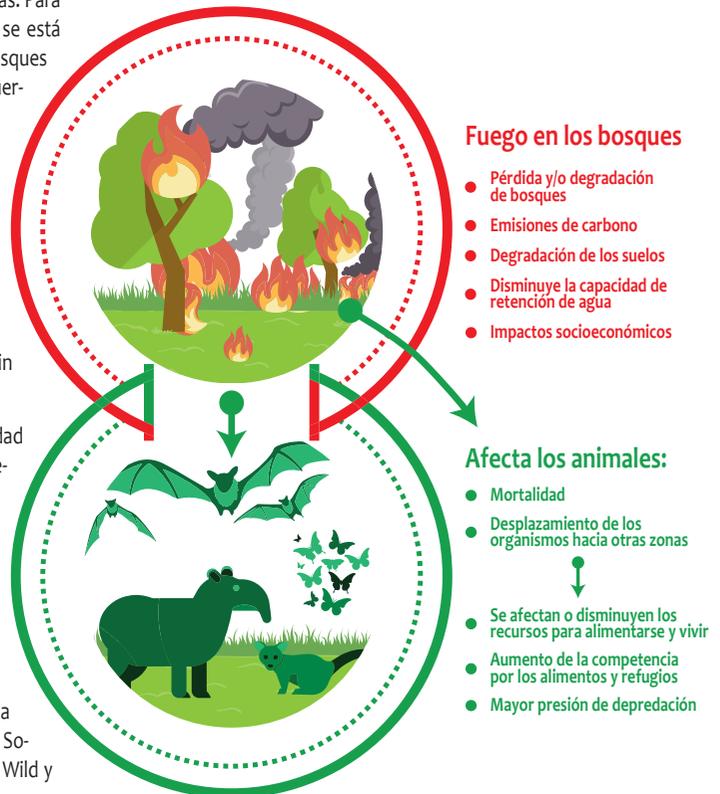
Los impactos ambientales de los fuegos en ecosistemas tropicales son altamente desconocidos. Los pequeños mamíferos no voladores, son especies pertenecientes al grupo de los roedores y las zarigüeyas principalmente y cumplen funciones en los bosques muy importantes como la dispersión de semillas. Para entender cómo el fuego los afecta, en el marco de una tesis doctoral se está recolectando información de estos animales y de la vegetación en bosques afectados y no afectados por el fuego en la Reserva Natural Bojonawi, Puerto Carreño, Vichada.

Hasta el momento hemos encontrado una mayor diversidad de especies en los bosques no quemados, se trata de especies arbóricolas, que se alimentan de insectos y frutos. Mientras que en las zonas quemadas abunda la especie *Zygodontomys brevicauda*, la cual ha sido reportada en pastizales, claros y áreas intervenidas. El estudio de la vegetación nos ha señalado una simplificación de su estructura y composición en las zonas quemadas. En términos generales, los patrones observados señalan que los pequeños mamíferos no voladores prefieren bosques sin perturbaciones, en los que la estructura de la vegetación es compleja.

Este proyecto está contribuyendo a la caracterización de la biodiversidad de la comunidad de pequeños mamíferos y a la comprensión de las relaciones entre los incendios y la diversidad de los mamíferos. La información recolectada puede ser de utilidad para fortalecer el diseño de estrategias de gestión y conservación informadas y adaptables en la región del Vichada.

Esta investigación es financiada por varias subvenciones y becas otorgadas por la Universidad Nacional de Colombia, **Ecolmod**, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias, The Rufford Foundation, L'Oréal Unesco for Women in Science, Colombia y The Latin American student field grant 2017 otorgado por la American Society of Mammalogists. Además, de algunos equipos donados por Idea Wild y Neotropical Grassland Conservancy.

Afectación del fuego en los bosques y sobre la fauna





Efectos de los incendios sobre insectos asociados al suelo

Carlos Julián Moreno y Dolors Armenteras

Otra de las tesis doctorales enmarcadas en el proyecto está avanzando en conocer cómo reaccionan los insectos asociados al suelo a los incendios que se presentan en los ecosistemas de sabana y de bosque de galería. Este grupo biológico será utilizado como proxy para conocer el estado de los sistemas naturales mencionados. Es también importante conocer y evidenciar la oferta de algunos servicios y recursos que prestan a los pobladores humanos de la zona y como este aporte cambia con la presencia del fuego, sobre todo para evidenciar la importancia de conocer el rol del suelo en las interacciones del ecosistema con el fuego. Se espera que el conocimiento que provenga del estudio facilite la comprensión de los roles ecológicos de la fauna en ambientes en los que el fuego es un elemento común y, que permita a su vez planear estrategias de conservación de los recursos naturales de la zona.

Paisajes sonoros en zonas afectadas por fuego

Santiago Ruiz y Dolors Armenteras

Los incendios forestales se han convertido recientemente en un problema importante dado su alto impacto en los ecosistemas, y a pesar de su prevalencia, sus efectos sobre la vida silvestre siguen siendo poco conocidos, especialmente en las regiones tropicales. El análisis del paisaje sonoro, entendido como el conjunto de sonidos que emiten los diferentes entes sonoros presentes en un paisaje (aves, insectos, fenómenos meteorológicos), permite investigar eficazmente las dinámicas de la fauna y su comportamiento, especialmente cuando los hábitats son modificados, fragmentados o destruidos. Esta es un área de la ecología del paisaje que integra metodologías de varias disciplinas. En esta investigación en particular se propone comparar la comunidad acústica de aves (aves que emiten sonidos) de un bosque de galería quemado con uno altamente conservado en la cuenca del río Orinoco. Se busca que con este estudio se tenga más información sobre la influencia de los fuegos en un grupo tan altamente diverso y ecológicamente importante como lo son las aves. Además, se espera que este sea un insumo que fortalezca el manejo y la gestión en pro de la conservación de los ecosistemas afectados por incendios.

Foto: Santiago Ruiz



Trepador silbador (*Xiphorhynchus guttatus*) buscando alimento en un tronco quemado.

Efecto de los incendios forestales sobre la diversidad de murciélagos

Laura Obando y Dolors Armenteras

Los incendios forestales están creciendo en tamaño y frecuencia en los trópicos afectando la composición y estructura de sus bosques. Sin embargo, no solo la estructura vegetal se ve afectada por los incendios, sino también la fauna de estos bosques se afecta de forma directa e indirecta. Teniendo en cuenta esta grave problemática, a través de un trabajo de tesis de maestría se va a adelantar un estudio de la respuesta de la fauna a esta perturbación, específicamente la investigación se enfoca en el efecto de los incendios forestales sobre la diversidad de murciélagos en un bosque tropical. Estudiar la respuesta de los murciélagos a los incendios forestales es muy importante dado que constituyen un grupo taxonómico y funcional altamente diverso con amplia distribución y que proporcionan servicios esenciales para los ecosistemas como la dispersión de semillas, la polinización y el control de plagas.

La pérdida o modificación de estos servicios ecosistémicos generados por las modificaciones de la diversidad de murciélagos, en respuesta a los incendios forestales, puede desencadenar procesos negativos, neutrales o positivos que serán analizados en la investigación. Hasta el momento, la mayoría de los estudios que evalúan la respuesta de los murciélagos a los incendios forestales se han adelantado en bosques de zonas templadas y son escasos los estudios realizados en bosques tropicales donde, en su gran mayoría y a diferencia de las zonas templadas, los incendios tienen origen antrópico y no hacen parte de procesos naturales de los ecosistemas. En Colombia este es el primer estudio que aborda el tema y se espera que los resultados obtenidos ayuden a entender la respuesta de los murciélagos a un disturbio altamente frecuente, lo que permitirá tomar medidas de manejo y conservación al respecto.



► Agradecimientos

El proyecto Degradación de Bosques Tropicales en Colombia: Impactos del Fuego (*Degradation of Tropical Forests in Colombia: Impacts of Fire*), es financiado por la *Partnerships for Enhanced Engagement in Research (PEER Cycle 5)*, en asociación con *The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* y la *University of Colorado Boulder*. Este proyecto es ejecutado por el Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y modelación de Ecosistemas -**Ecolmod**-, del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Nos gustaría agradecer a la Fundación Omacha y a su director científico, Fernando Trujillo, por su continuo apoyo y permiso para trabajar en la Reserva de la Sociedad Civil Bojonawi. También agradecemos a Federico Mosquera, investigador de Omacha.

Agradecemos al Parque Nacional Natural El Tuparro, en particular a su jefe, Henry Pinzón, por su apoyo y permiso para trabajar en el área protegida, así como a la profesional de apoyo Ivonne Rodríguez y a todos los profesionales de esta área protegida.

Agradecemos al Santuario de Flora y Fauna Iguaque y a su jefe William Zorro por su apoyo y permiso para trabajar allí. También agradecemos a la profesional de apoyo María Mercedes Núñez y a todos los profesionales de esta área protegida.

Agradecemos especialmente a los actores que se relacionan a continuación, ya que, desde su conocimiento y experiencias, así como la gestión de mesas de trabajo y espacios de articulación, han retroalimentado nuestro quehacer científico, permitiéndonos avanzar en el conocimiento del fuego y entendiendo las necesidades de cada contexto.

- Dirección Territorial de Andes Nororientales Parques Nacionales Naturales de Colombia, especialmente al profesional Manuel Rodríguez Rocha.
- Santuario de Flora y Fauna Iguaque (SFF-IGU)
- Parque Nacional Natural el Cocuy (PNN-COC)
- Parque Nacional Natural Tamá (PNN-TAM)
- Parque Nacional Natural Serranía de Los Yariquíes (PNN-YAR)
- Parque Nacional Natural Pisba (PNN-PIS)
- Parque Nacional Natural Catatumbo Barí (PNN-CAT)
- Santuario de Flora y Fauna Guantá Alto Río Fonce (SFF-GUA)
- Área Natural Única Los Estoraques (ANU-EST)
- Acueducto Veredal Chaina (Asochaina), Villa de Leyva, Boyacá, especialmente a su coordinadora Amparo Rojas y al guardabosques Guillermo Saézn.
- Alcaldía Municipal de Villa de Leyva
- Dirección Territorial Orinoquía de Parques Nacionales Naturales de Colombia
- Parque Nacional Natural El Tuparro (PNN-Tuparro).
- Parque Nacional Natural La Macarena (PNN -Macarena)
- Parque Nacional Natural Tinigua (PNN-Tinigua)
- Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos (PNN-Picachos)
- Cuerpo de Bomberos de Puerto Carreño
- Coordinación departamental de gestión del riesgo de desastres (Vichada)
- Coordinación municipal de gestión del riesgo de desastres (Puerto Carreño)
- Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata-Puerto Carreño)
- Consorcio Río Bitá – Formuladores del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bitá
- Alcaldía de Puerto Carreño
- Concejo Municipal de Puerto Carreño
- Empresa Forestal de la Orinoquía – Forest First, especialmente a Robert Davies.
- Empresa Forestal Canapro

- Empresa Forestal InverBosques
- Empresa Forestal Reforestadora La Paz
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (Corporinoquia)
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Brigadas Forestales de la Defensa Civil – Bogotá. Especialmente a Sandra Rocío Mojica.
- Mauricio Toro y su equipo de trabajo, especialmente a Sergio León Santaella y Diego Rengifo Velásquez (Cámara de Representantes de Colombia)
- Iván Marulanda y su equipo de trabajo, especialmente a Lorenzo Uribe (Senado de la República de Colombia)
- Jorge Torres y su equipo de trabajo, especialmente a Paola Piñeros Urrego y Angela Hernández Castiblanco (Concejo de Bogotá)

Agradecemos al Herbario Nacional de Colombia del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia por permitir el acceso a sus valiosos registros, especialmente a su director en ese momento, profesor Carlos Parra. También a su actual director, el profesor Jaime Uribe Meléndez.

Agradecemos a los docentes e investigadores que nos apoyaron en la determinación del material vegetal. Los profesores Carlos Parra, Gerardo Aymard, Diego Girarlo, Gilberto Emilio Mahecha, William Cortes y Charlotte Taylor. Así como a los profesionales Maicol Medina Muñoz, Eduardo Sastoque Rodríguez, Gina Paola Sierra y el estudiante Deivid Andrés Fonseca.

Al Laboratorio de Maderas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a su directora la profesora Esperanza Nancy Pulido Rodríguez.

A la Colección de mamíferos “Alberto Cadena García” por permitir el acceso a sus valiosos registros, especialmente a su director el profesor Hugo López Arévalo. Asimismo, agradecemos al Profesor Pedro Sánchez Palomino.

Al grupo de Investigación en Sistemática molecular y genética evolutiva, especialmente a su director, el Profesor Luis Fernando García Pinzón y la estudiante Diana Lorena Zamora.

Agradecemos al Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales – CREAM, así como a los investigadores Lina Stankute-Alexander, Imma Oliveras, Josep María Espelta y Orlando Vargas, por sus valiosas observaciones en los trabajos realizados.

Damos las gracias al personal de campo Brayan Marín, Beyker Castañeda, Henry Esteves, Jacinto Teran, Nelcy Vega, Abigail Cruz, Ramiro López Saenz, Ramiro López García, William López, Luis López, Yecid Alvarado, Alex Ríos, Carmen Montenegro y Efraín Fuentes.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que han hecho posible el trabajo de campo, de laboratorio y administrativo de los proyectos aquí presentados, especialmente a Diana Ayala, Juliana Vélez, Mateo Fernández, Federico Sánchez, Alejandra Reyes, Omar Chaparro, Arturo Cortés, Henry Rumbo, Laura Pardo, Nathaly Espitia, Cristian Ramírez, Sebastián Buitrago, Eduardo Molina, Catherine Mora, Nathalia Moreno, Francisco Luque, Javier Alejandro Salas, Miguel Rodríguez (Fundación La Palmita), Catalina Cárdenas, Darwin Morales, Juan Camilo Vieda y Juan Felipe Solorzano.

Citación sugerida: Armenteras, D.; Meza, M.C.; González, T.M.; Salazar, N.; Barreto, S.; Mesa, L.; Moreno, C.J.; Obando, L. y Ruiz, S. 2019. Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia: síntesis de hallazgos y aplicaciones. Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas -**Ecolmod**-, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

ISBN: 978-958-794-023-7



9 789587 940237

Diseño editorial: John Khatib
Ilustraciones: Daiver García
Impresión: Ediprint SAS

ISBN versión digital: 978-958-794-024-4

Apoyan



Otros patrocinadores

