



BOSQUES DE ANTIOQUIA:
**DESCUBRIMIENTOS
RECIENTES CONTADOS POR
INVESTIGADORES
LOCALES**

ISBN: 978-958-59470-8-5



9 789585 1947085

OBA

Observatorio de Bosques
de Antioquia

Bosques de Antioquia: descubrimientos recientes contados por investigadores locales

Editoras

Jennifer Calderón-Caro
Ana María Benavides
Daniela Cepeda Zúñiga

Prólogo

Dubán Canal Gallego

Ilustraciones

Elizabeth Builles

Revisor de estilo

Álvaro Idárraga Piedrahíta

Diseño y diagramación

Jennifer Calderón-Caro
Daniela Cepeda Zúñiga
Juan Pablo García-Suaza

ISBN obra impresa 978-958-59470-8-5

ISBN obra digital 978-958-59470-9-2

Citación de publicación completa:

Calderón-Caro, J., Benavides, A. M., Cepeda, D. (ed.). 2021, Bosques de Antioquia: descubrimientos recientes contados por investigadores locales. Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín-Programa Bosques Andinos (COSUDE). 1 Ed – Medellín, Colombia, 32 páginas.

Citación de capítulo sugerida:

Martínez, C., Carvalho, M. (2021). El surgimiento de los bosques de Colombia según el registro fósil. En: Calderón-Caro, J., Benavides, A. M., Cepeda, D. (ed.). 2021. Bosques de Antioquia: descubrimientos recientes contados por investigadores locales (pp. 1-2). Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín-Programa Bosques Andinos (COSUDE). 1 Ed – Medellín, Colombia, 32 páginas.

Palabras clave

Biodiversidad, Bosques Andinos, Conservación, Ecosistemas, Ecología

Licencia de atribución - No comercial – No derivadas



32 p.: il., col.: 21,5 x 21,5 cm.
Incluye ilustraciones a color, contenido y tablas

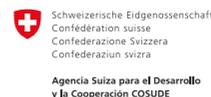
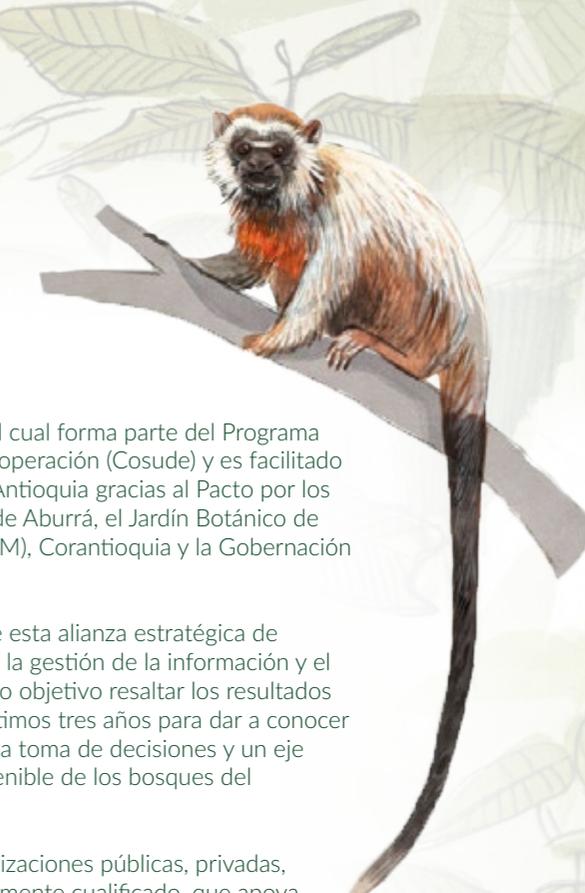
Nota de descargo de responsabilidad

Esta publicación se hace en el marco del Programa de Bosques Andinos el cual forma parte del Programa Global de Cambio Climático de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude) y es facilitado por el consorcio HELVETAS Swiss Intercooperation y Condesan y llega a Antioquia gracias al Pacto por los Bosques de Antioquia y a la alianza entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el Jardín Botánico de Medellín, la Corporación Masbosques, Empresas Públicas de Medellín (EPM), Corantioquia y la Gobernación de Antioquia.

EL Observatorio de Bosques de Antioquia (OBA) surge como resultado de esta alianza estratégica de instituciones públicas, privadas, académicas y comunitarias interesadas en la gestión de la información y el conocimiento sobre los bosques de Antioquia. Esta publicación tiene como objetivo resaltar los resultados más destacados de las investigaciones ambientales en Antioquia en los últimos tres años para dar a conocer el estado de los bosques en la región Andina, ser un posible insumo para la toma de decisiones y un eje articulador en las acciones que busquen la conservación y el manejo sostenible de los bosques del departamento.

La presencia del OBA en Antioquia es sostenida porque cuenta con organizaciones públicas, privadas, académicas y comunitarias con alto compromiso y un equipo humano altamente cualificado, que apoya procesos de generación de conocimiento, y cuenta con una gestión administrativa y gerencial óptima, de tal manera que el Jardín Botánico de Medellín, aunque en concordancia con las necesidades de intervención en cuidado de los bosques, no puede asumir la responsabilidad de la información registrada en este libro, pues es el resultado de procesos de investigación individual y grupal de los autores de cada uno de los artículos que, a su vez, están afiliados a una serie de instituciones académicas u organizaciones locales, regionales y nacionales, públicas y privadas de diferentes índoles. Es por esto que la responsabilidad de la veracidad, exactitud o pertinencia de los datos aquí expuestos son responsabilidad exclusiva de sus autores.

El Jardín Botánico de Medellín agradece la participación y colaboración de cada una de las personas involucradas en la realización de esta publicación y reitera su compromiso para la conservación de los Bosques Andinos, rurales y urbanos y las acciones que se desarrollen o desencadenen para este fin.



PRÓLOGO

Los Andes, el hogar común de centenares de pueblos que habitan el sur del continente americano, es también el hogar de cerca del 30% de las especies de plantas con flores que cubren la biosfera del planeta. Se considera que cerca de la mitad de estas especies, al menos unas 25 mil especies, son endémicas de esta región.

Las montañas de los Andes han favorecido la evolución y la diversificación de la vida gracias a la interacción de diferentes procesos geológicos con variaciones hidrológicas y climáticas a lo largo del tiempo. Estudios recientes indican que el surgimiento de nuevos hábitats durante el levantamiento de las montañas andinas fomentó la diversificación de múltiples linajes con adaptaciones particulares. Por ejemplo, linajes distribuidos exclusivamente en el trópico de América como los anturios, las bromelias y las heliconias, encontraron un hogar propicio para su



Flor
Magnolia jardinensis

evolución en los nuevos ambientes ofrecidos por las montañas de los Andes. El levantamiento de los Andes también separó las poblaciones ancestrales de grupos de plantas que ya existían como en el caso de las francesinas (género *Brunfelsia*) y las alstroemerias y, en consecuencia, estas poblaciones diversificaron y dieron origen a nuevas especies. Adicionalmente, los Andes facilitaron la expansión del rango de distribución de otros grupos de plantas al funcionar como una gran ruta norte-sur en Sudamérica, como en el caso de la papa y algunos de sus parientes silvestres (género *Solanum*). Estas montañas también aumentaron la precipitación y la humedad en la ecorregión del Chocó y en la Amazonía occidental y, por lo tanto, favorecieron indirectamente la diversificación de linajes que ya estaban en la Amazonía, como el que ocurrió en las guamas (género *Inga*) y los familiares de los anturios (género *Philodendron*).

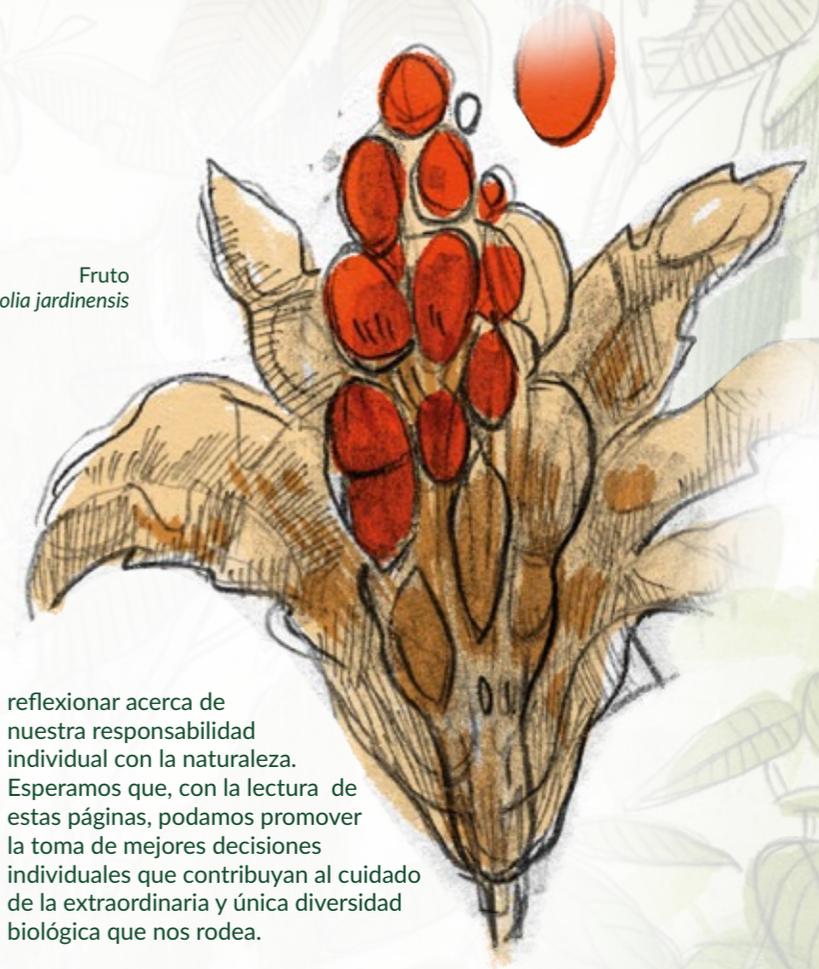
Con el cierre del Istmo de Panamá, hace aproximadamente 30-20 millones de años, la diversidad biológica de los Andes se enriqueció de forma extraordinaria debido al intercambio biótico entre América del Norte y América del Sur. No menos extraordinarios han sido las migraciones de linajes distribuidos en las islas del Caribe a la región continental de América desde el Eoceno en adelante y que han significado el enriquecimiento de la diversidad

de plantas de los Andes.

Hoy, esta extraordinaria diversidad, producto de la evolución de millones de años, se encuentra críticamente amenazada bajo una compleja combinación de acciones humanas. Los bosques de los Andes afrontan procesos de degradación que ponen en riesgo la supervivencia de cerca de 60 millones de personas en los países andinos.

El presente documento constituye un aporte invaluable de 12 mujeres y 6 hombres colombianos quienes dedican sus esfuerzos al conocimiento de los atributos de los bosques andinos del país. Los estudios presentados son tan diversos como los Andes mismos e incluyen aspectos relacionados con el origen de la diversidad de plantas y animales, la ecología, la conservación, los retos y las oportunidades asociadas a los bosques andinos. En principio, esta publicación espera proporcionar herramientas que faciliten la toma de mejores decisiones para la conservación y el manejo de los bosques andinos. Estas decisiones dependen mayoritariamente de instituciones gubernamentales y de sectores económicos relacionados con el aprovechamiento de los servicios que ofrecen los bosques. Sin embargo, consideramos que la lectura de los descubrimientos presentados en esta publicación tiene un segundo alcance no menos importante. Los autores nos invitan a

Fruto
Magnolia jardinensis



reflexionar acerca de nuestra responsabilidad individual con la naturaleza. Esperamos que, con la lectura de estas páginas, podamos promover la toma de mejores decisiones individuales que contribuyan al cuidado de la extraordinaria y única diversidad biológica que nos rodea.

Los Andes son el hogar común para la flora, la fauna y nuestros pueblos.

Dubán Canal

Director de investigaciones, Jardín Botánico de Medellín

CONTENIDO

El surgimiento de los bosques de Colombia según el registro fósil

Página 1



Bosques andinos
¿Una mezcla de bosques tropicales y templados?

Página 3



Dominancia de árboles andinos en Colombia: una relación de pocas especies

Página 5



Los Andes de Antioquia y algunas de sus aves

Página 7



Epífitas vasculares en Antioquia

Página 9

CONTENIDO

Síntesis de conocimiento de los manglares de Urabá

Página 13



Palmas nativas y protección de áreas en Colombia

Página 11



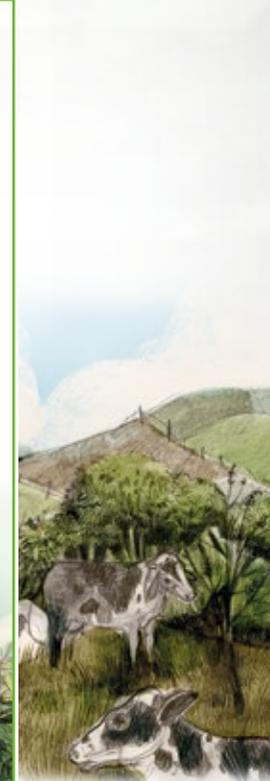
El bosque urbano en el Valle de Aburrá: servicios ecosistémicos y fenología

Página 15



El nuevo reporte de IPCC: ¿Qué avances presenta para Colombia?

Página 17



La bioeconomía de los bosques: una oportunidad para Colombia y Antioquia

Página 19

El surgimiento de los bosques de Colombia según el registro fósil

Camila Martínez
Universidad EAFIT

Mónica R. Carvalho
Instituto Smithsonian de investigaciones tropicales

La paleobotánica es el estudio de los rastros que dejan las plantas entre las rocas. Fragmentos de las hojas, los frutos, las semillas, las flores e incluso el polen pueden preservarse por millones de años y contar historias acerca del pasado de la biodiversidad y del clima de nuestro planeta.

Las plantas, al igual que los animales, dejan rastros de su pasado entre las rocas. Fragmentos de hojas, frutos, semillas, flores e incluso polen pueden preservarse por millones de años entre las rocas y contar historias acerca del pasado de la biodiversidad y del clima de nuestro planeta. Al estudio de estos rastros que dejan las plantas lo llamamos paleobotánica.

Para entender el significado de estos estudios es necesario, primero, conocer la escala de tiempo geológico la cual resulta demasiado extensa si la comparamos con la historia de la humanidad, dado que el registro más antiguo de nuestra especie, Homo sapiens, tiene aproximadamente 300.000 mil años. Esta edad, aunque parece antigua, es tan solo un parpadeo en la historia de la tierra que lleva existiendo alrededor de 4.600 millones de años.

En Colombia abundan los registros paleobotánicos y por décadas varios investigadores se han dedicado a revelar el pasado de los ecosistemas que hoy nos rodean.

Los bosques fósiles más antiguos que se conocen en Colombia tienen cerca de 360 millones de años y se encuentran en Boyacá. Eran bosques extraños formados por plantas ya extintas como licofitos arbóreos, árboles con hojas de helechos y madera de pino, y árboles con semilla como las ginkgos. En aquel entonces las plantas con flores no existían, los vertebrados colonizaban la tierra por primera vez, y el territorio colombiano no estaba en el trópico, sino cerca de los 60° de latitud Sur.

Desde hace 140 millones de años Colombia se encuentra en latitudes tropicales. Durante este tiempo también evolucionaron las plantas con flor, y es por esto que el registro de plantas fósiles de Colombia cuenta la historia de los bosques tropicales modernos, dominados por flores.

Fósiles de hace 120 millones de años encontrados en Caldas y Boyacá muestran que los bosques tropicales tenían una gran diversidad de coníferas como araucarias, pinos, cipreses, y podocarpáceas, y otras plantas con semilla como las cicadas, ginkgos, y varios grupos ya extintos. Estos eran los bosques en los que habitaron dinosaurios.

Cientos de fósiles de hojas colectados en una mina de carbón en Cundinamarca muestran cómo eran los bosques del final del Cretácico, hace 68 o 66 millones de años atrás. Bogotá estaba al nivel del mar y en vez de

una altiplanicie, existía un ambiente de ciénagas cálidas y lluviosas. Los árboles del bosque estaban compuestos por coníferas, palmas, y otras plantas con flor que crecían espaciadamente, permitiendo la entrada de luz a un sotobosque cubierto por helechos.

Poco tiempo después, hace 66 millones de años, un meteorito de 10 km de diámetro chocó con la Tierra en la Península de Yucatán y causó la extinción de los dinosaurios y ¡cerca del 75 % de los organismos que habitaban la Tierra en ese entonces! Colombia, no está muy lejos de México, así que una pregunta que surge fácilmente es ¿qué tanto afectó este impacto a la vegetación en Colombia?

La respuesta es: el impacto afectó mucho a la vegetación de Colombia. Esto se pudo saber gracias a más de 3.000 fósiles hallados en la mina del carbón del Cerrejón en La Guajira, y otros 3.000 provenientes de las minas de arcillas que rodean Bogotá, que tienen una edad aproximada de 58 millones de años. Con estos fósiles se logró notar un cambio sustancial en la flora debido al impacto: muchas de las coníferas se extinguieron regionalmente y las plantas con flor pasaron a dominar, creando los bosques densos y cerrados que caracterizan un bosque húmedo tropical actual. Esto significa que sin el impacto del meteorito los bosques húmedos que nos rodean hoy serían otros. Y también nos dan una lección de humildad, porque los bosques húmedos como los del Urabá Antioqueño, el Chocó o el Amazonas tienen una historia casi 200 veces más antigua que la historia de la humanidad.



Bosque tropical 68 millones de años atrás
Reconstrucción de bosque a partir de fósiles encontrados en Colombia.



¿Sabías qué?

Después del choque del meteorito con la Tierra hace 66 millones de años, cerca del 75 % de los organismos que habitaban el planeta se extinguieron.

Macroscópicos
Palinológicos
polen y esporas

Pero los hallazgos en Colombia no se detienen y nos dan pistas sobre otro importante ecosistema: el de los bosques secos tropicales, como los que existen hoy cerca a Santafé de Antioquia, en la Guajira o en el cañón del Chicamocha. Gracias a cientos de fósiles, esta vez hallados en Santander, sabemos ahora que estos bosques también tienen una larga historia y existen en nuestro país al menos desde hace 40 millones de años. Hoy estos bosques son unos de los más amenazados a causa de la deforestación, así que es nuestra responsabilidad protegerlos y asegurarnos de que su larga historia no termine con nosotros.

¿Hay fósiles de plantas en Antioquia?

La cordillera central en Antioquia permite la exposición de dos grandes unidades de roca sedimentaria en las que se encuentran fósiles de plantas. Una de estas data de ~15 millones de años atrás, y se asocia a los depósitos de carbón de Amagá. Estas rocas se encuentran intermitentemente a lo largo del valle del río Cauca entre los municipios de Tarso e Ituango. Maderas y hojas fósiles de hace ~5 millones de años se encuentran en Antioquia a lo largo de la vertiente occidental del río Magdalena, entre los municipios de Puerto Triunfo y Puerto Berrio. Estos fósiles antioqueños millones de años, tiempo en el cual las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, y temperaturas terrestres, disminuyeron paulatinamente hasta alcanzar niveles preindustriales. El estudio de estos fósiles de Antioquia nos permitirá entender cuáles son las nuevas presiones ecológicas a las que se enfrentan nuestros bosques a media que aumentan las concentraciones de gases de efecto invernadero y temperaturas globales.

Tipos de fósiles registrados en el estudio

i

Los bosques húmedos como los del Urabá antioqueño, el Chocó o el Amazonas tienen una historia casi 200 veces más antigua que la historia de la humanidad.

Fósiles encontrados en Bogotá



Fotografías tomadas de [1]

Fósiles encontrados en Guaduas



Bosques andinos

¿Una mezcla de bosques tropicales y templados?

Sebastián González-Caro

Universidad de Exeter

Universidad Nacional sede Medellín

Los ecosistemas no son homogéneos y conocer su composición de especies es necesario para entender su funcionamiento y por ende la calidad de los servicios ecosistémicos que prestan.

La variación en la biodiversidad a lo largo de una montaña o entre diferentes latitudes (tropical o templado) son patrones reconocibles para cualquier persona, por décadas han llamado la atención de los ecólogos y esta variación en las especies a medida que se asciende en la montaña, se atribuye principalmente al efecto de la variación climática como la temperatura.

Sin embargo, existen regiones con las mismas condiciones climáticas, pero con grandes diferencias en su biodiversidad. Por ejemplo, aunque son sitios con características ambientales similares, los bosques tropicales de la Amazonía tienen más especies de árboles por unidad de área que los de África. Estas variaciones inexplicadas en el número de especies llaman la atención sobre el rol de otros procesos ecológicos o evolutivos diferentes a las condiciones climáticas en la configuración actual de los patrones de biodiversidad.

Una posible explicación son las contingencias a las que han estado sometidos los ecosistemas a lo largo de su historia geológica. Por ejemplo, la región tropical ha expandido y contraído la extensión de sus bosques, en diferentes momentos, como resultado de cambios en las condiciones climáticas. De igual manera, otros eventos geológicos como el levantamiento de los Andes pueden influenciar los procesos que generan los patrones de biodiversidad, ya que actúan como barreras geográficas (evitando la migración o dispersión de especies) y crean nuevas condiciones climáticas como las zonas frías inexistentes en América tropical antes de la formación de los Andes.

Estos eventos geológicos determinaron la historia evolutiva de los bosques andinos. El escenario más plausible para explicar la conformación de la flora de los Andes involucra la migración de especies desde ecosistemas tropicales como la Amazonía y ecosistemas templados como Norteamérica y el sur de Suramérica [1].

Las especies que desde Norteamérica y el sur de Suramérica se dispersaron tienen características fisiológicas o morfológicas que les facilitan mantenerse en condiciones frías, como las originadas por el levantamiento de los Andes, mientras que las especies de árboles de tierras bajas tropicales que se dispersaron hacia los Andes fueron restringidas por las nuevas condiciones ambientales, seleccionando (o permaneciendo) solo aquellas que tenían resistencia a las condiciones climáticas frías, como lo son las especies arbóreas de menor tamaño [2].

Este proceso de formación histórica de los bosques de los Andes tropicales tiene consecuencias en su estructura arbórea actual: la mayoría de los árboles de gran tamaño como robles o nogales son especies de origen de regiones templadas, mientras que las especies de árboles de tamaños menores son de origen tropical. Es decir, la historia biogeográfica de los bosques andinos ha dejado una huella que se observa en la vegetación actual [1].

Las especies de árboles de origen templado que colonizaron los Andes determinan en gran medida los servicios ecosistémicos que prestan. Por ejemplo, *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*, son las especies que mayor cantidad de carbono almacenan en bosques dominados por ellas y conocidos como robledales [1]. El carbono acumulado en los bosques andinos, particularmente en los robledales, contribuye con la regulación climática y la estabilidad del planeta [2].

Por otra parte, la productividad de los bosques andinos está altamente influenciada por los encenillos (familia Cunoniaceae), un grupo de origen templado del hemisferio sur ampliamente distribuido por los Andes, siendo uno de los géneros de árboles más dominantes y con mayor crecimiento [2].

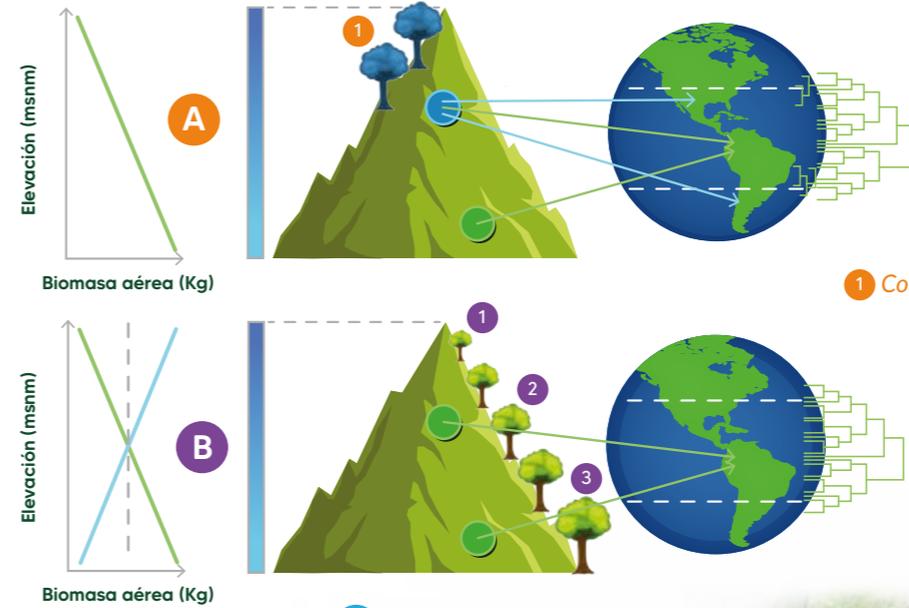
En resumen, los procesos geológicos y biogeográficos hacen que los bosques andinos sean una mezcla de especies tropicales y templadas, lo cual determina su estructura, composición y belleza actual.



Encenillo (*Weinmannia pubescens*). Esta es una especie representativa de los árboles que habitan los bosques de montaña en Antioquia.



Escenarios posibles de colonización de los bosques de los Andes



A. Este escenario establece que las especies de origen tropical colonizaron los bosques de los Andes. Se espera que el tamaño de los árboles y la biomasa aérea disminuya con la elevación (en metros sobre el nivel del mar).



B. Este escenario establece que las especies de origen templado colonizaron las partes más altas de las montañas de los Andes. Aquí, se propone que los árboles de las regiones templadas están adaptados a condiciones frías manteniendo su tamaño, por lo tanto, bajo este escenario se espera que el tamaño de los árboles y la biomasa aérea no cambien sistemáticamente con la elevación.

Foto tomada por: Alvaro Vásquez



1 *Colombobalanus excelsa*



¿Sabías qué?

Una filogenia representa gráficamente las relaciones evolutivas entre especies (es decir, el grado de parentesco) desde un ancestro común. Una manera usual de esquematizar las filogenias es través de los cladogramas, donde las puntas del cladograma representan las especies existentes actualmente.



2 *Eschweilera antioquiensis*

3 *Inga edulis*



1 *Clusia multiflora*



Fotos tomadas por: Zorayda Restrepo Correa

Dominancia de árboles andinos en Colombia: una relación de pocas especies

Zorayda Restrepo Correa

Universidad de Antioquia

Grupo de servicios ecosistémicos y cambio climático (SECC), Corporación COL-TREE

Identificar los patrones de dominancia en diferentes ecosistemas, las especies que contienen la mayor cantidad de individuos, y su aporte al funcionamiento de éstos, es fundamental para planes de conservación y restauración de los ecosistemas. El conocimiento de la dominancia de especies permite conservar más áreas de los bosques y orientar estrategias de conservación y restauración para estas especies comunes.

Es común ver en ecosistemas de regiones templadas, que unas cuantas especies de árboles dominen el paisaje. Por ejemplo, coníferas o robles dominan en Norteamérica [1,2,3,4]. Aunque este patrón de dominancia de pocas especies es muy conspicuo en estas regiones, es una regla general de las comunidades bióticas. En plantas, se ha evidenciado que una mínima proporción de especies contiene la mayoría de individuos en los trópicos, mientras que una alta proporción de especies están representadas por un número reducido de individuos [5,6].

Estos hallazgos de la dominancia de pocas especies de árboles en bosques tropicales han llamado la atención de los ecólogos, ya que son estas especies las que estructuran los ecosistemas y mantienen su funcionamiento. En la Amazonía se ha reportado que 1,4 % de las especies almacena el 50 % de la biomasa aérea de los árboles, de la cual la mitad es carbono. Es decir, 1,4 % de las especies de árboles son responsables de uno de los sumideros de carbono más importantes del planeta [7]. Por esta razón identificar los patrones de dominancia en diferentes ecosistemas, las especies que contienen la mayor cantidad de individuos, y su aporte al funcionamiento de éstos, es fundamental para planes de conservación y restauración de los ecosistemas.

Los Andes es la región con mayor diversidad del planeta en términos de plantas, contienen alrededor de 25.000 especies, siendo el 10 % endémico de la región. Sin embargo, también son una de las ecorregiones más degradadas a causa de las actividades agrícolas y ganaderas [8]. Recientemente, se han realizado estimaciones de las reservas de carbono en los bosques de montaña en los Andes demostrando que tienen una capacidad de almacenamiento de carbono similar a los bosques amazónicos, lo cual es un incentivo adicional para conservarlos. Sin embargo, pocos estudios han sido realizados sobre la dominancia de las especies a escala regional o continental. Por lo cual, no se sabe si solo algunas especies, al igual que en Amazonia, contienen la mayoría de los individuos en la región [9].

Para acercarnos un poco a esta pregunta, se colectaron datos de 203 levantamiento de vegetación a lo largo de

los Andes colombianos, pertenecientes a la red de monitoreo de los bosques de Colombia, COL-TREE. Estos levantamientos de vegetación están distribuidos entre 1.000-3.750 metros sobre el nivel del mar (msnm).

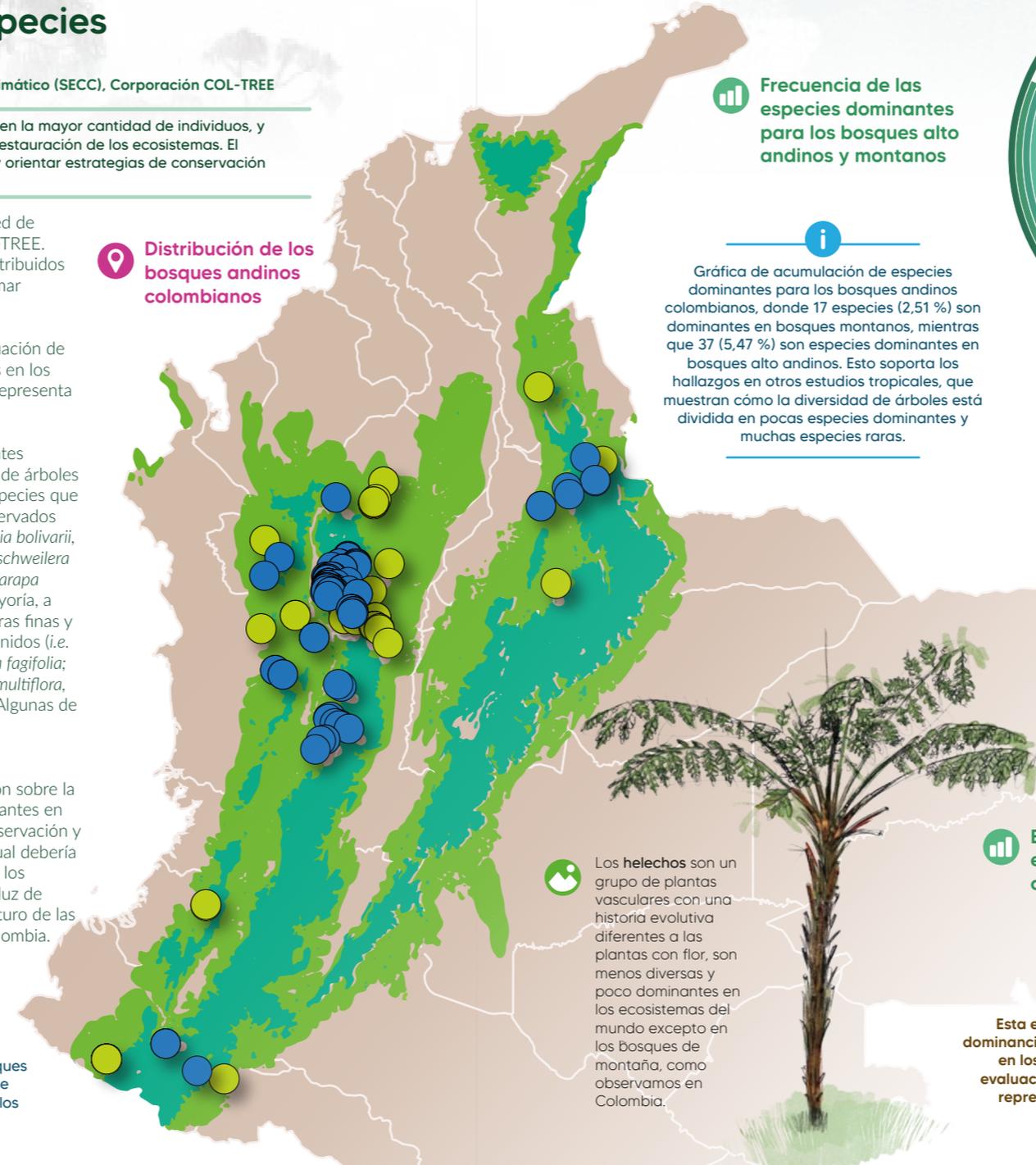
Es importante resaltar que es la primera evaluación de la dominancia regional de especies de árboles en los Andes colombianos, donde menos del 10 % representa la mitad de los árboles muestreados.

Además de las especies de helechos dominantes identificadas, las demás especies dominantes de árboles se pueden separar en dos grandes grupos: especies que ocurren en bosques maduros altamente conservados (i.e. especies primarias, *Otoba lehmannii*, *Matisia bolivarii*, *Macloobium colombianum*, *Ocotea aciphylla*, *Eschweilera caudiculata*, *Beilchmiedia latifolia*, *Billia rosea*, *Carapa guianensis*) las cuales corresponden, en su mayoría, a especies de árboles de gran tamaño de maderas finas y especies de bosques secundarios más intervenidos (i.e. especies secundarias, *Miconia tinifolia*, *Clethra fagifolia*; *Miconia theaezans*, *Tibouchina lepidota*, *Clusia multiflora*, *Quercus humboldtii*, *Ladenbergia macrocarpa*). Algunas de las cuales son de vital importancia para el funcionamiento de estos ecosistemas.

De esta manera es necesario llamar la atención sobre la importancia de las especies de árboles dominantes en los bosques andinos colombianos para la conservación y el funcionamiento de estos ecosistemas; lo cual debería motivar la incorporación de la dominancia, en los objetos de conservación de las especies, a la luz de conservar los bosques y evitar amenazas a futuro de las especies más comunes de los bosques de Colombia.

El mapa muestra la distribución de los bosques andinos colombianos y los sitios donde se tomaron los datos (tamaño y especie) de los árboles.

Distribución de los bosques andinos colombianos



Frecuencia de las especies dominantes para los bosques alto andinos y montanos

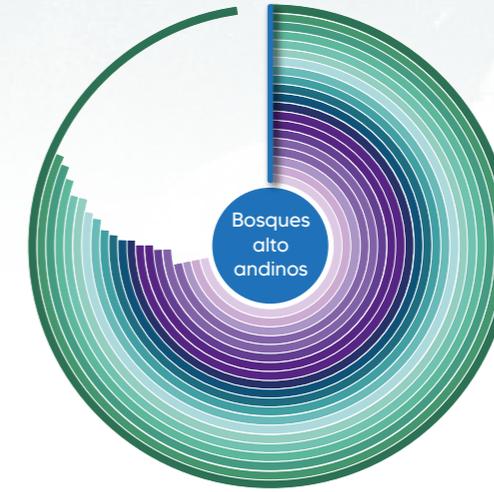
Gráfica de acumulación de especies dominantes para los bosques andinos colombianos, donde 17 especies (2,51 %) son dominantes en bosques montanos, mientras que 37 (5,47 %) son especies dominantes en bosques alto andinos. Esto soporta los hallazgos en otros estudios tropicales, que muestran cómo la diversidad de árboles está dividida en pocas especies dominantes y muchas especies raras.

<i>Otoba lehmannii</i>	1080
<i>Faramea coffeoides</i>	1085
<i>Elaeagia utilis</i>	910
<i>Hieronyma oblonga</i>	900
<i>Cyathea caracasana</i>	810
<i>Matisia bolivarii</i>	710
<i>Macrolobium colombianum</i>	530
<i>Ocotea insularis</i>	420
<i>Inga ruiziana</i>	420
<i>Alchornea triplinervia</i>	400
<i>Quercus humboldtii</i>	390
<i>Eschweilera caudiculata</i>	370
<i>Alfaroa colombiana</i>	350
<i>Miconia minutiflora</i>	340
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	300
<i>Cecropia gabrielis</i>	250
<i>Myrcia splendens</i>	220
<i>Dicksonia sellowiana</i>	210
<i>Billia rosea</i>	210
<i>Carapa guianensis</i>	210

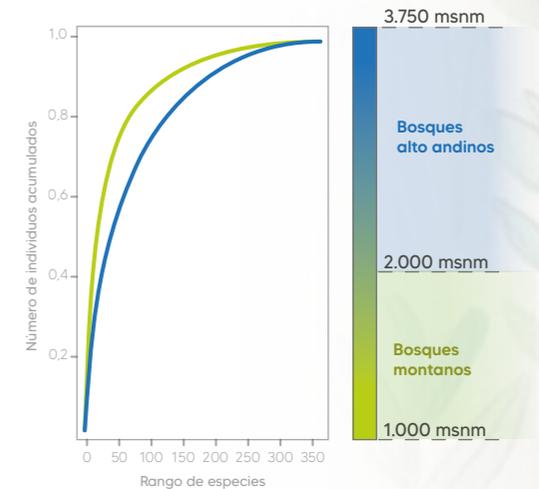
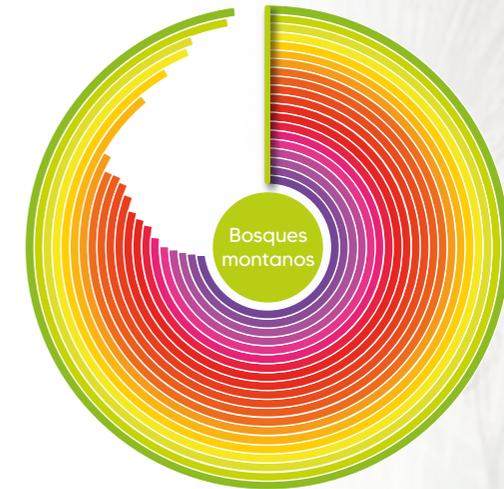
Especies dominantes en los bosques andinos colombianos

¿Sabías qué?

Esta es la primera evaluación de la dominancia regional de especies de árboles en los Andes colombianos. En esta evaluación menos del 10 % de especies representa la mitad de los árboles muestreados [10].



<i>Quercus humboldtii</i>	1080
<i>Miconia tinifolia</i>	400
<i>Hedyosmun bonplandianum</i>	390
<i>Billia rosea</i>	350
<i>Clethra fagifolia</i>	300
<i>Protium hebetatum</i>	300
<i>Miconia theaezans</i>	250
<i>Beilschmiedia latifolia</i>	240
<i>Myrsine coriacea</i>	210
<i>Turpinia occidentalis</i>	200
<i>Cyathea delgadii</i>	200
<i>Bejaria aestuans</i>	195
<i>Ocotea aciphylla</i>	195
<i>Drimys granadensis</i>	190
<i>Alfaroa colombiana</i>	190
<i>Tibouchina lepidota</i>	180
<i>Cordia cylindrostachya</i>	180
<i>Cyathea caracasana</i>	180
<i>Clusia multiflora</i>	180
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	170



Los helechos son un grupo de plantas vasculares con una historia evolutiva diferente a las plantas con flor, son menos diversas y poco dominantes en los ecosistemas del mundo excepto en los bosques de montaña, como observamos en Colombia.

Los Andes de Antioquia y algunas de sus aves

Universidad de Antioquia

Juan Luis Parra
Instituto de Biología / Grupo de Ecología y Evolución de Vertebrados

Caracterizar y tratar de entender patrones en la distribución de la biodiversidad tiene implicaciones relevantes para la conservación. Por ejemplo, una de las características principales de especies vulnerables es su pequeño tamaño poblacional, muchas veces relacionado con áreas de distribución restringida. Por otra parte, es necesario conocer la distribución de especies para poder identificar la mejor configuración de redes de áreas protegidas. La analogía de los Andes como una colcha de retazos sugiere que el diseño de estas redes debería considerar un gran número de áreas distribuidas a lo largo de los Andes reteniendo su conectividad.

El manto de los Andes parece estar hecho a punta de retazos. Cada región es un parche único, con elementos que lo distinguen de sus alrededores [1]. Los Andes del norte en Colombia tienen influencias provenientes de los Andes del sur, de la Amazonía, Chocó, y algunos elementos de Centro y Norte América. En Antioquia ocurre una situación particularmente interesante y es que la colcha de retazos parece que se hubiera rasgado, dejando pedazos del mismo retazo separados geográficamente. Muchos investigadores han intentado reconstruir la historia de la biodiversidad en esta región a partir del estudio de la distribución, abundancia, y relaciones evolutivas entre especies.

Los Andes en Antioquia comprenden la parte

norte de la cordillera Central y Occidental incluyendo parte de las estribaciones de las Serranías de Abibe y San Lucas. La Cordillera Central en Antioquia presenta cambios abruptos en su biodiversidad de Sur a Norte [2], y también entre su lado oriental y occidental. El extremo sur de los Andes centrales en Antioquia marca el límite con el departamento de Caldas, y como sucede pocas veces, los límites político-administrativos coinciden con límites biogeográficos. A simple vista, no parece existir un cambio topográfico abrupto en la Cordillera Central entre Caldas y Antioquia. Sin embargo, hay al menos tres aspectos que llaman la atención: la presencia del Nevado del Ruiz - el volcán más al norte del cinturón volcánico de los Andes -, el cañón del río Arma, y una disminución

general en la elevación hacia el norte comparado con el sur. Todas estas características se relacionan con cambios en la biodiversidad.

Muchas especies de aves andinas terminan su distribución entre Caldas y Antioquia, mientras que otras empiezan justo allí a aparecer. El Colibrí Ala de Zafiro (*Pterophanes cyanopterus*) y el Clarinero (*Anisognathus lunulatus*), son dos especies que definitivamente tienen la posibilidad de alcanzar los Andes en Antioquia. Existe evidencia de la presencia de estas especies en el departamento [3,4], sin embargo, los registros son escasos, y pensamos que representan un buen ejemplo de cómo las especies muchas veces pueden alcanzar ciertas regiones, pero no se establecen, o al menos no aún. Existen más ejemplos de este patrón, como el Picaflor negro (*Diglossa humeralis*) y el Inca Galoneado (*Coeligena lutetiae*), todas aves asociadas a tierras altas. Otras especies comienzan su distribución en la cordillera central en Antioquia como el Colibrí del Sol (*Coeligena orina*), el Gorrión Montés Paisa (*Atlapetes blancae*), y el Picaflor Rabiazul (*Diglossa brunneiventris vuilleumieri*). Estas tres últimas (aunque con cautela aún para el Picaflor Rabiazul) son endémicas de Colombia y todas están en alguna categoría de amenaza.

Otro patrón interesante ocurre cuando partes separadas de los Andes presentan especies en común. Esta situación ocurre con bastante frecuencia entre la parte norte de la Cordillera Central y la parte norte de la Cordillera Occidental. A pesar de que se encuentran separadas por el cañón del río Cauca, comparten especies en común. Por ejemplo, el Picaflor Rabiazul. Las poblaciones presentes en Antioquia, tanto en la cordillera occidental como en la central, han sido un enigma ya que las poblaciones más emparentadas, estarían en el sur del Perú, a más de 1.000 km de distancia. Estudios recientes han propuesto una alternativa, que las poblaciones aisladas en Colombia y Perú no son las más relacionadas evolutivamente, a pesar de ser muy similares en su plumaje, sino más bien las poblaciones presentes en la

Gorrión Montés Paisa, *Atlapetes blancae*. A la derecha se presenta la distribución de aves endémicas en las regiones biogeográficas de Colombia



Nombre científico
Atlapetes blancae
Nombre común
Gorrión Montés Paisa

Foto tomada por:
Fernando Cediel

- Norte de la Cordillera Central
- Cordillera Occidental de Colombia

Cordillera Oriental en Colombia [5]. Si este fuera el caso, Antioquia tendría otra especie endémica (y seguro amenazada).

Las dos cordilleras en Antioquia también tienen elementos propios de cada una. Uno de los ejemplos recientes más notorios es el Gorrión Montés Paisa, una especie que se creyó extinta por casi tres décadas y que sorpresivamente fue encontrada de nuevo hace tres años. Desde su reaparición, la especie ha sido observada con frecuencia en varios lugares del Altiplano de Santa Rosa de

Regiones biogeográficas en los Andes antioqueños



¿Sabías qué?

Colombia tiene aproximadamente 1.639 especies de aves residentes. De estas especies más de 79 especies de aves son categorizadas como endémicas [7].



Nombre científico
Diglossa brunneiventris vuilleumieri
Nombre común
Picaflor rabiazul

Foto tomada por:
Fernando Cediel

Osos [6]. Otra especie solo presente en la Cordillera Central, pero en elevaciones intermedias, es el Arrierito Antioqueño (*Lipaugus weberi*) ubicado en una pequeña zona en Amalfí. En la Cordillera Occidental podemos encontrar al colibrí del sol y el Tororoi de Urrao (*Grallaria urraoensis*) como ejemplos de especies que encuentran en una estrecha porción de los Andes occidentales en Antioquia.

i

Las regiones biogeográficas son divisiones del territorio que reflejan la similitud de la flora y la fauna. Es decir, dentro de estas regiones la flora y la fauna es parecida, mientras que entre regiones biogeográficas es diferente.

Epífitas vasculares en Antioquia

• Ana María Benavides

• Estela Quintero-Vallejo

• Jardín Botánico de Medellín

• Universidad CES

Los hallazgos indican que las hojas de las epífitas han evolucionado para optimizar y mejorar la fotosíntesis a través de una estrategia basada en el tamaño de las hojas y su peso, que tienen como objetivo regular la captura de luz y el desarrollo de los tejidos.

Las epífitas vasculares son plantas que germinan y crecen de forma no parásita sobre otras plantas, en todos los estados de su vida [1]. Este grupo de plantas habita una gran variedad de ecosistemas. Sin embargo, se encuentra distribuido en mayor medida en ecosistemas húmedos tropicales [2] y en particular en ecosistemas montañosos donde forman gran parte de su diversidad vegetal [3]. Como parte estructural de los bosques, las epífitas cumplen varios roles en términos hidrológicos, de ciclaje de nutrientes, como refugio y alimento para la fauna.

En Antioquia se estudiaron (gracias a una beca de Colciencias) las epífitas en diferentes bosques para entender cómo se distribuyen las especies [4], además sobre cómo es su mortalidad en un año [5]. Los resultados muestran que la composición de las especies epífitas cambia de acuerdo a características del bosque y el clima. Además, que las especies se agrupan en siete grupos funcionales. Las características de las hojas (rasgos funcionales) están relacionados con la distribución de las especies a lo largo del gradiente de elevación de los bosques (variación climática) y también se modula por la altura a la que crece las plantas sobre el árbol hospedero (variación microclimática).

Por otro lado en [5] al estudiar la mortalidad de epífitas en bosques en Antioquia durante un año, encontraron que la mortalidad anual fue en promedio de 7,5 % plantas, es decir que en 12 años todas las epífitas podría cambiar. La gran mayoría de las muertes fue debido a la caída de las ramas o del árbol; seguido de la desecación. Tanto los factores locales (ubicación y altura de la planta, tamaño del árbol hospedero) como factores regionales (evapotranspiración, temperatura) desempeñaron un papel clave en la determinación de la mortalidad de las epífitas. La alta tasa de mortalidad registrada indica que la comunidad de epífitas debe ser altamente dinámica para evitar la extinción local de especies. Debido al cambio climático se espera que la evapotranspiración disminuya, por lo cual se espera que las epífitas puedan presentar mayores tasas de mortalidad.

Quintero y colaboradores de la Universidad CES y la secretaria de Ambiente de Medellín estudian la colonización de epífitas vasculares en bosques

montaños en recuperación. La condición de dependencia de un soporte para su crecimiento implica que las epífitas vasculares habitan bosques con una estructura adecuada. Cuando los bosques se degradan y se recuperan, se espera que la comunidad de plantas epífitas colonice a sus hospederos en la medida que estos crecen. En este sentido se plantea que mejorar la estructura arbórea de los bosques a través de proyectos de reforestación puede favorecer la recuperación de la comunidad de epífitas y en consecuencia recuperar la diversidad intrínseca de los bosques.

En Medellín se han implementado estrategias de reforestación con fines de protección de cuencas y recuperación de bosques degradados [7]. Estas reforestaciones con especies nativas son un escenario que permite entender cómo se presentan los procesos de colonización de la comunidad de epífitas. Por lo tanto, en el 2019 se realizó un muestreo de epífitas vasculares presentes en dos bosques plantados entre el 2011 y 2012 por el programa "Mas bosques para Medellín". En cada bosque se registraron las epífitas que crecían en los árboles. En reforestaciones de alrededor de ocho años se encontró una riqueza promedio de cinco especies en tres familias (orquídeas, bromelias, polypodiáceas). Las especies más abundantes fueron las orquídeas (*Telipogon andinus* y *Pterostema antioquiense*) y el helecho *Pleopeltis macrocarpa*. Las especies de orquídeas crecieron en ramas delgadas de los árboles, en particular hubo una tendencia a crecer en árboles de la especie *Senna pistaciifolia*. El helecho *Pleopeltis macrocarpa* crece en los tallos o ramas más gruesas de los árboles y se encontró de manera más frecuente en árboles de la especie *Croton magdalenensis*. Las especies de orquídeas registradas son especies de distribución andina y *Pterostema antioquiense* esta reportada como endémica para Colombia.

Hallazgos importantes en el presente estudio tienen que ver con que en relativamente poco tiempo después de las siembras de árboles, se pueden establecer poblaciones de orquídeas que se hospedan en sitios distales de las ramas. Sin embargo, en reforestaciones cercanas a sitios con un estado de conservación mejor, se observó una

mayor abundancia de orquídeas en todos sus estados de desarrollo desde plántula hasta individuos con fruto.

¿Sabías qué?

El índice de conductancia potencial se refiere al grado de apertura de las estomas. Los estomas se encuentran en las partes verdes de las plantas y tienen la capacidad de cerrarse o abrirse facilitando el intercambio gaseoso de la planta.



i

Los grupos funcionales (GF) agrupan especies que poseen atributos fisiológicos, morfológicos y conductuales semejantes. Además, permiten reconstruir patrones de evolución y ecológicos de diversos grupos taxonómicos como las epífitas. Esto permite entender los mecanismos que mantienen la alta diversidad de epífitas que poseen los ecosistemas de montaña.



Foto tomada por: Ana María Benavides



Grupos funcionales para epífitas

Epífitas registradas en dos bosques reforestados de Medellín

- Áreas urbanas
- Bosque
- Vegetación secundaria

¿Sabías qué?

El helecho *Pleopeltis macrocarpa* crece en los tallos o ramas más gruesas de los árboles. Las especies de orquídeas registradas son especies de distribución andina y *Pterostema antioquiense* esta reportada como endémica para Colombia.

Foto tomada por: Diego Hernandez



Foto tomada por: Ana María Benavides



Pterostema antioquiense

Palmas nativas y protección de áreas en Colombia

María José Sanín
Universidad CES

Andrés Camilo Gómez-Hoyos
Universidad CES

La familia de palmas es rica en especies en Colombia, con 259 especies [1] de las cuales más del 10 % han sido descritas en la última década.

La mayoría de las palmas nativas es dependiente de los bosques, pues no puede sostener poblaciones sanas a plena exposición del sol. En los últimos años desarrollamos modelos de distribución, basados en registros biológicos y a través de la predicción por capas climáticas [3], de todas las especies de palmas de Colombia. Los modelos de distribución permiten tener un acercamiento a la distribución potencial de las especies, a partir de estos modelos se pueden estimar métricas útiles para la conservación, como el porcentaje de hábitat perdido para las especies por deforestación o porcentaje ganado por recuperación del bosque, e incluso qué tanto de la distribución de una especie entra en los Parques Nacionales Naturales u otras figuras del sistema de áreas protegidas, dándole esperanza de conservación a largo plazo a la especie. Usamos las capas de bosque y no bosque del IDEAM [2] y los polígonos del sistema nacional de áreas protegidas para sobreponer a los modelos de distribución de las especies.

De este ejercicio salieron algunos números sobrecogedores: en algunas localidades (celdas de 1 km²) del país puede haber potencialmente hasta 68 especies diferentes de palmas. Teniendo en cuenta la superposición en las áreas de distribución potencial de las especies, hay dos áreas de mayor riqueza para las palmas nativas de Colombia: el piedemonte de Putumayo y Cauca, y el piedemonte Chocoano. También, encontramos algunos datos preocupantes: el Magdalena medio alberga el mayor número de especies endémicas y amenazadas, pero también con la mayor pérdida de hábitat, por lo que es necesario proteger áreas que conserven urgentemente a las palmas de esta zona. Teniendo en cuenta todas las figuras de protección, públicas y privadas, encontramos que 19 de las especies de palmas nativas de Colombia se distribuyen por fuera de esas figuras y están desprotegidas, 13 de las cuales son endémicas de Colombia, por lo que no están siendo conservadas en ningún área protegida del mundo. Para mencionar algunos casos concretos, el mamarrón, *Attalea cohune*, nativa del Magdalena medio, sólo cuenta con el 3 % de su hábitat original; el árbol nacional colombiano, *Ceroxylon quindiuense*, sólo subsiste hoy en el 37 % de él. Por último, *Ceroxylon sasaimae*, la única palma de cera endémica

de Colombia vive en sólo el 18 % de su hábitat original.

La designación de nuevas áreas para la conservación como los Parques Nacionales Naturales se basa en criterios ambientales que pueden no cumplirse en las áreas donde sobreviven algunas de las palmas más amenazadas. Aunque en las zonas donde se distribuyen las palmas, el bosque se conserva mejor dentro de las áreas protegidas que por fuera de ellas, la disponibilidad de hábitat dentro de estas áreas no es total. Este trabajo hace evidente la necesidad de 1) que se designen otras figuras de protección de áreas para las especies desprotegidas y las que tienen menor hábitat remanente y 2) que se complemente la estrategia de conservación de áreas con enfoques de restauración que amplíen el hábitat disponible para las especies.

¿Sabías qué?

El mamarrón, *Attalea cohune*, nativa del Magdalena medio, sólo cuenta con el 3 % de su hábitat original; el árbol nacional colombiano, *Ceroxylon quindiuense*, sólo subsiste hoy en el 37 % de él. Por último, *Ceroxylon sasaimae*, la única palma de cera endémica de Colombia vive en sólo el 18 % de su hábitat original.



Palma de cera, *Ceroxylon sasaimae*. A la derecha se presenta el área remanente de esta especie de palma de cera y 6 especies más.



Este estudio hace evidente la necesidad de 1) que se designen otras figuras de protección de áreas para las especies desprotegidas y las que tienen menor hábitat remanente y 2) que se complemente la estrategia de conservación de áreas con enfoques de restauración que amplíen el hábitat disponible para las especies.

Ceroxylon vogelianum

~44%



Ceroxylon ventricosum

~47%



Ceroxylon sasaimae

~18%



*Única palma de cera endémica de Colombia

*Ceroxylon quindiuense**

~37%



*Árbol nacional colombiano

¿Sabías qué?

Una especie es endémica de un área si su distribución se restringe a una determinada zona geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar del planeta [4].

Ceroxylon parvifrons

~45%



Ceroxylon alpinum

~21%



Ceroxylon ceriferum

~57%



Porcentaje de área remanente de bosque en Colombia.

Síntesis de conocimiento de los manglares de Urabá

Héctor Arled Ortega Arroyave
 Jaime Polanía Vorenberg
 Eliana Contreras Martínez
 Universidad Nacional de Colombia

Es necesario profundizar en las dinámicas de los bosques de manglar de Antioquia, determinar su estado ecológico y sus cambios, así como los servicios que prestan, las actividades económicas que sustentan y los principales riesgos que enfrentan.

Los manglares se destacan como ecosistema y bioma de intermareales tropicales. Proporcionan protección de costas, captura de sedimentos, reducción en la velocidad de corrientes marinas y aéreas. Son reservorios de biodiversidad, secuestran carbono, regulan la temperatura y sustentan actividades pesqueras y forestales, con la exportación de nutrientes y materia orgánica a ecosistemas vecinos. Son bosques anfibios, que constituyen el hábitat y refugio de especies marinas y terrestres, y sostienen comunidades costeras [1]. Se considera que los manglares generan percepciones positivas para estas comunidades [2], que son asociadas a valiosas funciones, bienes y servicios, que son base del éxito para su conservación [3].

Una de las amenazas para los manglares es el aumento del nivel del mar, resultado del cambio climático. Se estima que el nivel del mar aumente a una tasa de 3,58 mm/año [4]. Esto podría ocasionar que los manglares se desplacen tierra adentro [5]. Ante esta situación, la respuesta de los manglares podría depender de la disponibilidad de agua dulce, el suministro de sedimentos, la topografía [6, 7], entre otros y, probablemente, su entorno físico será afectado en aspectos químicos, biológicos y geomorfológicos [6, 7].

En Colombia hay diferentes regiones con presencia de manglar. Los manglares del Caribe están conformados por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo), *Conocarpus erectus* (mangle zaragoza) y el helecho *Acrostichum aureum*.

En el Golfo de Urabá, rodeado por bosques de manglar y con influencia de

los ríos Atrato, Turbo y León [8, 9], son fuertes los impactos sobre las poblaciones de mangle, los cuales incluyen tala ilegal, conversión a pastizales, expansión de suelo agrícola y urbano, disposición de líneas eléctricas, erosión costera y sedimentación [10, 11, 12].

Estudios sobre la caracterización y zonificación de los manglares en el Golfo de Urabá revelan que estos cubren desde 6.993 ha [13, 14] pasando a 4.908 ha, debido a una tasa media anual de reducción de bosque de manglar de 4,9-29,8 % entre 2003 y 2009 [15]. Particularmente, el delta del río Atrato muestra las mayores extensiones de manglar, con impacto antrópico considerable, con muchos juveniles, pocos individuos adultos de *R. mangle*, y proporciones menores de otras especies [8, 9]. Así mismo, varias investigaciones muestran que los principales cambios en extensión, estructura y composición del bosque de manglar dependen del transporte y deposición por erosión y sedimentación en las superficies costeras, con tasas anuales que van de 0,8 a 1,2 % [12, 13, 14].

Por otro lado, un estudio comparativo del cambio multitemporal de cobertura de manglar en Moñitos y Puerto Escondido (Córdoba), Turbo (Antioquia) y Unguía (Chocó) permitió concluir que no hay articulación clara entre diferentes planes ambientales y el manejo que admiten en cada unidad política [16]; Gómez [17] propuso un plan de cuentas general para valorar los recursos naturales aprovechables, así como costos más realistas de reposición, mitigación, exploración y aprovechamiento, tomando al Urabá como modelo. Este plan hizo posible invocar estrategias de zonificación, conservación y recuperación de los manglares, así como planificación del uso futuro de la tierra, como requisitos para mantener la calidad ambiental.

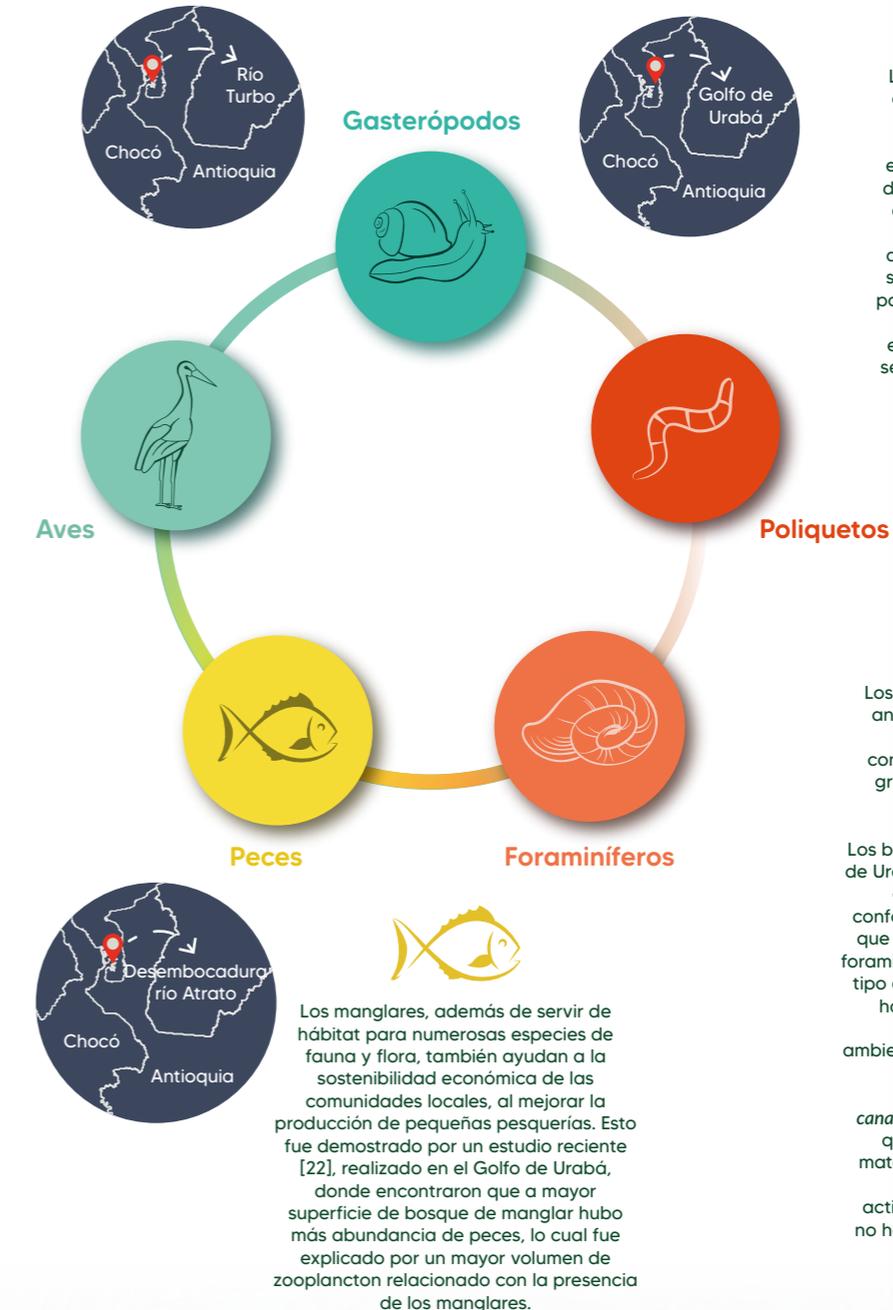


El grupo de los gasterópodos está conformado por los caracoles y las babosas y son, dentro de unos pocos animales, capaces de habitar los tres principales ambientes: el océano, los ríos y la tierra. Sin embargo, los gasterópodos que habitan los manglares se están viendo afectados por las actividades humanas como lo demuestra el estudio realizado [18] en el manglar del delta del río Turbo, el cual se encuentra bajo tala extensa y activa, donde se midió el impacto antrópico sobre las densidades y tallas de dos especies de gasterópodos. Encontraron que la alteración del suelo en el microhábitat influye en las densidades de las especies de gasterópodos *Neritina virginea* y *Melampus coffeus*.



Las aves han sido utilizadas ampliamente para delimitar y caracterizar diferentes tipos de hábitats, dentro de los que se encuentran los ecosistemas de manglar. Por ejemplo, en la desembocadura Coquitos del río Atrato fueron evaluadas la riqueza, dominancia y distribución de aves asociadas a tres tipos de hábitat: el manglar, la ribera de río y el plano lodoso. Encontraron que hubo menor riqueza y diversidad de aves en los manglares, pero una mayor dominancia de especies (es decir pocas especies, pero con muchos individuos) [21].

Los manglares son bosques anfibios, se destacan como ecosistema que proporcionan protección de costas, captura de sedimentos, reducción en la velocidad de corrientes marinas y aéreas. Constituyen el hábitat y refugio de especies marinas y terrestres, y sostienen comunidades costeras.



Los poliquetos forman el grupo de gusanos más abundantes y biodiversos en la tierra. Un estudio [19] evaluó las especies asociadas a las raíces del manglar a lo largo del Golfo de Urabá, y su relación con las características físicoquímicas del agua. Encontraron que, hay segregación de las especies de poliquetos, es decir, las especies se encuentran separadas espacial y temporalmente. Esta segregación de las especies fue explicada a partir del oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica.

Los foraminíferos son un grupo de animales marinos caracterizados por su apariencia en forma de concha. Muchas especies de este grupo habitan en el fondo de los ecosistemas acuáticos.

Los bosques de manglar en el Golfo de Urabá presentan diferentes tipos de sedimentos (materiales que conforman el fondo), característica que hace que algunas especies de foraminíferos se concentren según el tipo de sedimentos. Por ejemplo, se han encontrado especies (como *Amonia beccarii*) que prefieren ambientes contaminados y con bajo nivel oxígeno, así como otras especies (*Haplophragmoides canariensis* y *Trochammina squamata*) que eligen sitios con abundante materia orgánica. Sin embargo, en sitios muy afectados por las actividades humanas, usualmente no hay presencias de foraminíferos [20].



Manglar. Representación de los manglares de Urabá, Antioquia.

El bosque urbano en el Valle de Aburrá: servicios ecosistémicos y fenología

● María del Pilar Arroyave-Maya
 ● María Elena Gutiérrez-Lagoueyte
 ● Martha Isabel Posada-Posada
 ● Katerine Osorio-Arboleda
 🏛️ Universidad EIA

Los bosques urbanos presentan diferentes servicios ecosistémicos que mejoran la calidad ambiental y el bienestar de la población.

La cobertura vegetal presente en las áreas urbanas y periurbanas, incluyendo sus árboles, palmas, arbustos y hierbas, tanto de forma individual como agregada, comprende el denominado bosque urbano. Este hace parte integral de las ciudades, y su presencia permite numerosos servicios ecosistémicos que brindan múltiples beneficios a los ciudadanos. Algunos de estos son la remoción de contaminantes atmosféricos, la regulación microclimática e hídrica, la reducción del ruido, la provisión de hábitat y alimento para la fauna y el embellecimiento de los espacios urbanos, entre otros. Estos servicios pueden calcularse a través de herramientas que facilitan su estimación, entre las que se puede mencionar el software i-Tree desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos. En el año 2017 en el marco del proyecto Evaluación de los Servicios ecosistémicos del bosque urbano en el Valle de Aburrá, cofinanciado por Colciencias y la Universidad EIA, cuantificamos la remoción de contaminantes atmosféricos, el almacenamiento y captura de carbono por parte de los árboles en la región metropolitana.

La composición de especies del bosque urbano se origina de los procesos naturales de dispersión y propagación de las especies nativas, algunas provenientes de coberturas naturales remanentes dentro y alrededor de las ciudades; así mismo, de los procesos de siembra que se han dado históricamente en la ciudad, involucrando todo tipo de especies, tanto las propias de la región o el país (nativas) como aquellas traídas de otros sitios por fuera de la geografía colombiana (exóticas). Con el fin de reconocer las especies de árboles, arbustos y palmas, y permitir una difusión amplia e ilustrativa de las mismas, desarrollamos un catálogo virtual de la flora del Valle de Aburrá. A la fecha cuenta con 328 especies de 94 familias taxonómicas. Para cada una de ellas se incluyeron fotografías representativas de sus aspectos morfológicos (silueta, hojas, flor, fruto, semillas, tallo y raíces), así como la descripción de las características ecológicas y de manejo para cada especie.

Las especies de vegetación que componen el bosque urbano presentan ciclos biológicos de floración, fructificación, pérdida y rebrote de hojas que se estudian a través de la fenología. El análisis de estos ciclos biológicos permite comprender su relación con variables ambientales como temperatura y precipitación con las cuales está estrechamente relacionado. Así mismo, el análisis de los ciclos permite identificar la variación en la oferta de servicios y procesos ecosistémicos a lo largo del año, por ejemplo, la regulación microclimática (en función de la caída y



El bosque urbano en el Valle de Aburrá almacena 241.265 toneladas (ton) de carbono y remueve aproximadamente 228 ton de contaminantes del aire.

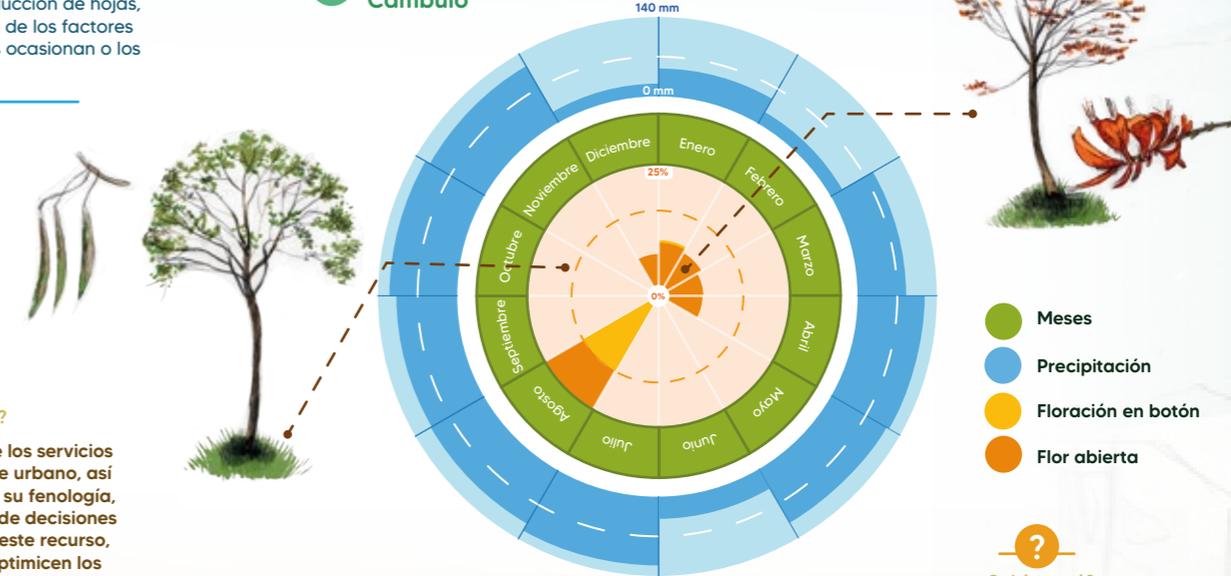
brote hojas) o la oferta de alimento para la fauna (en función de la floración y fructificación). También puede relacionarse con amenazas a la flora (como daños por patógenos, condiciones climáticas extremas de frío, calor, sequía, entre otros). Para ello medimos los estados fenológicos de 14 especies arbóreas comunes en zonas urbanas del Valle de Aburrá, en 12 individuos adultos por especie, y cuantificamos su relación con precipitación y temperatura. Encontramos que las especies evaluadas presentan diferentes patrones fenológicos, algunas tienen una mayor correlación con la precipitación y temperatura, y en general, hay una oferta de alimento durante todo el año para las especies que visitan estos árboles.

i
La fenología es la ciencia que involucra la observación, registro e interpretación de eventos tales como la producción de hojas, flores y frutos; y el estudio de los factores bióticos y abióticos que los ocasionan o los afectan.

?
¿Sabías qué?

La valoración integral de los servicios ecosistémicos del bosque urbano, así como el conocimiento de su fenología, permite a los tomadores de decisiones el manejo adecuado de este recurso, de tal manera que se optimicen los beneficios para la población urbana.

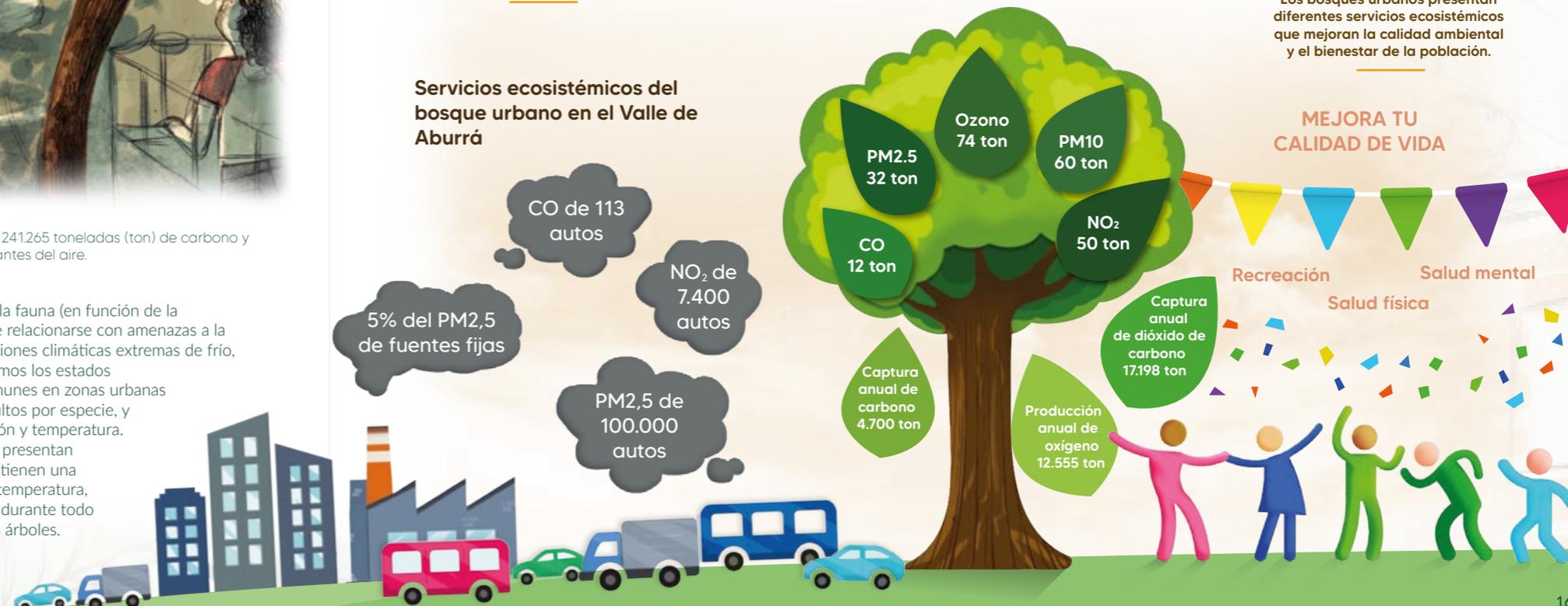
Fenología del Cábulo



?
¿Sabías qué?

Los bosques urbanos presentan diferentes servicios ecosistémicos que mejoran la calidad ambiental y el bienestar de la población.

Servicios ecosistémicos del bosque urbano en el Valle de Aburrá



La bioeconomía de los bosques: una oportunidad para Colombia y Antioquia

✉ Mauricio Alviar R.
✉ Universidad EIA

✉ Andrés García-Suaza
✉ Universidad del Rosario

La bioeconomía es una opción sustentable para fomentar el desarrollo económico local ya que tiene en cuenta las ventajas comparativas de cada región.

“Lo que le estamos haciendo a los bosques del mundo es un reflejo de lo que nos hacemos a nosotros mismos y entre nosotros.”

Mahatma Gandhi

La bioeconomía, bajo la perspectiva de producción sostenible a partir de uso de recursos biológicos, genera oportunidades para establecer estrategias de crecimiento sostenible. Esas oportunidades se hacen más relevantes en territorios ricos en biodiversidad como Colombia y Antioquia. Uno de los retos más importantes de la bioeconomía es la medición de su contribución a la generación de valor agregado. Alviar, *et al.* (2021) [1] muestran que el sector primario, integrado por la agricultura, la ganadería, los bosques y la pesca, representa el 52 % de la bioeconomía de Colombia. Los bosques en particular juegan un papel crucial en la provisión de productos y servicios que generan valor agregado [2].

Los bosques, como ningún otro recurso natural, representan una gran cantidad de productos y servicios aprovechables, que se pueden agrupar entre los productos maderables y los no maderables. El primer grupo (productos maderables) está representado por todas aquellas especies de árboles de las cuales se obtiene material para la construcción de muebles y edificaciones. Por su parte, en el grupo de los productos y servicios no maderables se encuentra el material biológico para la producción de resinas, y aceites esenciales, entre otros, que sirven de materias primas para la producción de alimentos, fármacos, y cosméticos, y otros productos. Adicionalmente, los bosques ofrecen varios servicios ambientales y ecosistémicos como hábitat de biodiversidad, regulación de caudales, regulación del ciclo hidrológico, fijación de CO₂, ecoturismo, entre otros, además de representar valores culturales para muchos grupos étnicos. La contribución de los bosques a la economía es de

2 % de lo que se puede medir por sus precios de mercado. Pero esta contribución al valor agregado es mucho mayor si se pudieran estimar monetariamente, los bienes y servicios no maderables del bosque que intervienen en la producción y consumo.

Aprovechamiento y sostenibilidad de los bosques

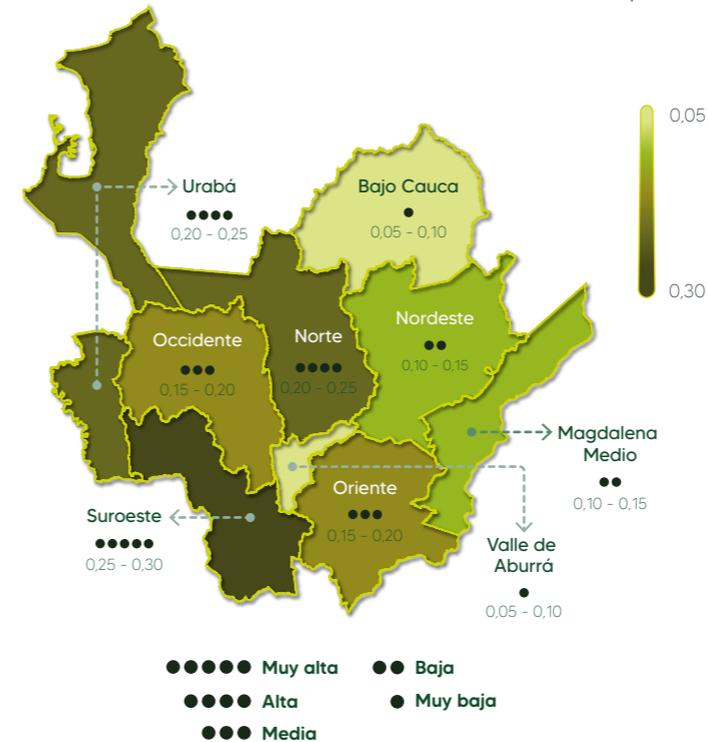
El aprovechamiento y la sostenibilidad de los bosques depende de los arreglos institucionales que están determinados por la definición de derechos de propiedad del recurso y las condiciones del mercado. Cuando existe un mercado, se da lugar a una asignación eficiente del recurso, como en el caso de los productos maderables. Sin embargo, en ausencia de mercado, como es el caso de varios productos y servicios no maderables, se necesita una regulación efectiva por tratarse de recursos que tienen muchas características de bien público, máxime, en el caso del bosque natural maduro. En Colombia, los bosques plantados ocupan apenas el 1 % del área forestal, mientras que el bosque natural maduro corresponde a más del 90 % de los 55 millones de hectáreas de suelo [3].

En el caso de los bosques plantados, la decisión del propietario está encaminada a encontrar el momento óptimo de aprovechamiento forestal que permita maximizar los beneficios derivados. En el caso de los bosques naturales maduros, se requeriría un proceso de planificación y un marco de política pública que permita definir de manera óptima cuánto explotar en el presente y cuánto dejar en pie para la conservación de sus condiciones naturales y aprovechamiento de los servicios. En ese sentido, el bosque natural maduro debe considerarse como un recurso no renovable ya que no se regenera en un horizonte de tiempo a escala humana y no hay incentivos a la restauración. Sin embargo, es importante anotar que el valor de los bienes y servicios no maderables del bosque tienen un valor que puede ser inclusive superior al de los bienes maderables [4]. De ahí la importancia de contener el proceso de deforestación indiscriminada e intensiva en los bosques naturales tropicales.



Las actividades económicas que se basan en la obtención de recursos naturales como la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento forestal, la pesca, entre otras, son las actividades que más aportan a la **bioeconomía** del país.

Contribución de la bioeconomía al valor agregado para cada subregión de Antioquia [1]



En Antioquia existen nueve subregiones que se diferencian por sus características geográficas y geomorfológicas, así como por sus procesos económicos, sociales y culturales. En la bioeconomía estas nueve subregiones también se diferencian, especialmente, las subregiones Suroeste y Urabá, las cuales representan más de la mitad de la contribución de la bioeconomía al valor agregado en el departamento. Por otro lado, al excluir el sector I (actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal y pesca), se encuentra que las subregiones que aportan más a la bioeconomía son Norte, Valle de Aburrá y Oriente.

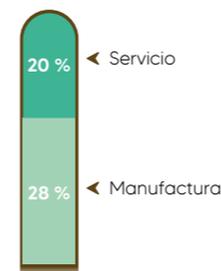
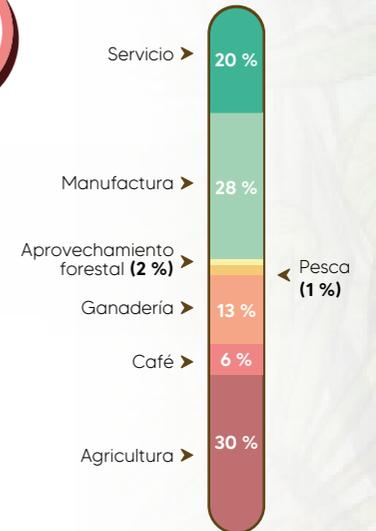
Participación de los sectores económicos en la bioeconomía nacional

Todos los sectores económicos



¿Sabías qué?

La agricultura es una de las actividades económicas que más aporta a la bioeconomía en el país, por lo tanto, implementar prácticas de agricultura sostenible no solo ayudaría a incrementar el valor agregado sino a la sostenibilidad futura.



Manufactura y servicios

¿Sabías qué?

Antioquia es la segunda región económica más importante del país y aporta en términos de bioeconomía aproximadamente el 11,2 % al valor agregado.



BIBLIOGRAFÍA

El surgimiento de los bosques de Colombia según el registro fósil

- [1] M.R. Carvalho, C. Jaramillo, F. de la Parra, D. Caballero-Rodríguez, F. Herrera, S. Wing, B.L. Turner, C. D'Apollito, M. Romero-Báez, P. Narváez, C. Martínez, M. Gutiérrez, C. Labandeira, G. Bayona, M. Rueda, M. Páez-Reyes, D. Cárdenas, Á. Duque, J.L. Crowley, C. Santos, D. Silvestro, "Extinction at the end-Cretaceous and the origin of modern Neotropical rainforests". *Science*, vol. 372, pp. 63–68, 2021. <https://doi.org/10.1126/science.abf1969>
- [2] M.R. Carvalho, F. Herrera, S. Gómez, C. Martínez, C. Jaramillo, "Early Records of Melastomataceae from the Middle-Late Paleocene Rain Forests of South America Conflict with Laurasian Origins". *International Journal of Plant Sciences*, vol. 182, no. 5, pp. 401–412, 2021. <https://doi.org/10.1086/714053>
- [3] C. Martínez, C. Jaramillo, J. Martínez-Murcia, W. Crepet, A. Cárdenas, J. Escobar, F. Moreno, A. Pardo-Trujillo, D. Caballero-Rodríguez, "Paleoclimatic and paleoecological reconstruction of a middle to late Eocene South American tropical dry forest". *Global and Planetary Change*, vol. 205, 103617, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103617>
- [4] Biovirtual.unal.edu.co. n.d. Universidad Nacional de Colombia. [online] Available at: <<http://www.biovirtual.unal.edu.co/floradecolombia/es/description/1018/>> [Accessed 21 November 2021].
- [5] F. Nicolalde Morejón, L. Martínez Domínguez, "Las cicadas: habitantes del jurásico", *La ciencia y el hombre*, vol. 30, no. 3, 2017.
- [6] RAE, <https://dle.rae.es/sotobosque>

Bosques andinos ¿Una mezcla de bosques tropicales y templados?

- [1] A. Duque et al., "Mature Andean forests as globally important carbon sinks and future carbon refuges." *Nat. Commun.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–10, 2021.63–68, 2021. <https://doi.org/10.1126/science.abf1969>

- [2] S. González-Caro et al., "The legacy of biogeographic history on the composition and structure of Andean forests," *Ecology*, vol. 101, no. 10, pp. 1–11, 2020.

Dominancia de árboles andinos en Colombia: una relación de pocas especies

- [1] T. W. Crowther et al., "Mapping tree density at a global scale," *Nature*, vol. 525, no. 7568, 2015.
- [2] O. L. Phillips et al., "Drought sensitivity of the Amazon rainforest," *Science*, vol. 323, pp. 1344–1347, 2009.
- [3] B. Steidinger et al., "Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest tree symbioses," *Nature*, vol. in press, 2019.
- [4] M. J. P. Sullivan et al., "Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests," *Science*, vol. in press, no. 800, pp. 869–874, 2020.
- [5] A. Zizka, H. ter Steege, M. do C. R. Pessoa, and A. Antonelli, "Finding needles in the haystack: where to look for rare species in the American tropics," *Ecography (Cop.)*, vol. 41, no. 2, pp. 321–330, 2018.
- [6] Ter Steege et al., "Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora," *Science*, vol. 342, pp. 325–329, 2013.
- [7] S. Fauset et al., "Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling," *Nat. Commun.*, vol. 1, no. April 2015.
- [8] C. Hoorn et al., "Amazonia Through Time : Andean," *Science*, vol. 330, p. 927, 2010.
- [9] M. Kessler, J. Grytnes, S. Halloy, and J. Kluge, "Gradients of Plant Diversity: Local Patterns and Processes," in *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*, no. January 2011, H. (eds.). Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, Ed. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 2011, pp. 204–219.

- [10] J. Torres Guevara, *Ecología y Conservación de la Agrobiodiversidad*. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú, 2001.

Los Andes de Antioquia y algunas de sus aves

- [1] N. A. Hazzi, J. S. Moreno, C. Ortiz-Movliav, and R. D. Palacio, "Biogeographic regions and events of isolation and diversification of the endemic biota of the tropical Andes," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 115, no. 31, pp. 7985–7990, Jul. 2018.
- [2] C. H. Graham, N. Silva, and J. Velásquez-Tibatá, "Evaluating the potential causes of range limits of birds of the Colombian Andes," *J. Biogeogr.*, vol. 37, no. 10, pp. 1863–1875, Aug. 2010.
- [3] S. Chaparro-Herrera, P. Montoya, H. F. Rivera, and J. L. Parra, "Primeros registros del colibrí aliazul (*Pterophanes cyanopterus* (Fraser, 1839) (Apodiformes, Trochilidae) en el departamento de Antioquia, Colombia," *Biota Colomb.*, vol. 18, no. 2, Mar. 2018.
- [4] A. M. Roza, F. Valencia, A. Acosta, and J. L. Parra, "Birds of Antioquia: Georeferenced database of specimens from the colección de ciencias naturales del museo universitario de la universidad de antioquia (MUA)," *Zookeys*, vol. 410, no. 410, pp. 95–103, May 2014.
- [5] A. M. Gutiérrez-Zuluaga, C. González-Quevedo, J. A. Oswald, R. S. Terrill, J. L. Pérez-Emán, and J. L. Parra, "Genetic data and niche differences suggest that disjunct populations of *Diglossa brunneiventris* are not sister lineages," *Ornithology*, vol. 138, no. 3, pp. 15–24, Jul. 2021.
- [6] R. Correa Peña, S. Chaparro-Herrera, A. Lopera-Salazar, and J. L. Parra, "Rediscovery of the Antioquia Brush Finch *Atlapetes blancae*. Redescubrimiento del Gorrión-Montés *Paisa Atlapetes blancae*," *Cotinga*, vol. 41, pp. 101–108, Jun. 2019.
- [7] S. Chaparro-Herrera, M. A. Echeverry-Galvis, S. Córdoba-Córdoba, and A. Sua-Becerra, "Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia," 2013. [Online]. Disponible en: https://ipt.biodiversidad.co/iavh/resource?r=biota_v14_n2_09#citation.

BIBLIOGRAFÍA

Epífitas vasculares en Antioquia

- [1] G. Zotz, *Plants on plants-the biology of vascular epiphytes*. Switzerland: Springer International Publishing, 2016.
- [2] D. L. Kelly, E. V. J. Tanner, E. M. N. Lughadha, and V. Kapos, "Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes," *J. Biogeogr.*, pp. 421–440, 1994.
- [3] S. G. Gotsch, N. Nadkarni, and A. Amici, "The functional roles of epiphytes and arboreal soils in tropical montane cloud forests," *J. Trop. Ecol.*, vol. 32, no. 5, pp. 455–468, 2016.
- [4] C. M. Agudelo, A. M. Benavides, T. Taylor, K. J. Feeley, and A. Duque, "Functional composition of epiphyte communities in the Colombian Andes," *Ecology*, vol. 100, no. 12, p. e02858, 2019.
- [5] D. Zuleta, A. M. Benavides, V. López-Ríos, and A. Duque, "Local and regional determinants of vascular epiphyte mortality in the Andean mountains of Colombia," *J. Ecol.*, no. 104, pp. 841–849, 2016.
- [6] J. L. Reid, J. M. Chaves-Fallas, K. D. Holl, and R. A. Zahawi, "Tropical forest restoration enriches vascular epiphyte recovery," *Appl. Veg. Sci.*, vol. 19, no. 3, pp. 508–517, 2016.
- [7] Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, "Más bosques para Medellín," Medellín, 2011.

Palmas nativas y protección de áreas en Colombia

- [1] G. Galeano, R. Bernal y Y. Figueroa, "Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia", Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2015.
- [2] IDEAM. SBQ_SMBYC_BQNQB_V7_2016. Disponible en: (<http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/cf541dfd-55c9-4646-b7ed-55c516a3263f>). Enero 2020.
- [3] D. N. Karger, O. Conrad, J. Böhner, T. Kawohl, H. Kreft, R. W. Soria-Auza, M. Kessler, "Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas" *Scientific Data*, 4, 170122, 2017. doi: 10.1038/sdata.2017.122..

- [4] Instituto Alexander von Humboldt (2017-2018). Glosario. [en línea], disponible en: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/glosario>

Síntesis de conocimiento de los manglares de Urabá

- [1] M. Spalding and M. Leal, Eds., *The state of the world's mangroves 2021*. 2021.
- [2] F. Dahdouh-Guebas et al., "Public Perceptions of Mangrove Forests Matter for Their Conservation," *Front. Mar. Sci.*, vol. 7, p. 901, Nov. 2020.
- [3] M. P. Turschwell et al., "Multi-scale estimation of the effects of pressures and drivers on mangrove forest loss globally," *Biol. Conserv.*, vol. 247, p. 108637, Jul. 2020.
- [4] R. R. Torres Parra, J. C. Gómez López, and F. Afanador Franco, "Variación del nivel medio del mar en el Caribe colombiano," *Boletín Científico CIOH*, no. 24, pp. 64–72, 2006.
- [5] L. E. Urrego, A. Correa-Metrio, C. González, A. R. Castaño, and Y. Yokoyama, "Contrasting responses of two Caribbean mangroves to sea-level rise in the Guajira Peninsula (Colombian Caribbean)," *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, vol. 370, pp. 92–102, Jan. 2013.
- [6] E. L. Gilman, J. Ellison, N. C. Duke, and C. Field, "Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review," *Aquat. Bot.*, vol. 89, no. 2, pp. 237–250, Aug. 2008.
- [7] L. F. D. Faraco, J. M. Andriquetto-Filho, and P. C. Lana, "A methodology for assessing the vulnerability of mangroves and fisherfolk to climate change," *Panam. J. Aquat. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 33–51, 2010.
- [8] L. E. Urrego, E. C. Molina, and J. A. Suárez, "Environmental and anthropogenic influences on the distribution, structure, and floristic composition of mangrove forests of the Gulf of Urabá (Colombian Caribbean)," *Aquat. Bot.*, vol. 114, pp. 42–49, Feb. 2014.
- [9] J. D. Mira Martínez, S. Betancur Valencia, and L. E. Urrego Giraldo, "Relación entre la infección por agallas, las variables estructurales y la anatomía de la madera de *Rhizophora mangle* L., en el golfo de Urabá (Colombia)," *Actual. Biológicas*, vol. 39, no. 106, pp. 41–52, Jan. 2017.
- [10] J. F. Blanco-Libreros et al., "Deforestación y sedimentación en los manglares del Golfo de Urabá," *Gestión y Ambient.*, vol. 16, no. 2, pp. 19–36, 2013.
- [11] J. Blanco-Libreros and E. Estrada-Urrea, "Mangroves on the Edge: Anthrome-Dependent Fragmentation Influences Ecological Condition (Turbo, Colombia, Southern Caribbean)," *Diversity*, vol. 7, no. 3, pp. 206–228, Jun. 2015.
- [12] J. F. Blanco-Libreros, "Cambios globales en los manglares del golfo de Urabá (Colombia): entre la cambiante línea costera y la frontera agropecuaria en expansión," *Actual. Biológicas*, vol. 38, no. 104, Jan. 2016.
- [13] H. Sánchez-Páez et al., "Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia," Bogotá D.C. 1997.
- [14] E. Ortiz, D. Caicedo, and J. Roldán, "Caracterización y zonificación de los manglares del Golfo de Urabá, Departamento de Antioquia," Medellín, 2003.
- [15] J. F. Blanco, E. A. Estrada, L. F. Ortiz, and L. E. Urrego, "Ecosystem-Wide Impacts of Deforestation in Mangroves: The Urabá Gulf (Colombian Caribbean) Case Study," *ISRN Ecol.*, vol. 2012, pp. 1–14, Jul. 2012.
- [16] Y. Vega, "Análisis multitemporal de la cobertura de manglar en la zona costera de los municipios Puerto Escondido, Moñitos, Turbo y Unguía desde el año 2001 hasta el 2019," Universidad de Córdoba, 2020.
- [17] A. L. Gómez Ramírez, "Contabilidad ambiental en un ecosistema de manglar. Caso delta del río Atrato, Urabá antioqueño," Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2011.
- [18] J. F. Blanco and M. C. Castaño, "Efecto de la conversión del manglar a potrero sobre la densidad y tallas de dos gasterópodos en el delta del río Turbo (golfo de Urabá, Caribe colombiano)," *Rev. Biol. Trop.*, vol. 60, no. 4, Oct. 2012.
- [19] V. Fernandez-Rodríguez, M. H. Londoño-Mesa, and J. J. Ramírez-Restrepo, "Polychaetes from red mangrove (*Rhizophora mangle*) and their relationship with the water conditions in the Gulf of Urabá, Colombian Caribbean," *Acta Biológica Colomb.*, vol. 21, no. 3, p. 611, Aug. 2016.

BIBLIOGRAFÍA

- [20] E. Gómez and G. Bernal, "Influence of the environmental characteristics of mangrove forests on recent benthic foraminifera in the Gulf of Urabá, Colombian Caribbean," *Ciencias Mar.*, vol. 39, no. 1, pp. 69–82, Jan. 2013.
- [21] C. Bran-Castrillón, C. Gaviria-Zapata, and J. L. Parra, "Avifauna de los hábitats de la desembocadura del Río Atrato (Turbo, Antioquia)," *Ornitol. Colomb.*, pp. 94–111, 2014.
- [22] L. A. Sandoval Londoño, J. Leal-Flórez, and J. F. Blanco-Libreros, "Linking mangroves and fish catch: a correlational study in the southern Caribbean Sea (Colombia)," *Bull. Mar. Sci.*, vol. 96, no. 3, pp. 415–430, Jul. 2020.

El bosque urbano en el Valle de Aburrá: servicios ecosistémicos y fenología

- [1] M. Arroyave-Maya, M. Posada-Posada, D. Nowak y R. Hoehn. Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia Forestal*, vol. 22, no. 1, pp. 5-16, 2019

El nuevo reporte de IPCC: ¿Qué avances presenta para Colombia?

- [1] IPCC, "Summary for Policymakers," in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, Eds. Cambridge University Press, 2021.

La bioeconomía de los bosques: una oportunidad para Colombia y Antioquia

- [1] M. Alviar, A. García-Suaza, L. Ramírez-Gómez, and S. Villegas-Velásquez, "Measuring the contribution of the bioeconomy: The case of Colombia and Antioquia," *Sustain.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–26, Feb. 2021, doi: 10.3390/su13042353.

- [2] B. Wolfslehner, S. Linser, H. Püzl, A. Bastrup-Birk, A. Camia, and M. Marchetti, *Forest bioeconomy - a new scope for sustainability indicators*. European Forest Institute., 2016.
- [3] DNP, "Colombia: Potencial de Reforestación Comercial". 2015
- [4] G. Weiss, M. R. Emery, G. Corradini, and I. Živojinović, "New values of non-wood forest products," *Forests*, vol. 11, no. 2, pp. 1–19, 2020.

Convención

- 📌 "Esta síntesis se basa en" Artículos base para las síntesis compiladas en esta publicación



BOSQUES DE ANTIOQUIA: DESCUBRIMIENTOS RECIENTES CONTADOS POR INVESTIGADORES LOCALES

Autores

Ana María Benavides Duque, Andrés Camilo Gómez-Hoyos, Andrés García-Suaza, Camila Martínez, Dubán Canal Gallego, Eliana Contreras Martínez, Estela María Quintero Vallejo, Héctor Arled Ortega Arroyave, Jaime Polanía Vorenberg, Juan Luis Parra Vergara, Katerine Osorio-Arboleda, María Elena Gutiérrez Lagoueyte, María José Sanín, María del Pilar Arroyave Maya, Martha Isabel Posada-Posada, Mauricio Alviar Ramírez, Mónica Carvalho, Paola Andrea Arias Gómez, Sebastián González-Caro, Zorayda Restrepo-Corrae