

# ATLAS DE LA BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA.

## ZAMIAS

MEJORES MODELOS CON  
EL APOYO DE EXPERTOS

Atlas de la Biodiversidad de Colombia. Zamias / editado por Cristina López-Gallego, María Helena Olaya-Rodríguez, Jorge Velásquez-Tibatá y Elkin Noguera-Urbano; -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2019.

31 p.: il., col.; 1133 x 765 px  
Incluye bibliografía, tablas, fotografías a color, mapas  
ISBN digital: 978-958-5418-58-5

1. Modelos de distribución 2. Especies Zamias 3. Mapas 4. BioModelos  
I. López-Gallego, Cristina (Ed), II. Olaya-Rodríguez, María Helena (Ed),  
III. Velásquez-Tibatá, Jorge (Ed), IV. Noguera-Urbano, Elkin (Ed),  
V. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

CDD: 585,9 Ed. 23  
Número de contribución: 581  
Registro en el catálogo Humboldt: 15020

CEP – Biblioteca Francisco Matís,  
Instituto Alexander von Humboldt -- Diana Bejarano



#### EDICIÓN

Cristina López-Gallego, María Helena Olaya-Rodríguez,  
Jorge Velásquez-Tibatá y Elkin Noguera-Urbano

#### REVISIÓN CIENTÍFICA

Michael Calonje y Juan J. Morrone

#### EQUIPO BIOMODELOS

Elkin Noguera-Urbano, María Helena Olaya-Rodríguez, Daniel López,  
César Gutiérrez, María Cecilia Londoño, José Manuel Ochoa,  
Jorge Velásquez-Tibatá, Lina Estupiñan e Iván González

#### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

César Gutiérrez

#### CORRECCIÓN DE ESTILO

Ana María Rueda

#### ISBN OBRA DIGITAL

978-958-5418-58-5

#### CITACIÓN SUGERIDA

López-Gallego, C., Cardenas, D., Velásquez-Tibatá, J., *et al.* (2019). *Atlas de la biodiversidad de Colombia. Zamias*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 31pp.

#### Palabras clave

Modelos de distribución, Especies zamias, Mapas, BioModelos.

Primera edición.

Publicación editada por la Editorial Alexander von Humboldt.

2019

## ***Autores***

### **EXPERTOS GRUPO ZAMIAS**

CRISTINA LÓPEZ GALLEGO  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia.

DAIRON CÁRDENAS  
Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi  
Bogotá, Colombia.

JORGE VELÁSQUEZ TIBATÁ  
The Nature Conservancy  
Bogotá, Colombia.

ALICIA ROJAS  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia.

ÁLVARO COGOLLO  
Jardín Botánico de Medellín  
Medellín, Colombia.

ÁLVARO IDÁRRAGA  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia.

ARTURO ARISTIZÁBAL  
Universidad CES  
Medellín, Colombia.

BORIS VILLANUEVA  
Universidad del Tolima  
Ibagué, Colombia.

DINO TUBERQUIA  
Universidad CES  
Medellín, Colombia.

HÉCTOR EDUARDO ESQUIVEL  
Universidad del Tolima  
Ibagué, Colombia.

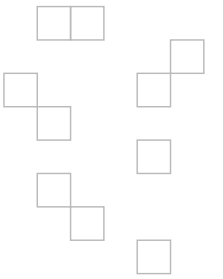
JONATAN CASTRO  
Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia.

JORGE PEÑA  
Jardín Botánico del Macizo Colombiano  
Neiva, Colombia

NORBERTO LÓPEZ  
Jardín Botánico de Medellín  
Medellín, Colombia.

MARÍA HELENA OLAYA RODRÍGUEZ  
Instituto Alexander von Humboldt  
Bogotá, Colombia.

ELKIN NOGUERA URBANO  
Instituto Alexander von Humboldt  
Bogotá, Colombia.



# Contenido

Autores	02
Contenido	03
Prólogo Hernando García	04
Introducción Cristina López-Gallego	05
Guía de lectura	06
Especies	
<i>Zamia amazonum</i>	07
<i>Zamia amplifolia</i>	08
<i>Zamia chigua</i>	09
<i>Zamia disodon</i>	10
<i>Zamia encephalartoides</i>	11
<i>Zamia huilensis</i>	12
<i>Zamia hymenophyllidia</i>	13
<i>Zamia incognita</i>	14
<i>Zamia manicata</i>	15
<i>Zamia melanorrhachis</i>	16
<i>Zamia montana</i>	17
<i>Zamia muricata</i>	18
<i>Zamia obliqua</i>	19
<i>Zamia oligodonta</i>	20
<i>Zamia pyrophylla</i>	21
<i>Zamia restrepoi</i>	22
<i>Zamia roezlii</i>	23
<i>Zamia tolimensis</i>	24
<i>Zamia ulei</i>	25
<i>Zamia wallisii</i>	26
Riqueza y conservación Noguera-Urbano E. y Velásquez-Tibatá J.	27
Metodología Velásquez-Tibatá J., Olaya-Rodríguez M. H., y López-Gallego, C.	28
Referencias	30

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los herbarios y expertos que han realizado colecciones de zamia en el país, sus contribuciones han sido invaluable para ampliar el conocimiento de la distribución de las especies:

### Herbario Nacional Colombiano (COL)

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

### Herbario Universidad de Antioquia (HUA)

Universidad de Antioquia, Medellín.

### Herbario "Joaquín Antonio Uribe" de Medellín (JAUM)

Jardín Botánico de Medellín, Medellín.

### Herbario Amazónico Colombiano (COAH)

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Bogotá.

### Herbario Federico Medem Bogotá (FMB)

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá

### Herbario "Luis Sigüifredo Espinal-Tascón", Universidad del Valle (CUVC)

Universidad del Valle, Cali.

### Herbario Chocó (CHOCO)

Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó.

### Herbario TOLI, Universidad del Tolima (TOLI)

Universidad del Tolima, Ibagué.

### Herbario Universidad del Córdoba (HUC)

Universidad de Córdoba, Montería.

### Herbario Gabriel Gutiérrez Villegas (MEDEL)

Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

### Herbario CDMB (CDMB)

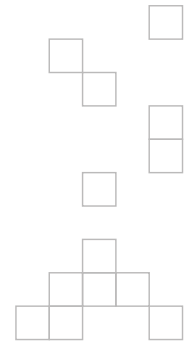
Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, Floridablanca.

### Herbario Universidad de la Amazonia (HUAZ)

Universidad de la Amazonia, Florencia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fondo Adaptación





## Prólogo

HERNANDO GARCÍA

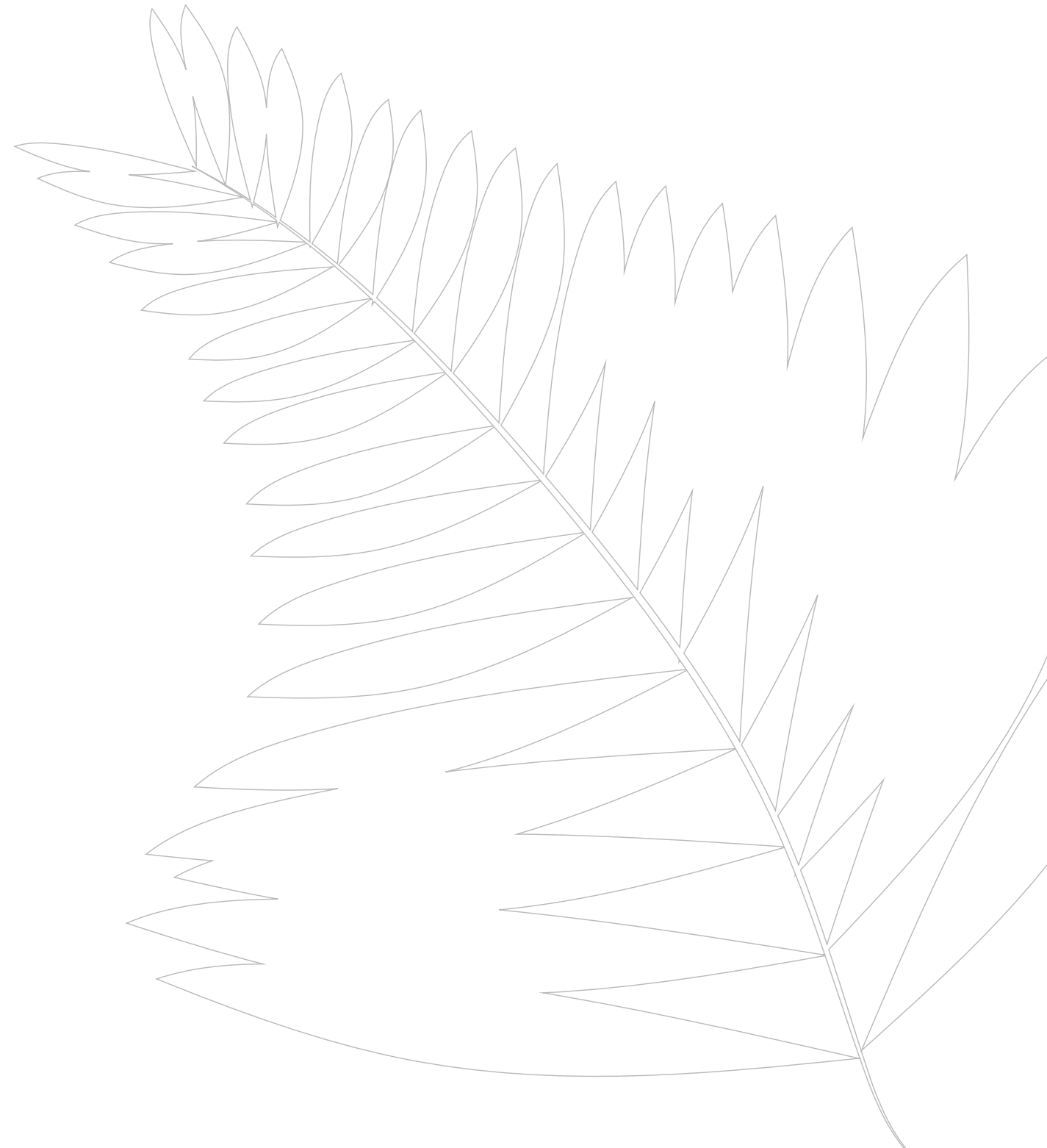
Subdirector de Investigaciones Instituto Humboldt

El Atlas de la Biodiversidad de Colombia surge como una iniciativa de integración y síntesis de conocimiento experto de grupos de organismos emblemáticos de la biodiversidad y con gran interés para la conservación del país. El reto de integrar datos, articular a los expertos, validar el conocimiento y asociarlo a otra información disponible ha permitido generar mensajes directos basados en ciencia, de gran utilidad y pertinencia para la toma de decisiones.

En particular, basado en información de ocurrencias geográficas de especies, y soportado por BioModelos, se realiza un ejercicio integral de ciencia participativa con la articulación de la comunidad de expertos del país, generando un reporte sobre el estado de conocimiento de las especies de interés y su estado actual de conservación. Esta información se convierte en un instrumento clave para entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las corporaciones autónomas regionales para tomar decisiones informadas que promuevan la conservación de estas especies en el país.

Este primer número del Atlas aborda un grupo de plantas emblemático, que representan la singularidad ecológica de nuestra biodiversidad: las zamias. Estas plantas ya han sido identificadas a nivel global y a nivel nacional, por la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas, como un grupo prioritario para orientar acciones inmediatas que promuevan la conservación de sus hábitats y poblaciones en áreas protegidas (tanto públicas como privadas), su recuperación en áreas degradadas y su uso sostenible por parte de comunidades que basan parte de sus sustento en su aprovechamiento.

De este modo, el Instituto Humboldt inicia esta nueva serie de documentos que buscan hacer disponible información científica para un amplio público, con énfasis en tomadores de decisiones. Esta información nos permitirá, de manera sintética, acceder al mejor conocimiento sobre especies con alto valor para la conservación, y apoyará otros procesos de país como la evaluación de riesgo de extinción de especies, la identificación de áreas de alto valor para la conservación de especies en Colombia, la planeación ambiental de los planes de ordenamiento territorial y el fortalecimiento de los planes de compensación por pérdida de biodiversidad.



## Introducción

CRISTINA LÓPEZ-GALLEGO

Moderadora grupo Zamias · BioModelos



*Zamia pyrophylla*  
Cristina López Gallego

El género *Zamia* tiene 79 especies descritas hasta el momento, de las cuales 23 se encuentran reportadas para Colombia. Esto hace de Colombia el país con la mayor riqueza de especies de zamias del mundo. El género *Zamia* pertenece a la Familia Zamiaceae, que junto con la Familia Cycadaceae conforman el orden Cycadales de las gimnospermas, comúnmente conocidas como cycadas. El linaje de las cycadas es el grupo de plantas con semilla más primitivo que persiste en la actualidad, con un registro fósil de más de 250 millones de años. Su mayor diversidad ocurrió durante la era Mesozoica y se tiene evidencia de que eran parte de la dieta de algunos dinosaurios. Muchas de las especies actuales de cycadas son similares a especies del Mesozoico, por lo cual estas plantas se consideran como “fósiles vivientes”.

Las especies de *Zamia* son exclusivas del Neotrópico y se distribuyen desde el sur de Norteamérica hasta la Amazonia, incluyendo las islas del Caribe, y el ecosistema de Cerrado en Suramérica. La filogenia del género sugiere que las especies más ancestrales se encuentran en islas del Caribe como Cuba, República Dominicana, Haití, Puerto Rico, Jamaica, entre otras, y en el sureste de Estados Unidos y México. Las especies más recientes serían las especies de los bosques húmedos y secos tropicales de Suramérica. En Colombia se han registrado especies de *Zamia* en el norte del Caribe (una especie compartida con Venezuela) y en el piedemonte y algunas zonas de la Orinoquía (por lo menos una especie en descripción), pero la mayor parte de la diversidad del género está en las regiones Andina, Pacífica y Amazónica. En la Amazonia Colombiana hay registradas cinco especies, una endémica de Colombia y cuatro compartidas con otros países. En la región del Pacífico se han registrado ocho especies: cinco endémicas, dos compartidas con Centroamérica y una especie compartida con Ecuador. En la región Andina, incluyendo los Valles interandinos y el piedemonte hacia el Caribe, se han descrito diez especies, todas endémicas de Colombia.

Desafortunadamente, la mayoría de especies de zamia se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción, según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN. En Colombia, todas las especies endémicas de la región Andina se encuentran en las categorías de “en peligro” o “en peligro crítico”, pues tienen pocas poblaciones viables en paisajes con alta destrucción y degradación de su hábitat. En las regiones del Pacífico y Amazonas, la mayoría de las especies son solo vulnerables pero en algunos sectores también hay serias amenazas a sus hábitats. Dado este alarmante panorama, y teniendo en cuenta que las cycadas son un grupo carismático para conservación de la biodiversidad a nivel internacional, las zamias han sido elegidas como uno de los grupos estratégicos para planificar e implementar acciones de conservación dentro del marco de la “Estrategia nacional de conservación de plantas” de Colombia.

Los esfuerzos de generación de conocimiento son fundamentales para informar las acciones de conservación para las especies. Por esto, en el país se vienen llevando a cabo diversos proyectos de investigación y monitoreo sobre la ecología de las zamias, en aspectos de su dinámica poblacional, interacciones con otras especies, rasgos funcionales, entre otros. En particular, la generación de modelos de la distribución actual y potencial de las especies nos han permitido informar decisiones sobre sitios para exploraciones en búsqueda de nuevas poblaciones, sitios adecuados para la protección de poblaciones clave, sitios para posibles esfuerzos de reintroducción en programas de restauración, y en general para determinar las regiones del país con mayor riqueza de estas especies y la mejor extensión de su hábitat. Usando información disponible en los herbarios del país, y con la generosa contribución de expertos botánicos, la construcción de modelos de distribución de las especies se ha convertido en una herramienta muy útil para seguir haciendo investigación sobre su biología y para informar los programas de conservación de la biodiversidad.



# Guía de lectura

Categoría de riesgo de extinción  
Información del plan de acción para la conservación de zamias de Colombia (López-Gallego 2015)

Nombre científico

Nombre común

Distribución remanente  
Hábitat de la especie considerando las coberturas de la tierra en las cuales se ha registrado. Resulta de la intersección entre el modelo de distribución potencial y las coberturas seleccionadas por los expertos

Foto de la especie

Autores

Expertos que participaron en la revisión, edición y validación de las distribuciones, potencial y remanente de la especie

BioModelos

Vínculo de la especie en BioModelos, para consultar y descargar los mapas (usuarios registrados)

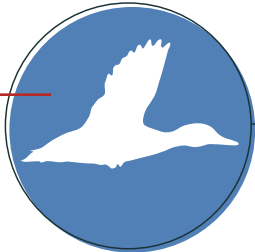
Catálogo de la Biodiversidad  
Enlace del SiB Colombia para más información de la especie

Unidades de compensación  
Los cinco biomas IAvH con mayor porcentaje dentro del rango de distribución de la especie. Estos biomas son utilizados para definir donde implementar acciones de compensación

Factor de compensación

Cada bioma IAvH tiene un FC de 4 a 10, definido por rareza, representatividad y remanencia de los ecosistemas naturales. Este valor se usa como multiplicador del área afectada para definir el número de hectáreas a compensar (Andi *et al.*, 2018)

Atlas de la Biodiversidad de Colombia · 2019  
GRUPO BIOMODELOS



CR · Categoría

**Lorem ipsum**   
NOMBRE COMÚN

**ESTADÍSTICAS**

RANGO DE DISTRIBUCIÓN

100 km <sup>2</sup> Potencial	70 km <sup>2</sup> Remanente
----------------------------------	---------------------------------

PMC sobre modelos  
172 km<sup>2</sup>      PMC sobre modelos  
172 km<sup>2</sup>

Extensión de ocurrencia  
82 km<sup>2</sup>

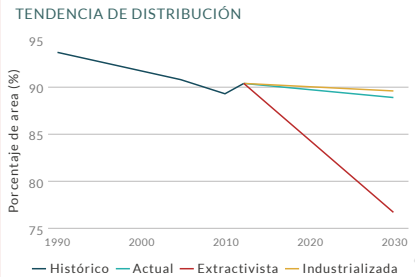
**COBERTURAS**

Lorem Ipsum
Lorem Ipsum
Lorem Ipsum

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

15 % Todas las áreas	5 % PNN	2 % RSC	8 % Otras figuras
-------------------------	------------	------------	----------------------

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Porcentaje de área (%)

— Histórico — Actual — Extractivista — Industrializada

Credito Fotográfico

16

Distribución potencial  
Mapa que representa las condiciones bioclimáticas y biogeográficas idóneas para que la especie ocurra considerando umbral de corte del modelo

Coberturas  
Categorías del mapa de coberturas de la Tierra CORINE Land Cover (Ideam 2010), seleccionadas por los expertos como proxy del hábitat de la especie

Representatividad áreas protegidas  
Porcentaje del rango de distribución de la especie en las áreas protegidas del país. PNN: Parque Nacionales Naturales RSC: Reservas de la Sociedad Civil Otras figuras: otro tipo de áreas protegidas como Áreas de Reserva Forestal, Áreas de Manejo Especial, etc.

Rango de distribución  
Superficie de la distribución potencial y remanente de la especie, medida en km<sup>2</sup>

Extensión de ocurrencia  
Superficie contenida dentro del polígono más pequeño que abarca todos los sitios de presencia de la especie. Inferida a partir de las localidades trazando un polígono mínimo convexo

PMC sobre rango de distribución  
Superficie contenida dentro del polígono más pequeño que abarca la distribución potencial o la distribución remanente. Inferido a partir del trazado de un polígono mínimo convexo sobre el rango de distribución

Tendencia de distribución  
Tendencias en la distribución remanente de la especie debido a los cambios de cobertura boscosa  
Eje y: porcentaje del rango de la distribución de la especie en las zonas de bosque del país.  
Eje x: años de monitoreo del Ideam de la cobertura de bosque a nivel nacional (1990-2012) y de los escenarios de cobertura forestal y regeneración para 2030 (Etter y Arévalo 2014)



**VU** · Vulnerable

# Zamia amazonum

QUIRIPA o YUCA DE MONTE

**AUTORES**

López-Gallego, C. y Cárdenas, D.

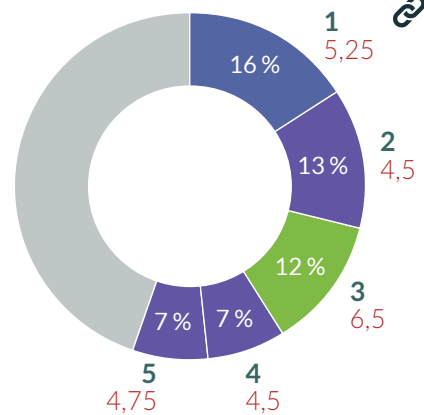
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Huitoto-Cahuinarí
2. Zonobioma Húmedo Tropical Apaporis
3. Zonobioma Húmedo Tropical Yarí-Chiribiquete
4. Zonobioma Húmedo Tropical Inírida-Papunaua
5. Zonobioma Húmedo Tropical Bajo Caquetá-Puré

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**340 943 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**334 217 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**655 447 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**653 156 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**129 298 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

Bosque denso

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

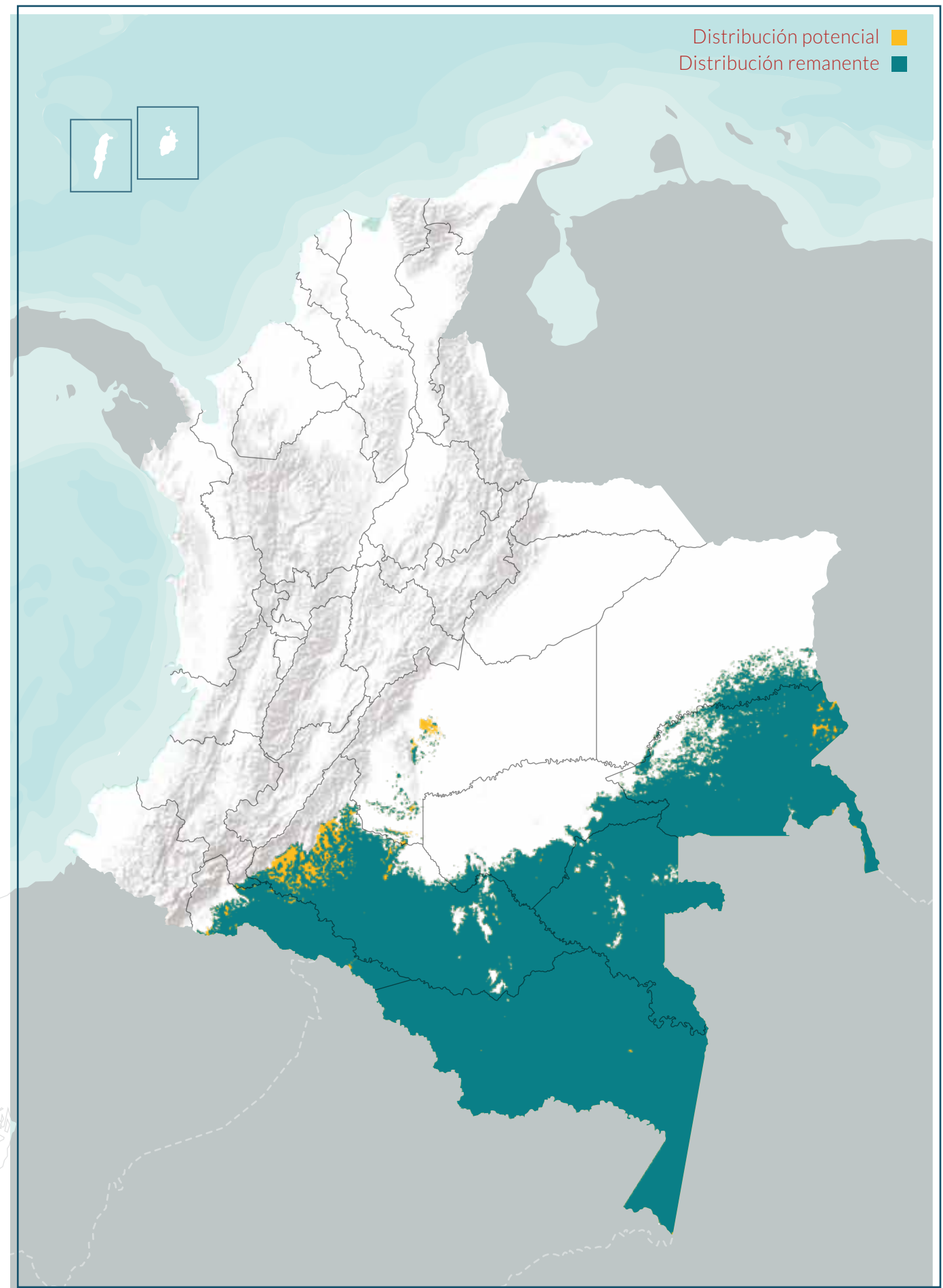
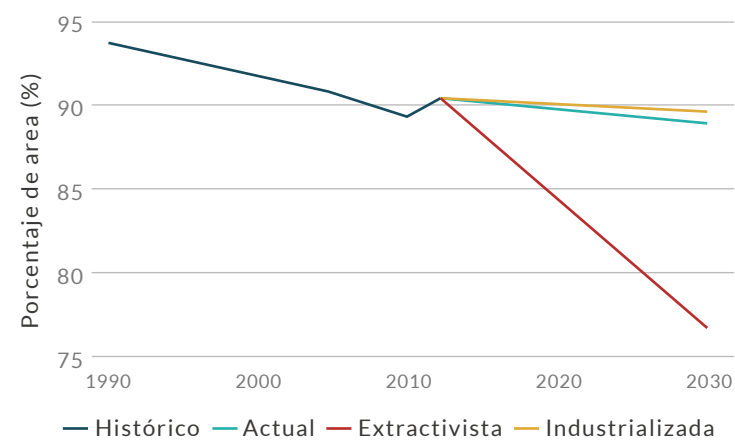
**21,7 %**  
Todas las áreas

**20,9 %**  
PNN

**0 %**  
RSC

**0,7 %**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**





**CR** · En peligro crítico

# Zamia amplifolia

**AUTORES**

López-Gallego, C. y Villanueva, B.

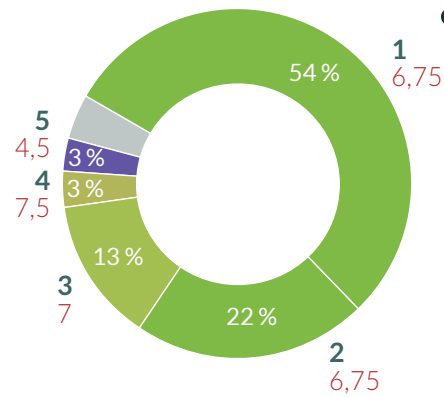
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Micay
2. Zonobioma Húmedo Tropical San Juan
3. Halobioma Micay
4. Helobioma Micay
5. Hidrobioma Micay

**ESTADÍSTICAS**

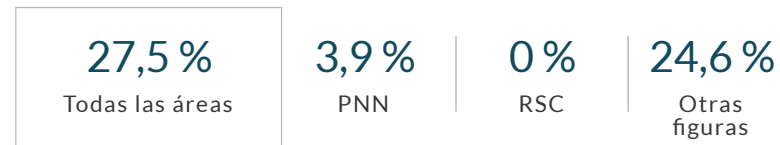
**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**



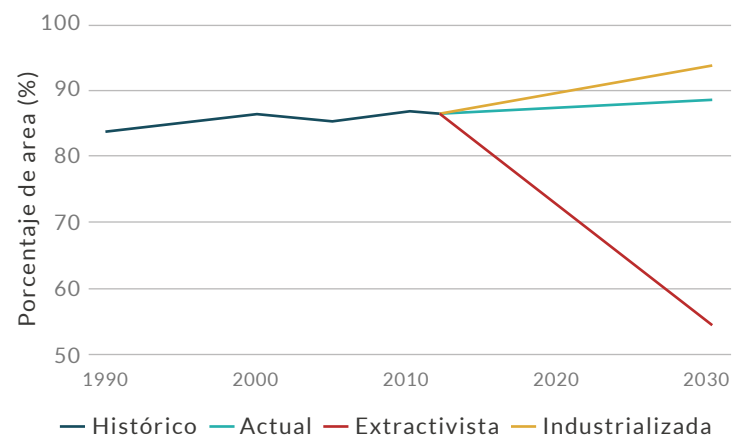
**COBERTURAS**

Bosque denso

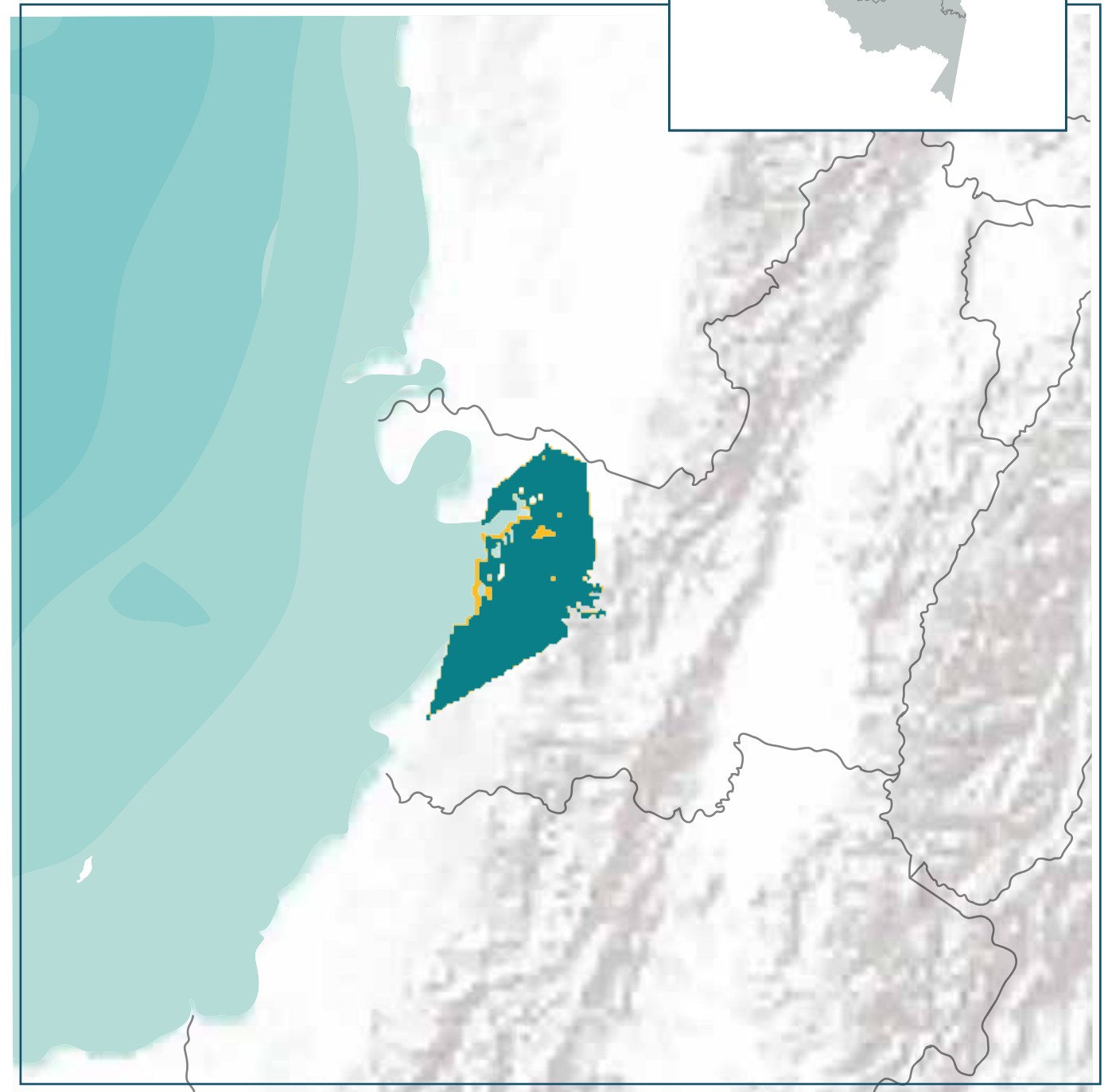
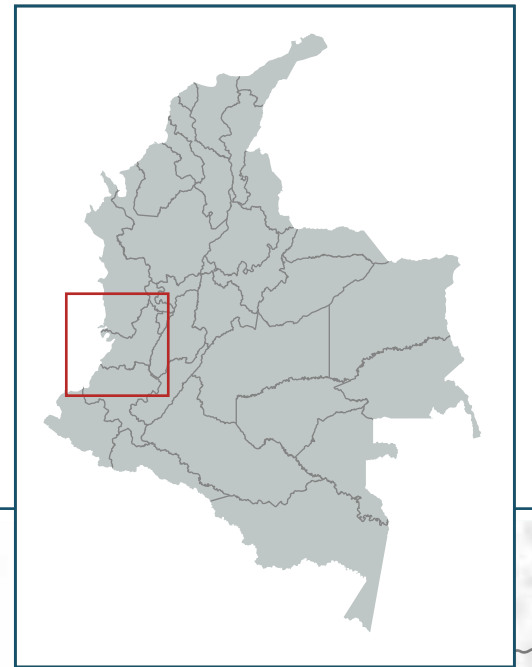
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**



**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**EN** · Amenazada

# Zamia chigua

CHIGUA o CHIGUA MACHO

**AUTORES**

López-Gallego, C. y Villanueva, B.

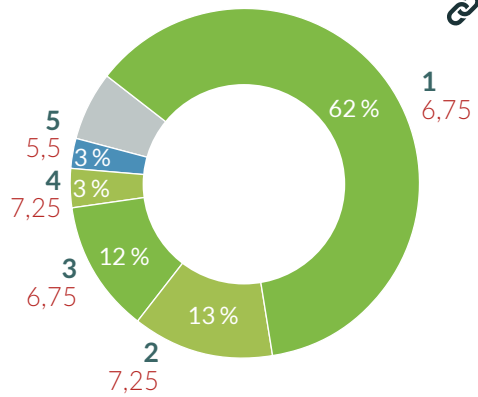
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical San Juan
2. Helobioma San Juan
3. Zonobioma Húmedo Tropical Micay
4. Halobioma San Juan
5. Hidrobioma San Juan

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**25 661 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**25 387 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**50 420 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**50 543 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**7 936 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

Bosque denso  
Bosque fragmentado

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

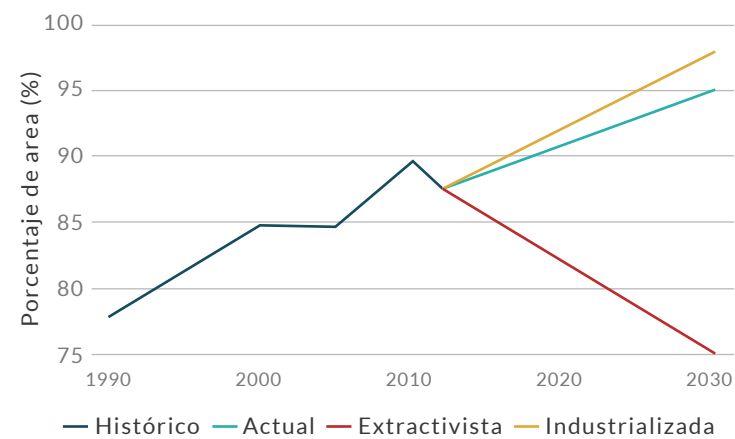
**3,7%**  
Todas las áreas

**0,1%**  
PNN

**0%**  
RSC

**3,6%**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**





**CR** · En peligro crítico

# Zamia disodon

**AUTORES**

López-Gallego, C. e Idarraga, A.

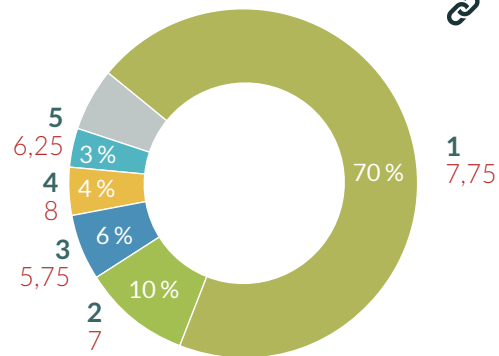
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



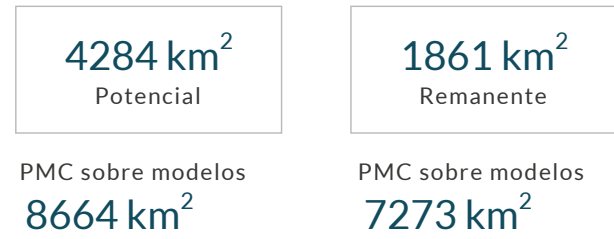
**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Sinú
2. Helobioma Sinú
3. Helobioma Darién-Tacarcuna
4. Zonobioma Alternohigrico Tropical Sinú
5. Halobioma Sinú

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

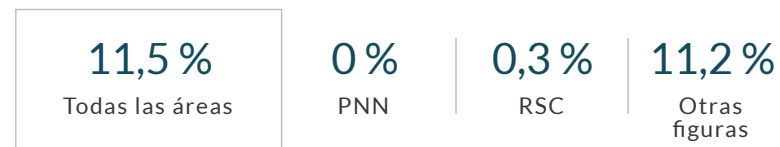


Extensión de ocurrencia  
**1557 km<sup>2</sup>**

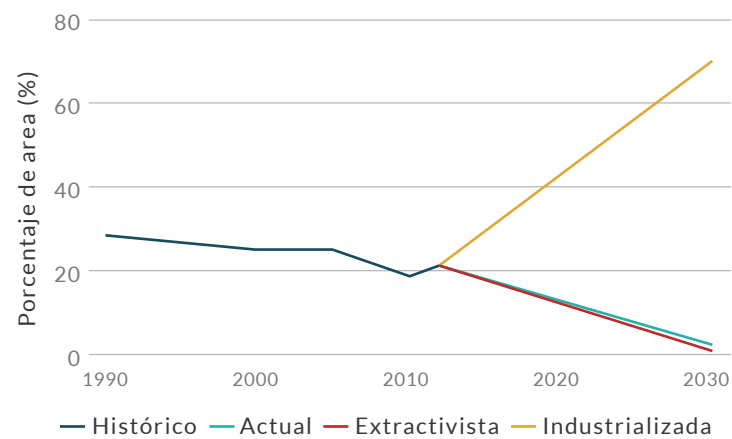
**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado

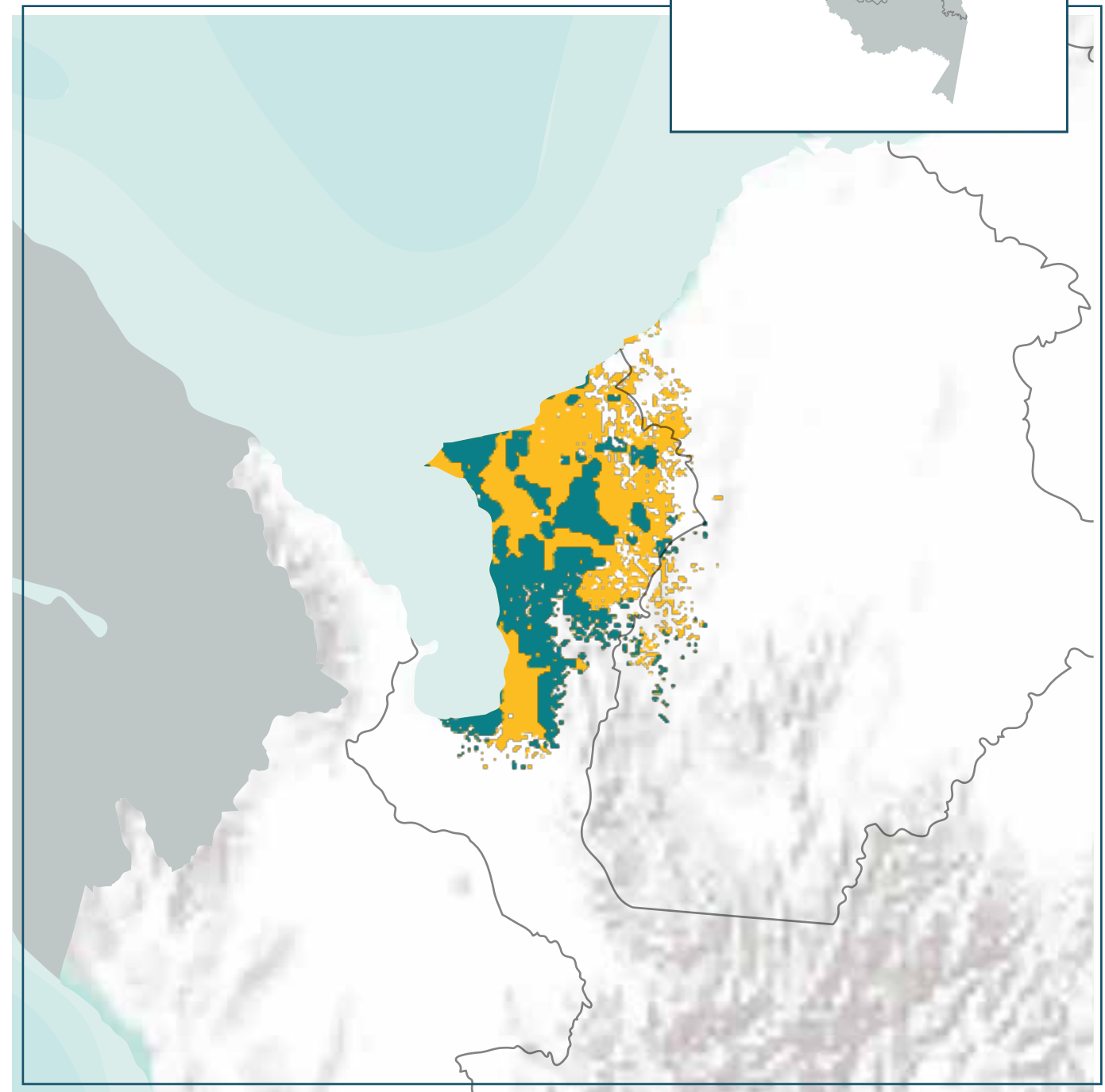
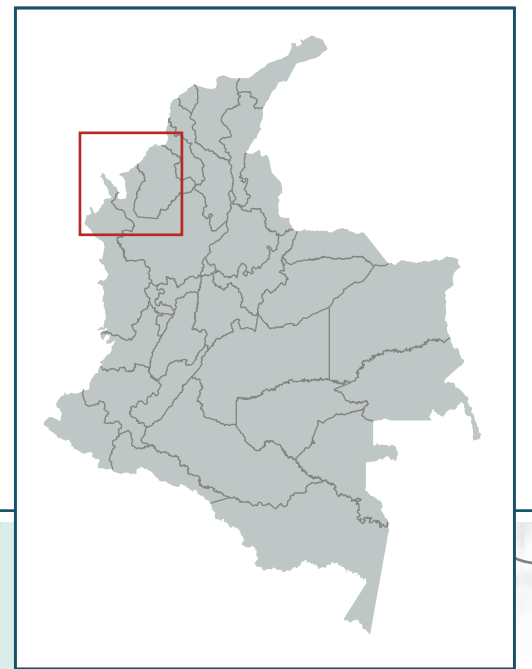
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**



**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**EN** · Amenazada

# Zamia encephalartoides

CACAO INDIO

**AUTORES**

López-Gallego, C. y Rojas, A.

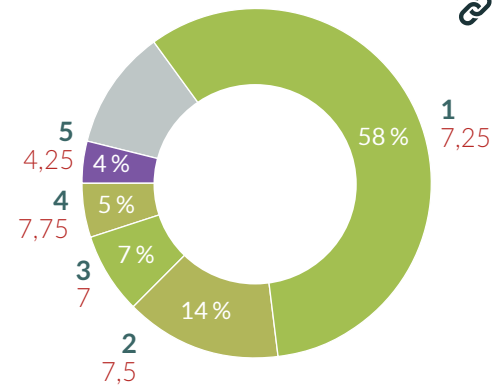
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Alternohigrico Tropical Cordillera Oriental Magdalena Medio
2. Orobioma Azonal Subandino Cordillera Oriental Magdalena Medio
3. Orobioma Azonal Subandino Altoandino Cordillera Oriental
4. Zonobioma Alternohigrico Tropical Altoandino Cordillera Oriental
5. Hidrobioma Cordillera Oriental Magdalena Medio

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**388 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**220 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos

**2468 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos

**852 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia

**111 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado
- Zonas arenosas naturales
- Afloramientos rocosos
- Tierras desnudas y degradadas

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

**19%**

Todas las áreas

**0%**

PNN

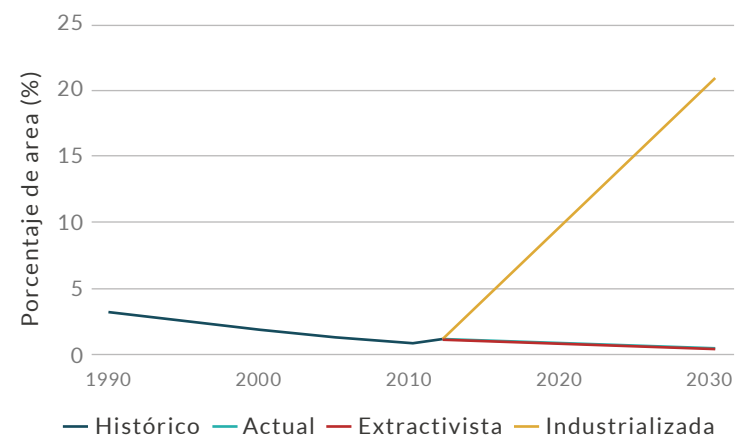
**0%**

RSC

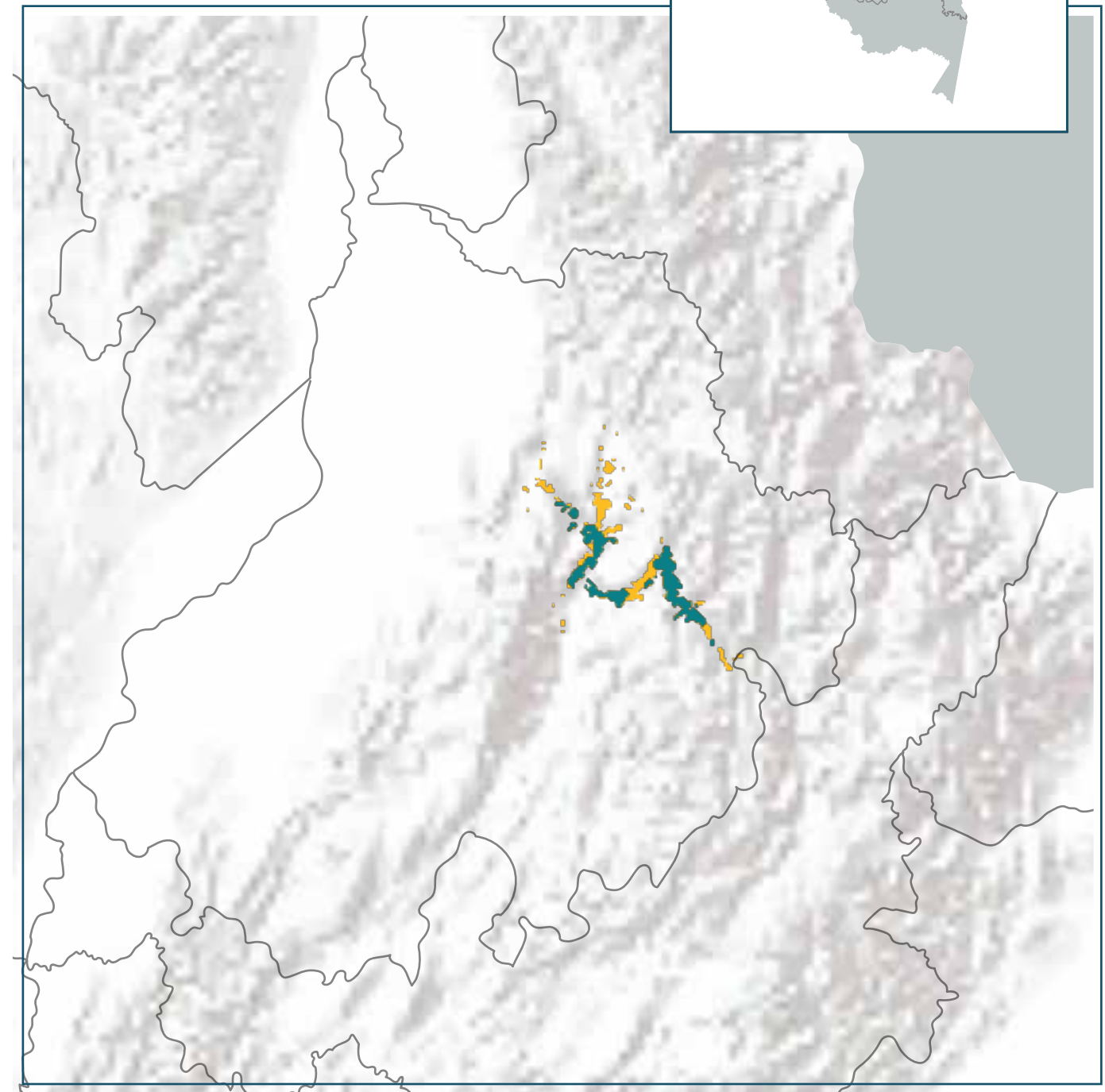
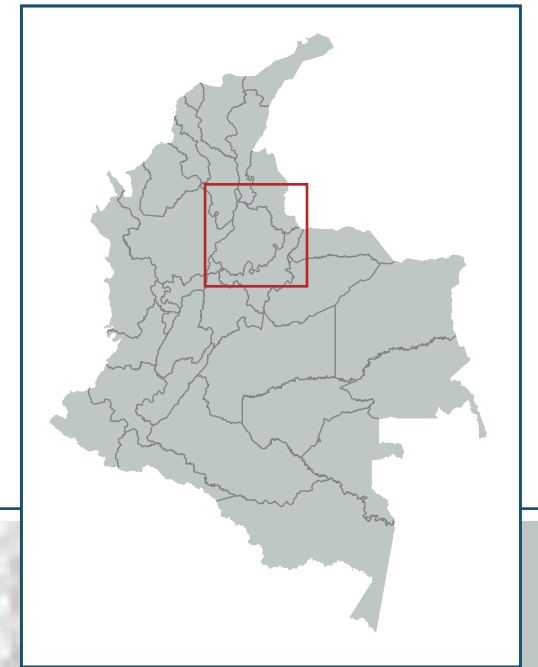
**19%**

Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**EN** · Amenazada

# Zamia huilensis

PALMA DE MONTE

**AUTORES**

López-Gallego, C., Esquivel, H., y Peña, J.

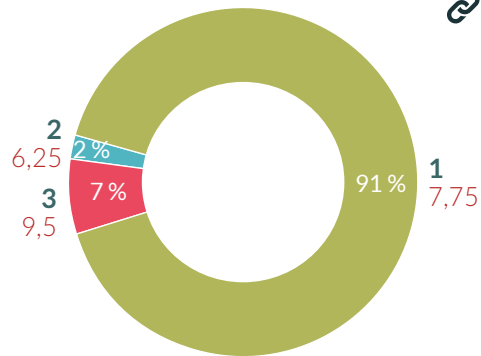
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



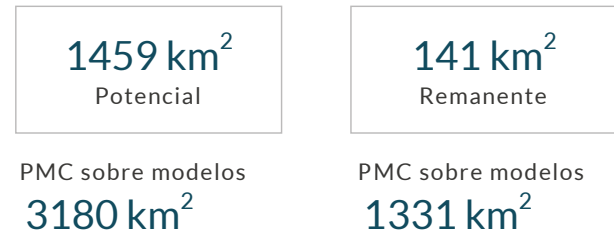
**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Orobioma Subandino Huila-Caquetá
2. Orobioma Azonal Subandino Huila-Caquetá
3. Orobioma Andino Huila-Caquetá

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

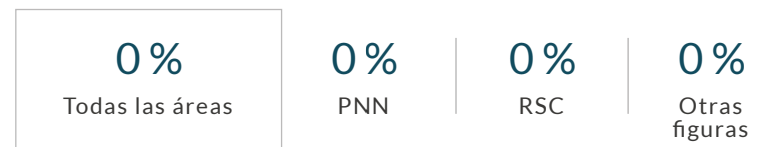


Extensión de ocurrencia  
**726 km<sup>2</sup>**

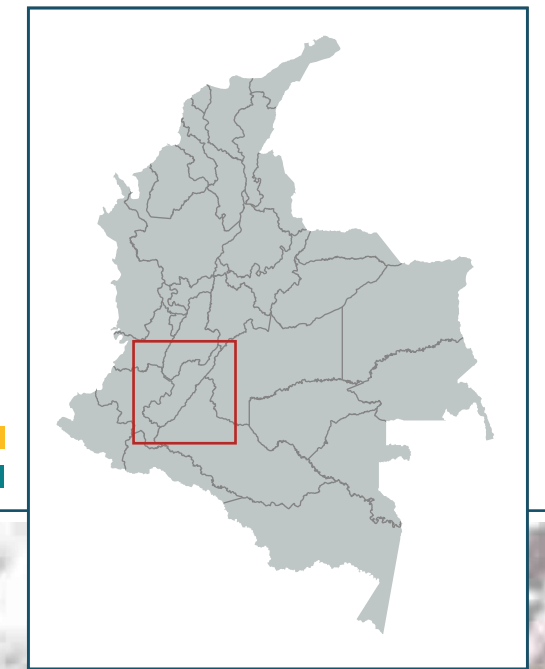
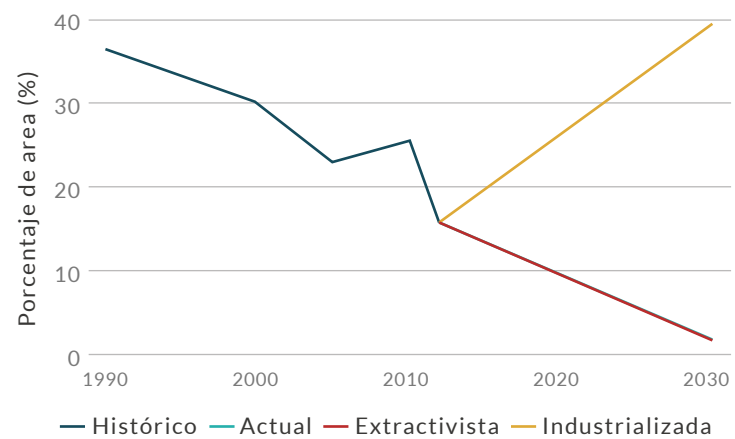
**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado

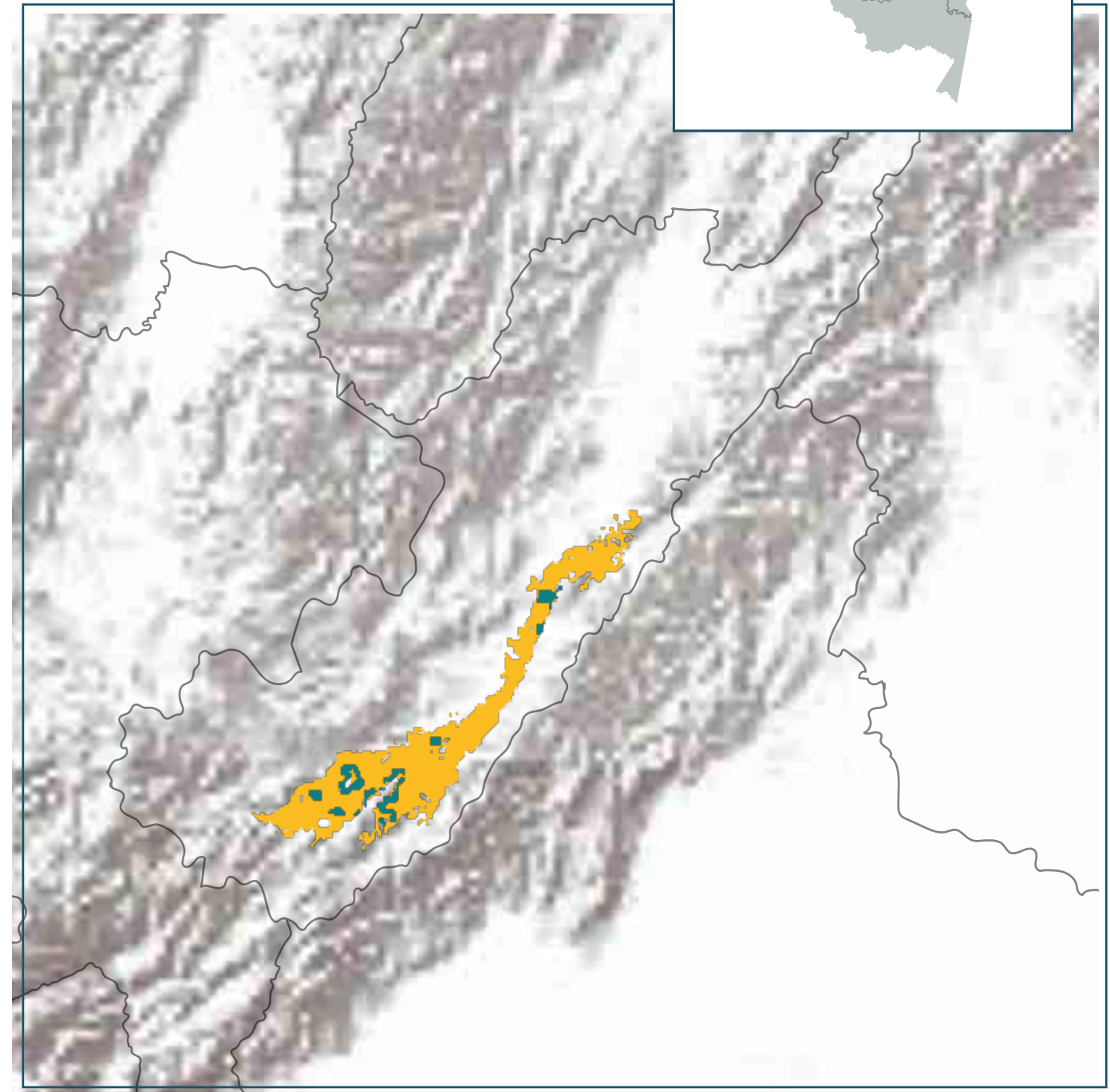
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**



**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**EN** · Amenazada

# Zamia hymenophyllidia

**AUTORES**

López-Gallego, C. y Cárdenas, D.

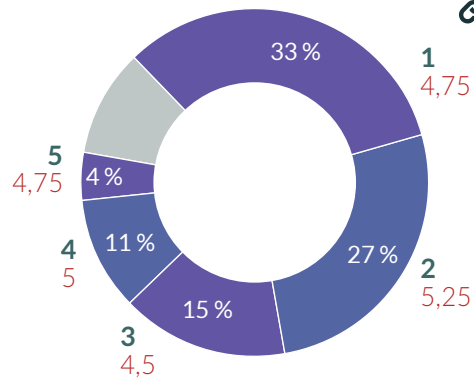
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Bajo Caquetá - Puré
2. Zonobioma Húmedo Tropical Huitoto-Cahuinarí
3. Zonobioma Húmedo Tropical Apaporis
4. Zonobioma Húmedo Tropical Ticuna-Amacayacu
5. Helobioma Bajo Caquetá-Puré

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**57 917 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**57 750 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**91 316 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**91 522 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**22 093 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

Bosque denso

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

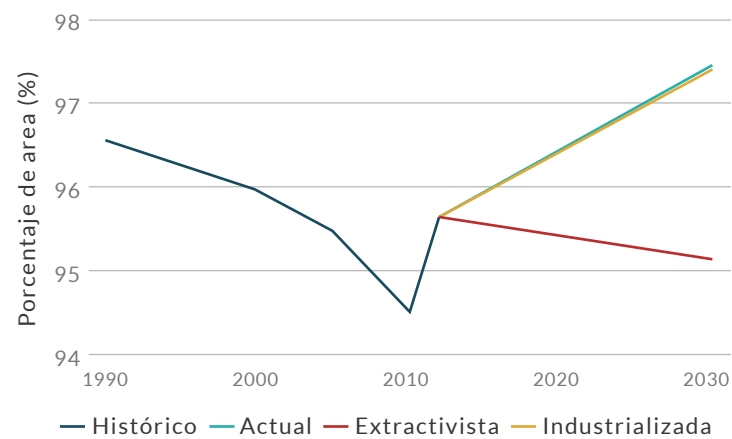
**34,1%**  
Todas las áreas

**34,1%**  
PNN

**0%**  
RSC

**0%**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**EN** · Amenazada

# Zamia incognita

**AUTORES**

López-Gallego, C., Idarraga, A.,  
Aristizabal, A., y Tuberquia, D.

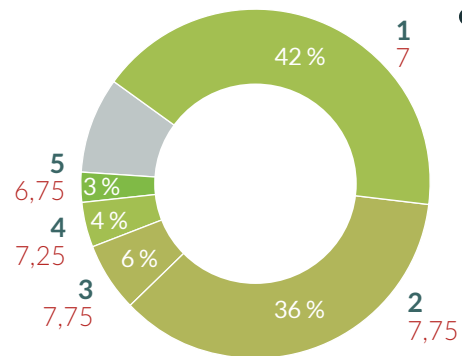
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Nechí-San Lucas
2. Zonobioma Húmedo Tropical Magdalena Medio y Depresión Momposina
3. Helobioma Magdalena Medio y Depresión Momposina
4. Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera Oriental Magdalena Medio
5. Orobioma Subandino Nechí-San Lucas

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**24 626 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**14 794 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**61 231 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**57 776 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**19 909 km<sup>2</sup>**

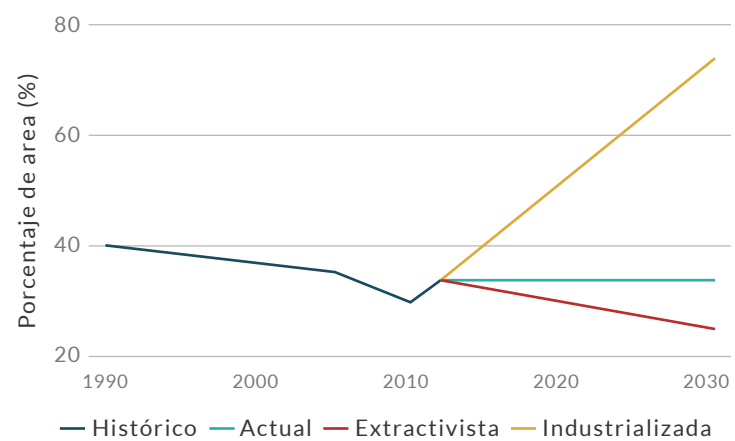
**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado
- Vegetación secundaria o en transición
- Afloramientos rocosos

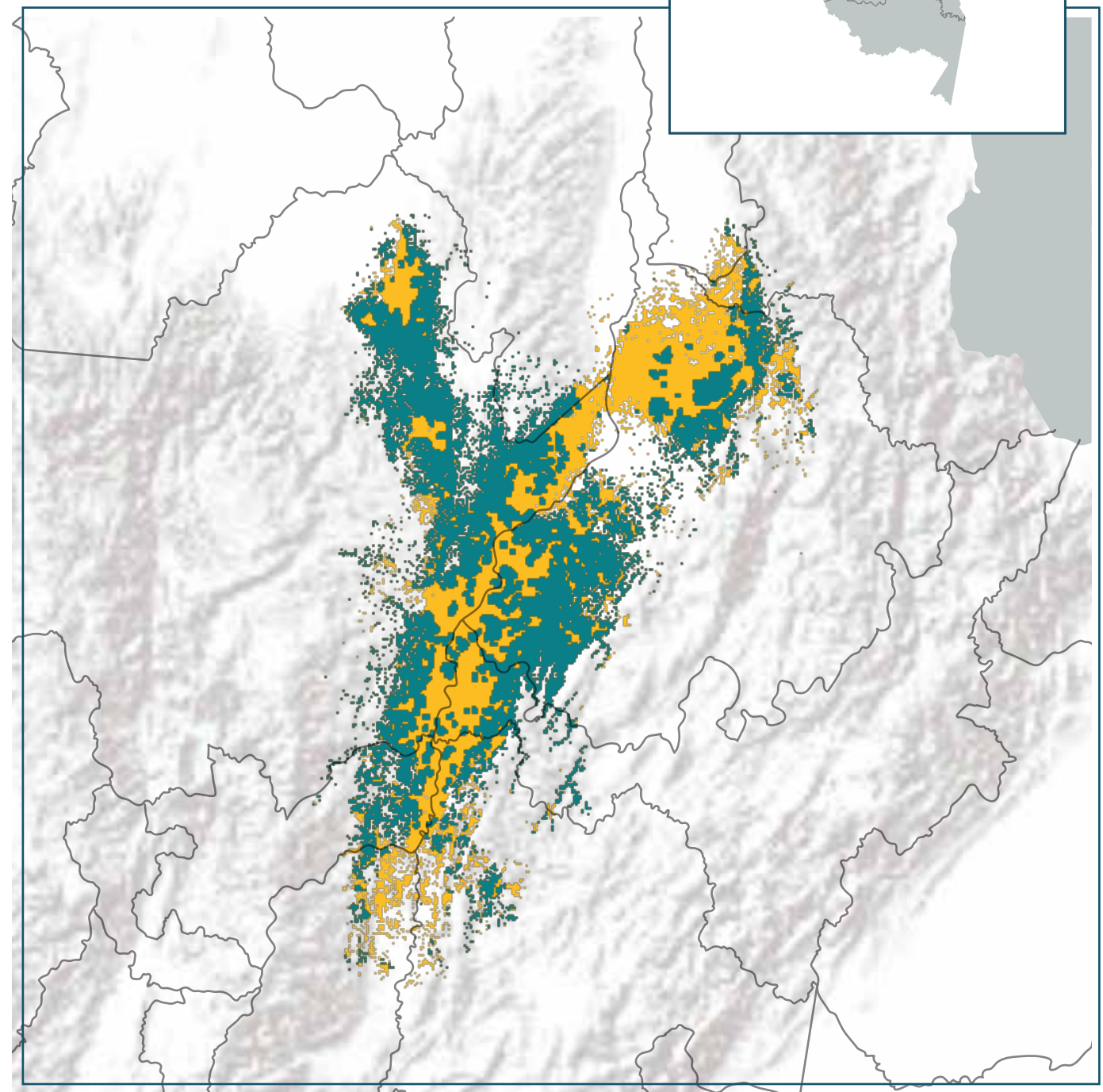
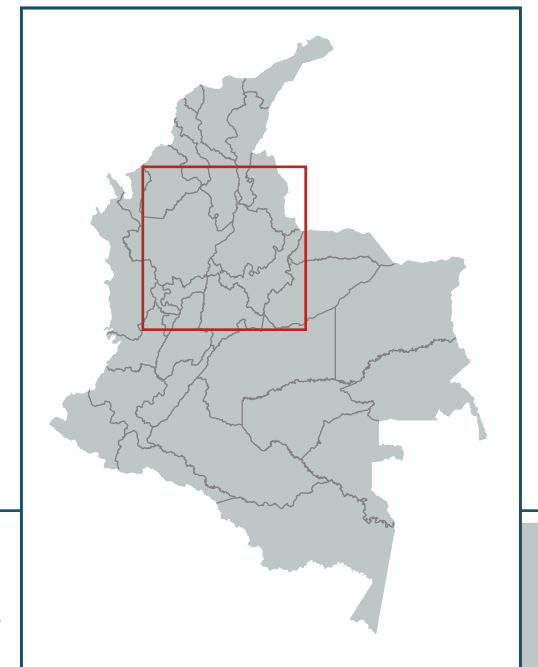
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

**9,1%** Todas las áreas  
**0%** PNN  
**0,1%** RSC  
**9,1%** Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**EN** · Amenazada

# Zamia manicata

**AUTORES**

López-Gallego, C. e Idarraga, A.

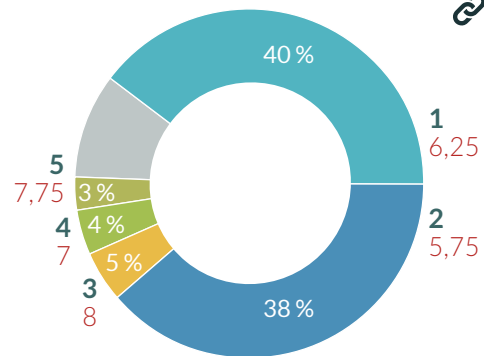
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Darién-Tacarcuna
2. Helobioma Darién-Tacarcuna
3. Zonobioma Húmedo Tropical Truandó
4. Zonobioma Húmedo Tropical Nechí-San Lucas
5. Zonobioma Húmedo Tropical Sinú

**ESTADÍSTICAS**

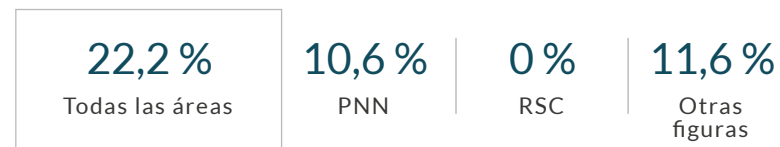
**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**



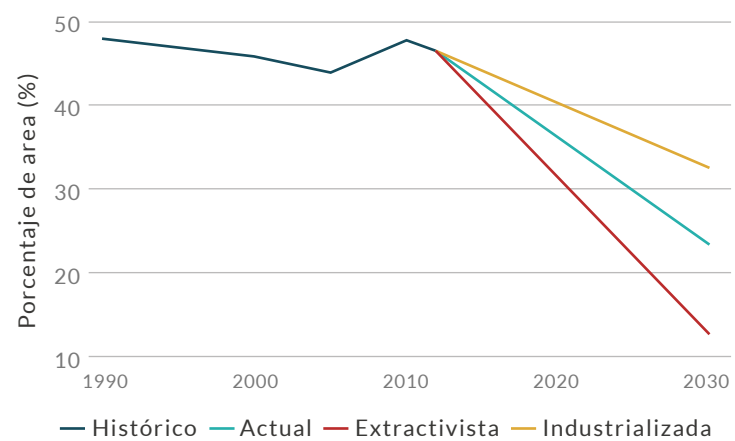
**COBERTURAS**

Bosque denso  
Vegetación secundaria o en transición

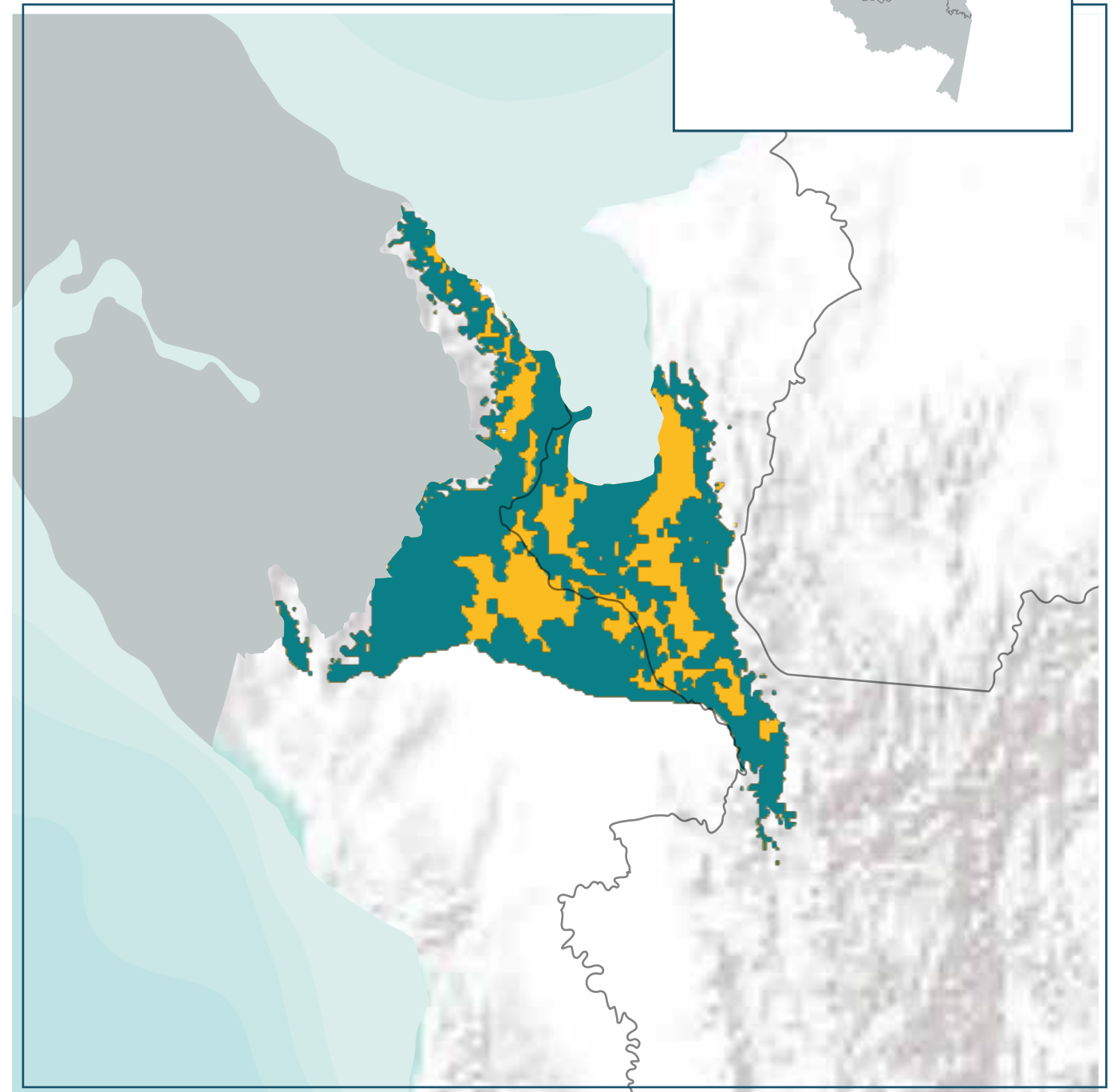
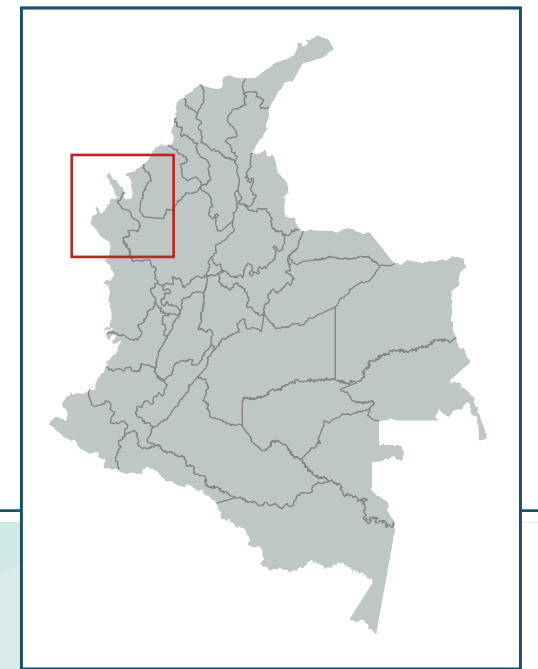
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**



**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**EN** · Amenazada

# Zamia melanorrhachis

**COROCITO**

**AUTORES**

López-Gallego, C., Idarraga, A., y Aristizabal, A.

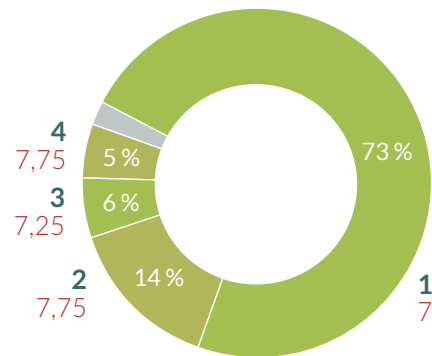
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Nechí-San Lucas
2. Zonobioma Húmedo Tropical Magdalena Medio y Depresión Momposina
3. Helobioma Nechí-San Lucas
4. Helobioma Magdalena Medio y Depresión Momposina

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**10 903 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**3198 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**55 236 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**41 431 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**9970 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado
- Vegetación secundaria o en transición

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

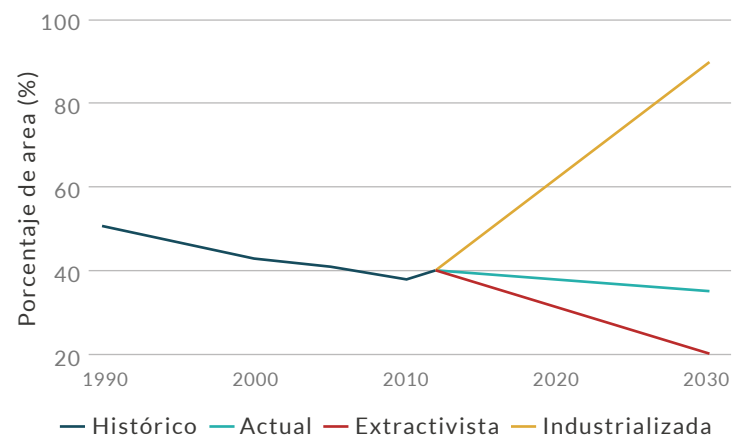
**2,3%**  
Todas las áreas

**0%**  
PNN

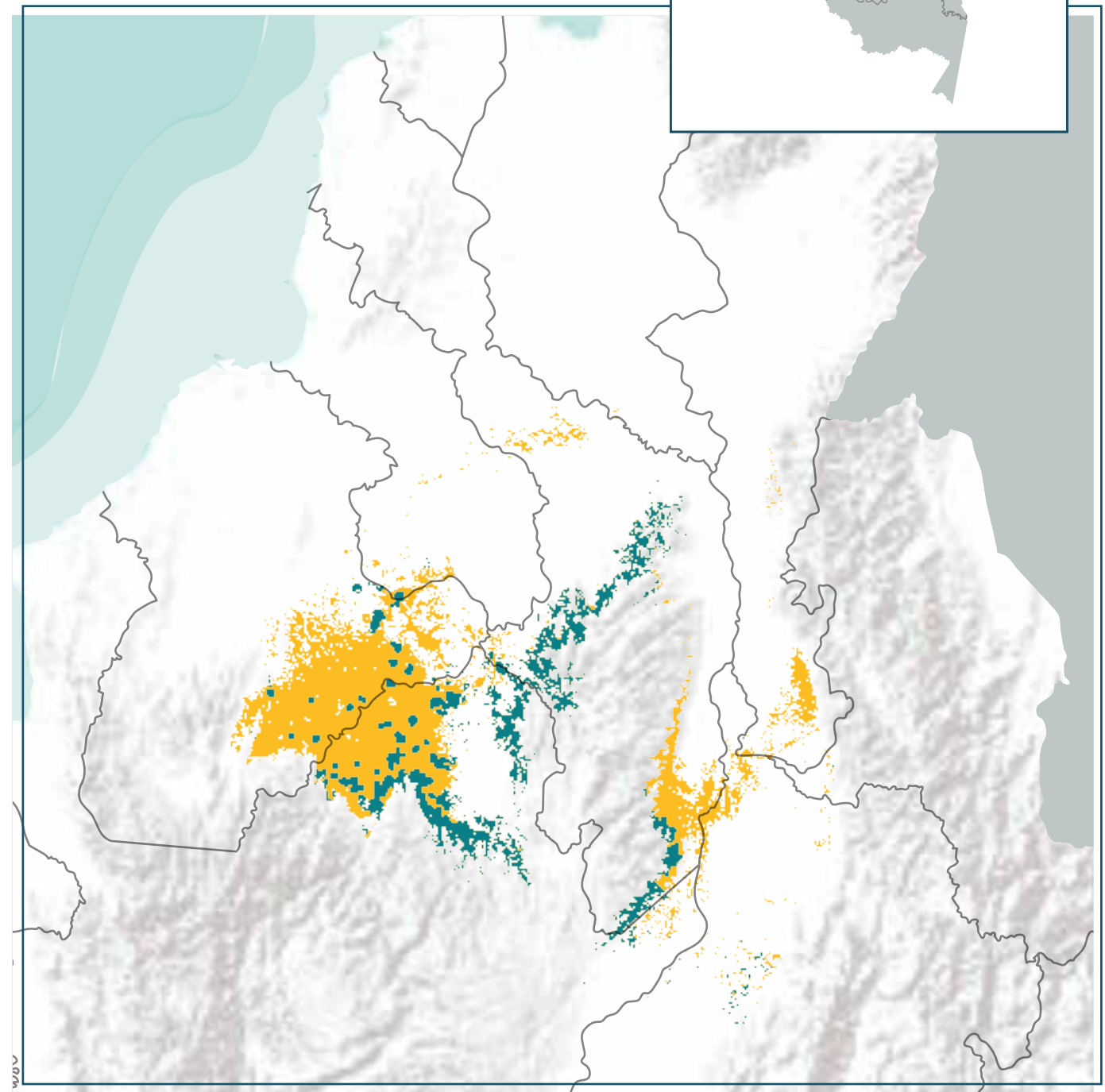
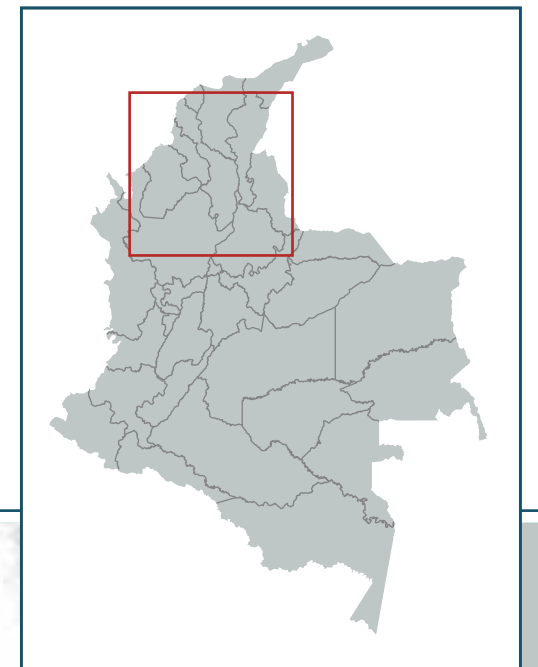
**0%**  
RSC

**2,3%**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**CR** · En peligro crítico

# Zamia montana

**AUTORES**

López-Gallego, C., y Castro, J.

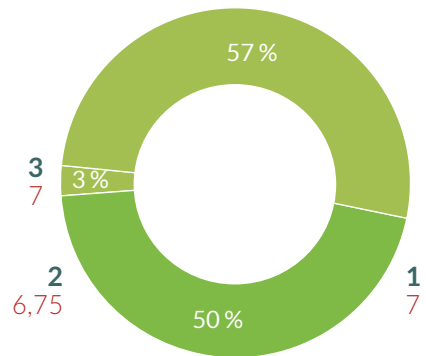
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Orobioma Subandino Cauca Alto
2. Orobioma Andino Cauca Alto
3. Helobioma Cauca Alto

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**115 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**110 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos

**206 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos

**196 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia

**Registro único en BioModelos**

**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

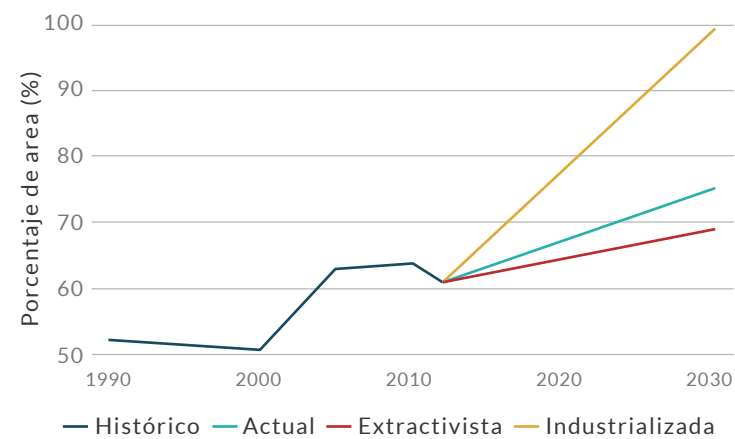
**33,9%**  
Todas las áreas

**0%**  
PNN

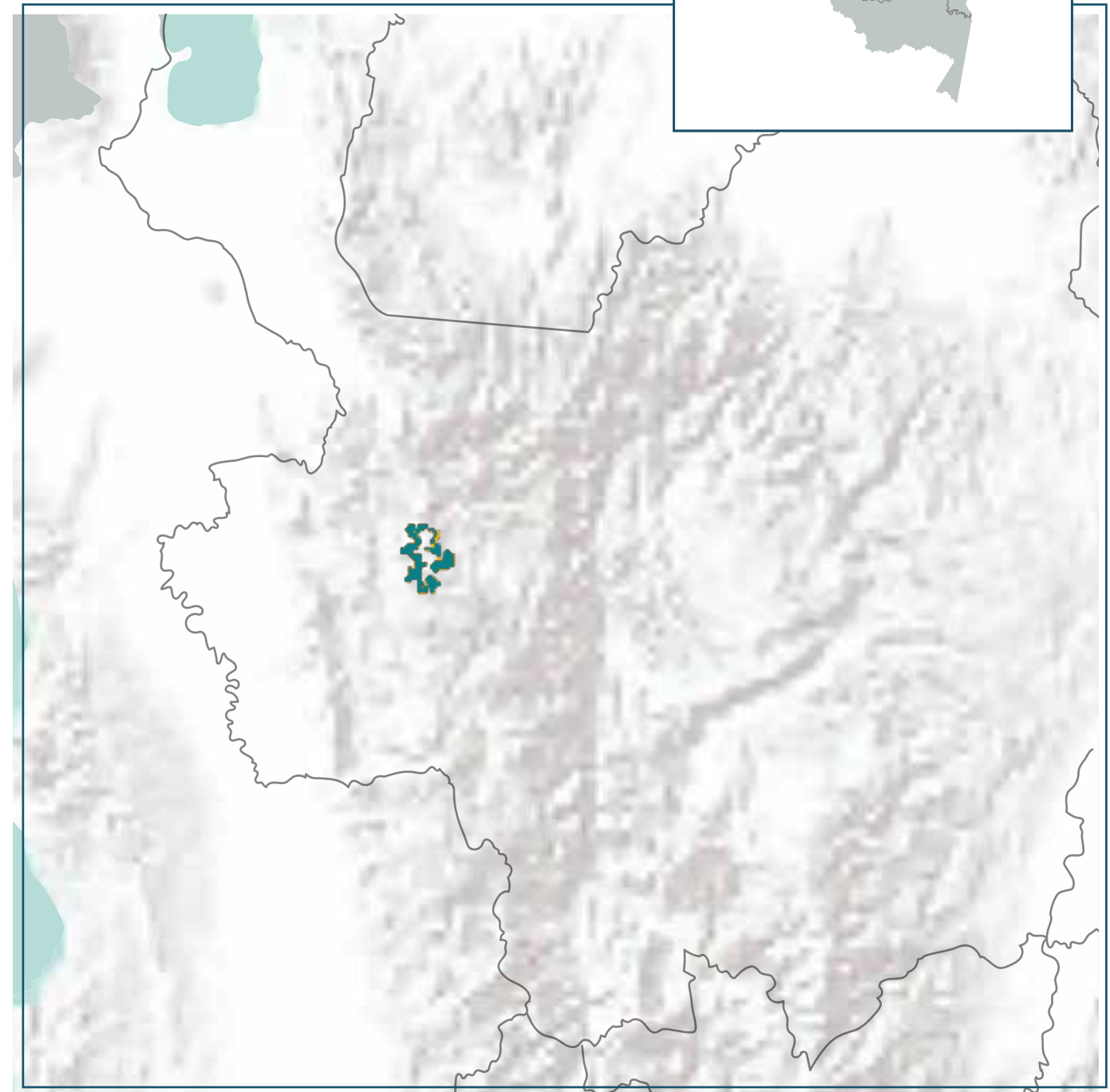
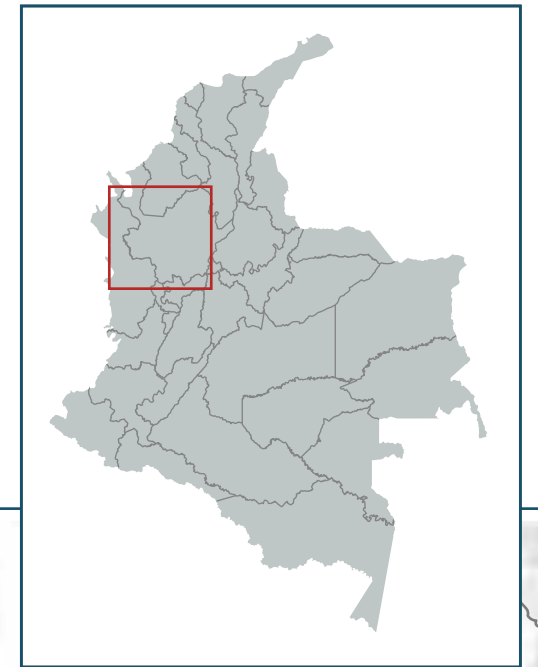
**0%**  
RSC

**33,9%**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**EN** · Amenazada

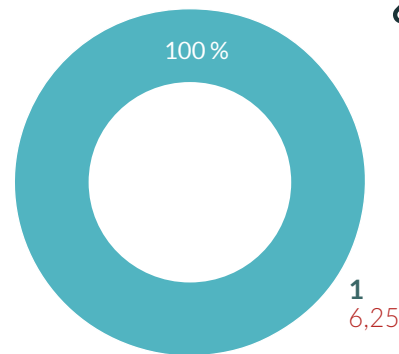
# Zamia muricata

**AUTORES**  
López-Gallego, C.

**BIOMODELOS**  
[🔗](#)

**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**  
[🔗](#)

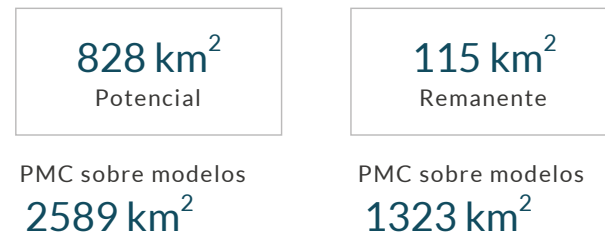
**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**  
[🔗](#)



1. Zonobioma Alternohigrico Tropical  
Alta Guajira

## ESTADÍSTICAS

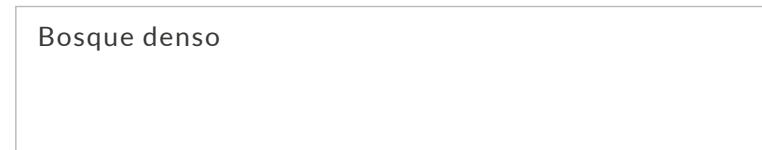
### RANGO DE DISTRIBUCIÓN



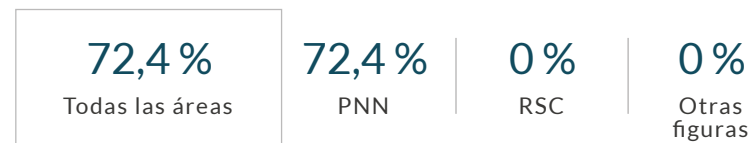
Extensión de ocurrencia

**Registro único en BioModelos**

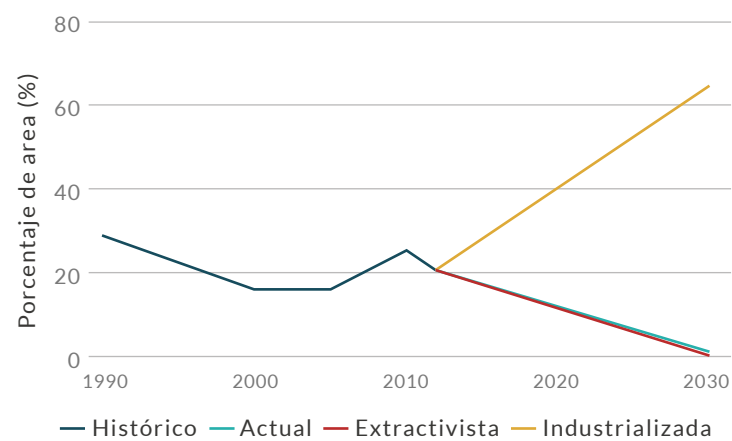
### COBERTURAS



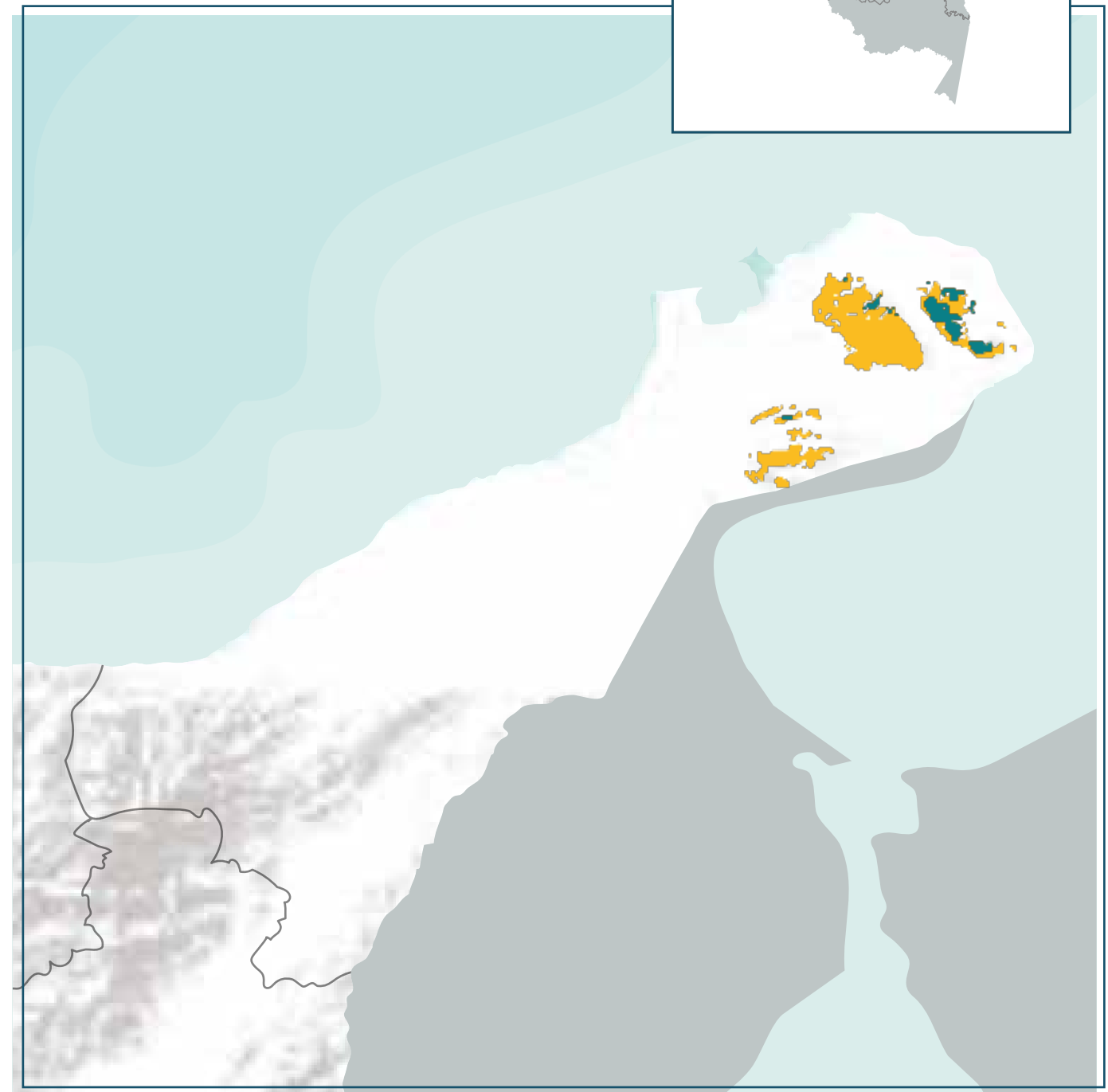
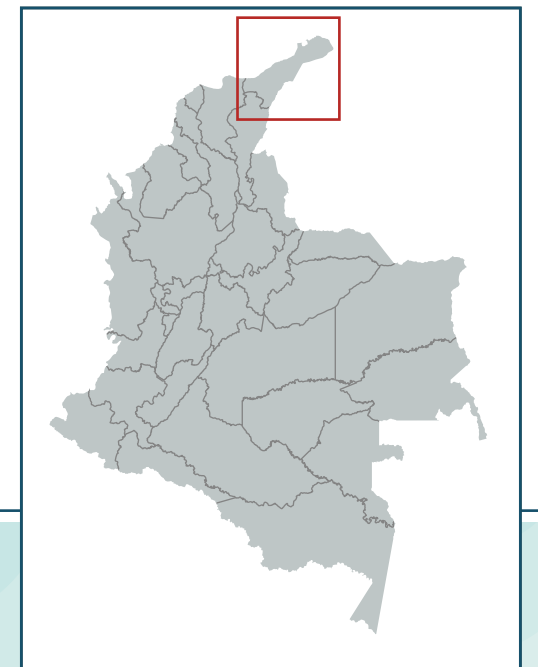
### REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS



### TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**VU** · Vulnerable

# Zamia obliqua

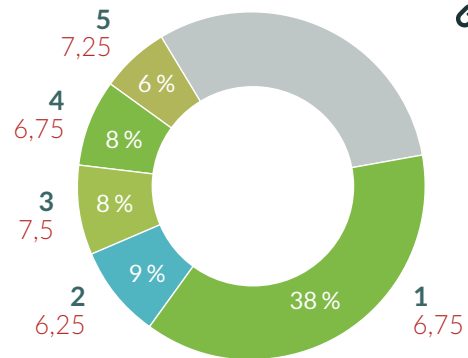
CHIGUA y MAICITO

**AUTORES**  
López-Gallego, C.

**BIOMODELOS**  
[🔗](#)

**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**  
[🔗](#)

**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**  
[🔗](#)



1. Zonobioma Húmedo Tropical San Juan
2. Zonobioma Húmedo Tropical Darién-Tacarcuna
3. Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico Nariñense-Tumaco
4. Zonobioma Húmedo Tropical Micay
5. Helobioma San Juan

## ESTADÍSTICAS

### RANGO DE DISTRIBUCIÓN

**66 280 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**60 060 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**145 954 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**145 990 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**42 529 km<sup>2</sup>**

### COBERTURAS

Bosque denso

### REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS

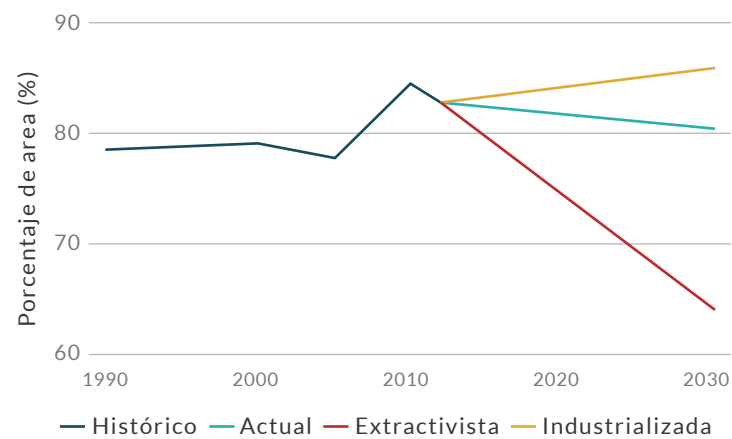
**7,5%**  
Todas las áreas

**3,8%**  
PNN

**0%**  
RSC

**3,7%**  
Otras figuras

### TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**CR** · En peligro crítico

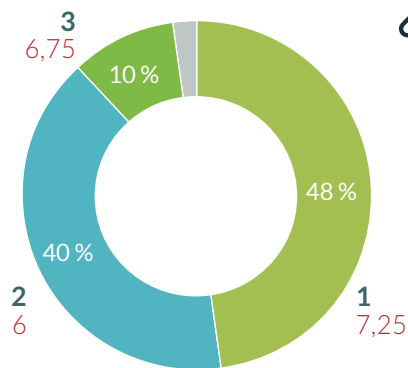
# Zamia oligodonta

**AUTORES**  
López-Gallego, C.

**BIOMODELOS**  
[🔗](#)

**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**  
[🔗](#)

**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**  
[🔗](#)



- Orobioma Subandino estribaciones Pacífico Norte
- Orobioma Andino estribaciones Pacífico Norte
- Orobioma Subandino vertiente Pacífico-Chocó

## ESTADÍSTICAS

### RANGO DE DISTRIBUCIÓN

**465 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**461 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**2744 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**2742 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia

**Sin registros en BioModelos**

### COBERTURAS

Bosque denso  
Bosque fragmentado

### REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS

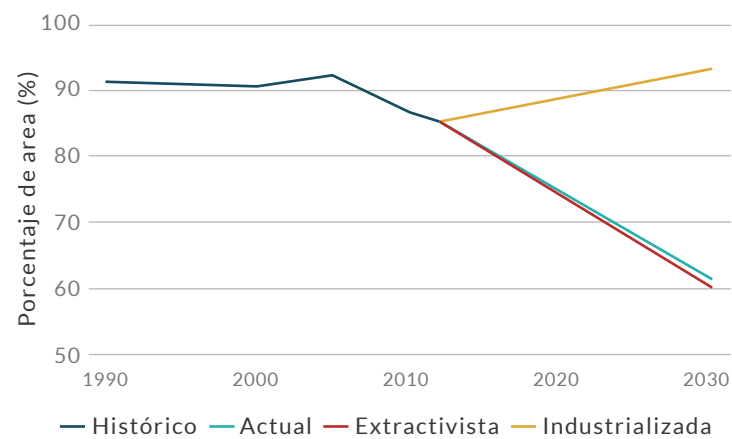
**9,8 %**  
Todas las áreas

**8,8 %**  
PNN

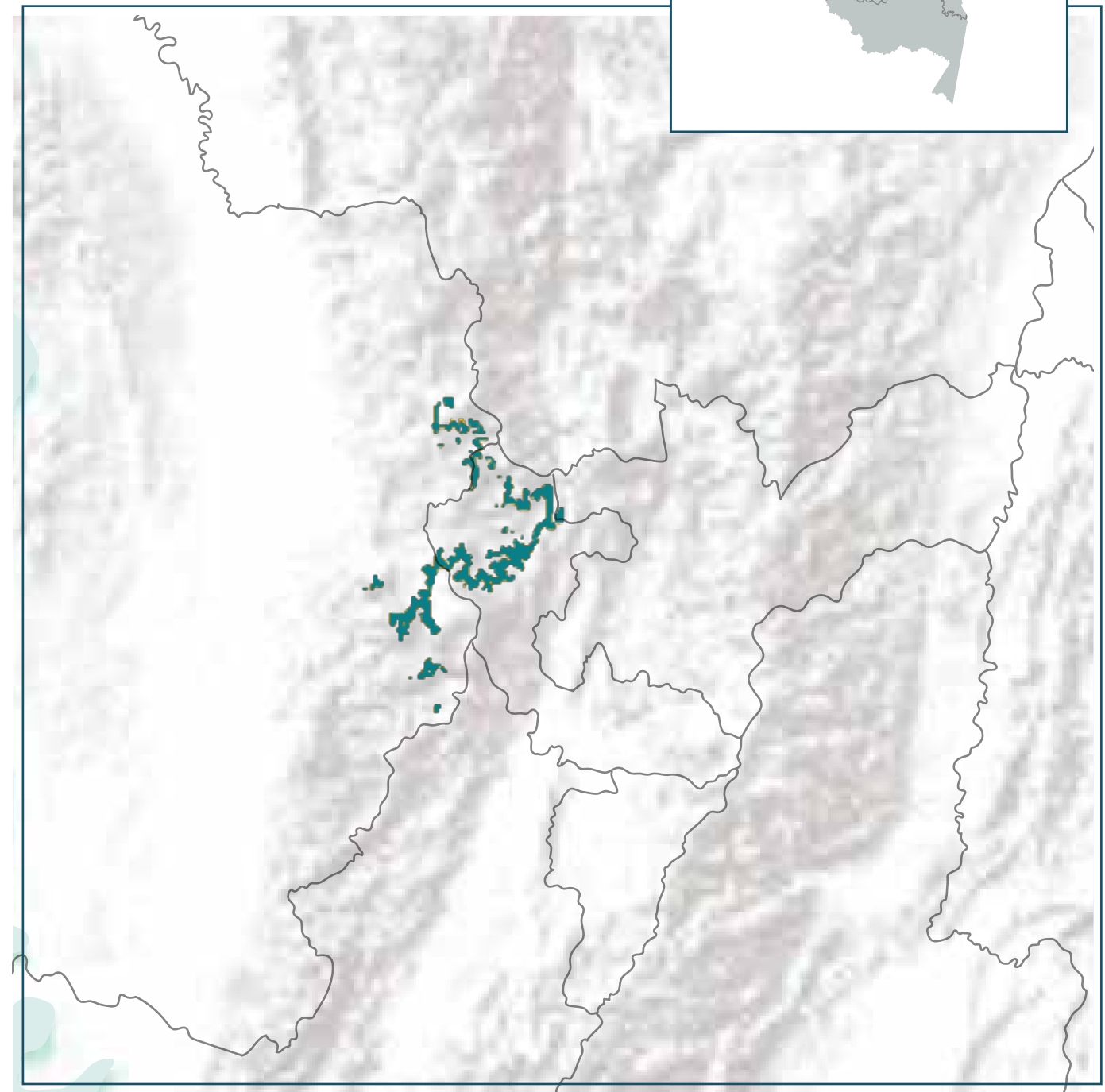
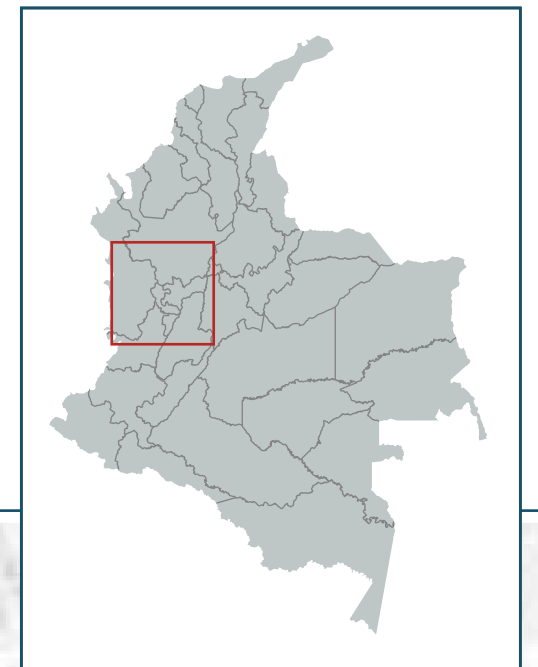
**0 %**  
RSC

**0,9 %**  
Otras figuras

### TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**CR** · En peligro crítico

# Zamia pyrophylla

**AUTORES**

López-Gallego, C.

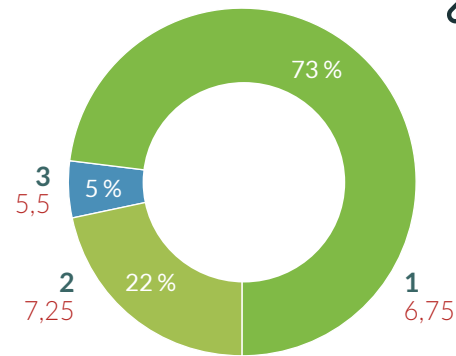
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical San Juan
2. Helobioma San Juan
3. Hidrobioma San Juan

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**1838 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**1824 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos

**3162 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos

**3160 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia

**69 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

Bosque denso  
Vegetación secundaria o en transición

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

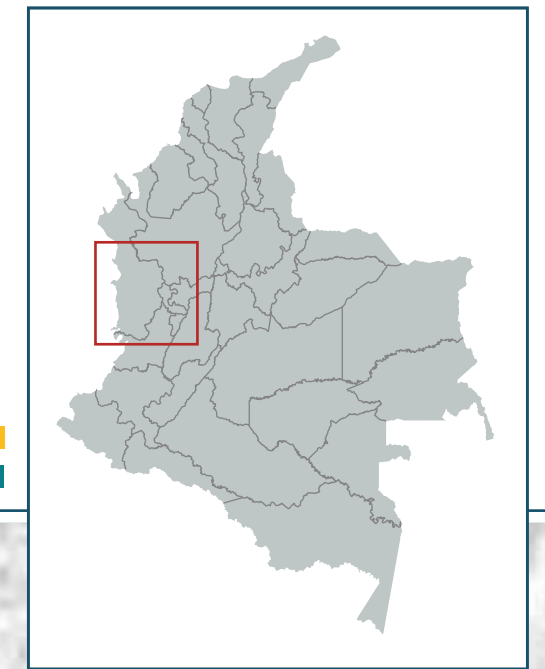
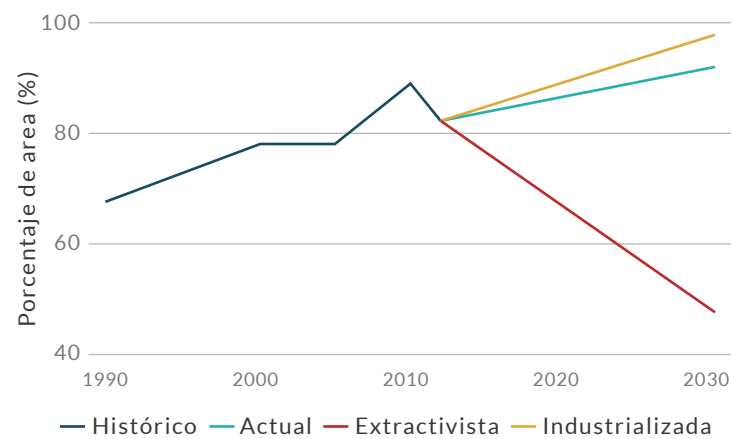
**0%**  
Todas las áreas

**0%**  
PNN

**0%**  
RSC

**0%**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**CR** · En peligro crítico

# Zamia restrepoi

COROCITA o CHIGUA COQUITO

**AUTORES**

López-Gallego, C., Cogollo, A., y Lopez, N.

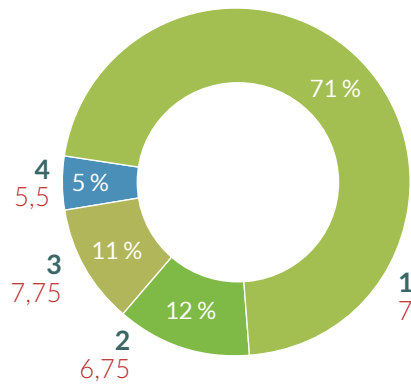
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



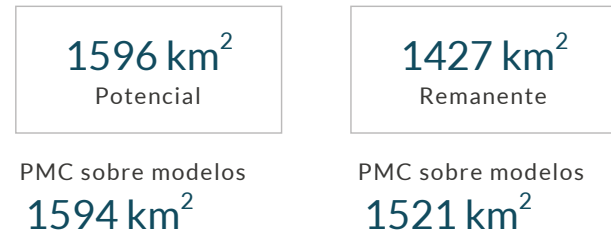
**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Nechí-San Lucas
2. Orobioma Subandino Nechí-San Lucas
3. Zonobioma Húmedo Tropical Sinú
4. Hidrobioma Nechí-San Lucas

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**



Extensión de ocurrencia  
**354 km<sup>2</sup>**

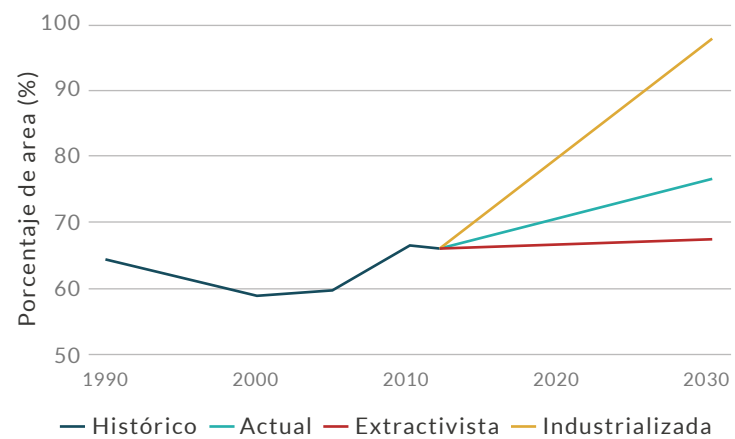
**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado

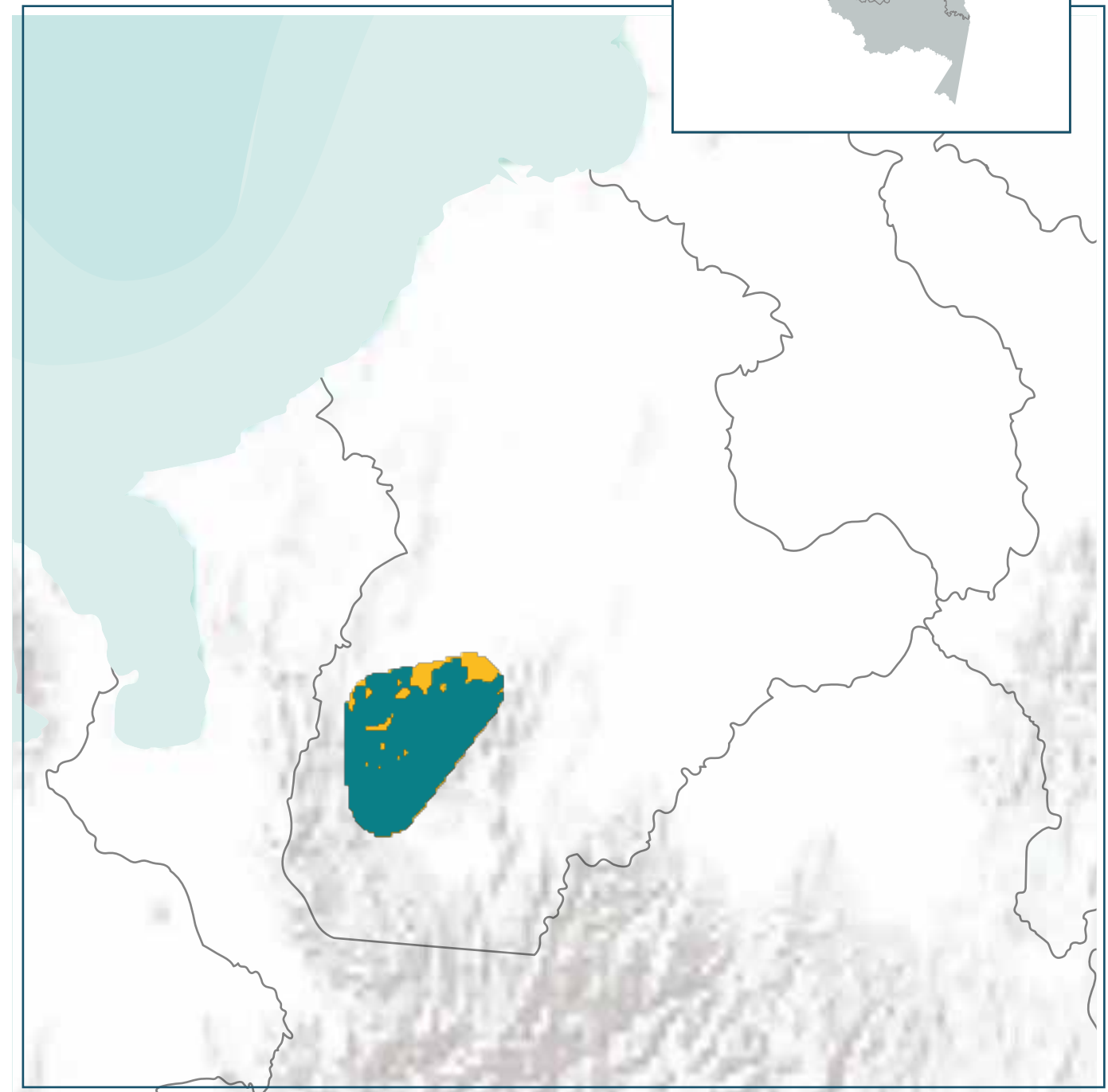
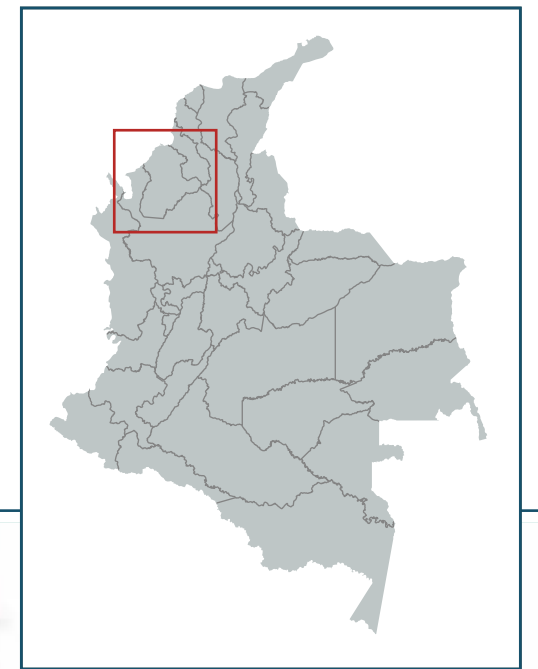
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**



**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■







**VU** · Vulnerable

# Zamia roezlii

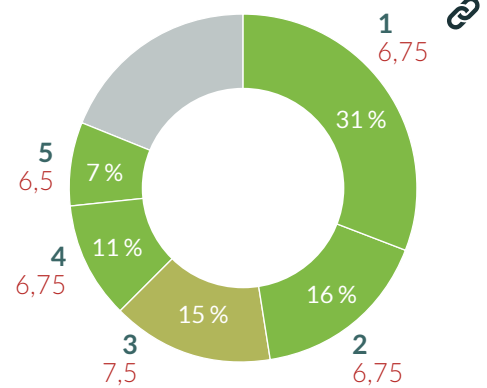
CHIGUA

**AUTORES**  
López-Gallego, C.

**BIOMODELOS**  
[🔗](#)

**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**  
[🔗](#)

**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**  
[🔗](#)



1. Zonobioma Húmedo Tropical San Juan
2. Zonobioma Húmedo Tropical Micay
3. Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico nariñense-Tumaco
4. Halobioma Pacífico nariñense-Tumaco
5. Halobioma Pacífico nariñense-Tumaco

## ESTADÍSTICAS

### RANGO DE DISTRIBUCIÓN

**28 136 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**25 440 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**50 509 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**50 041 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**24 797 km<sup>2</sup>**

### COBERTURAS

Bosque denso  
Zonas pantanosas

### REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS

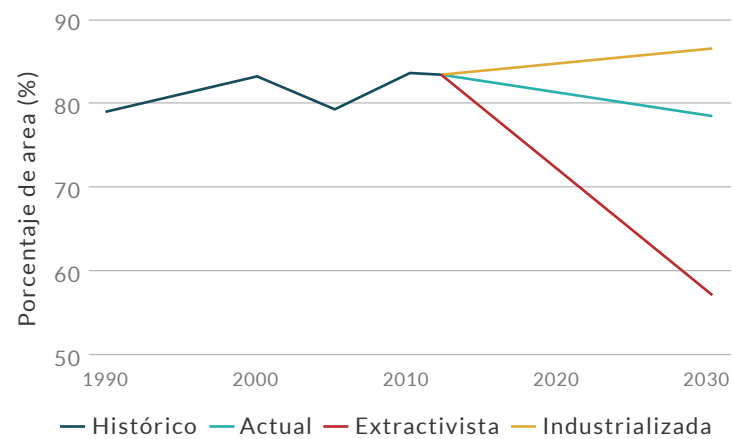
**8,1 %**  
Todas las áreas

**3,5 %**  
PNN

**0 %**  
RSC

**4,6 %**  
Otras figuras

### TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**CR** · En peligro crítico

# Zamia tolimensis

**AUTORES**

López-Gallego, C., y Esquivel, H.

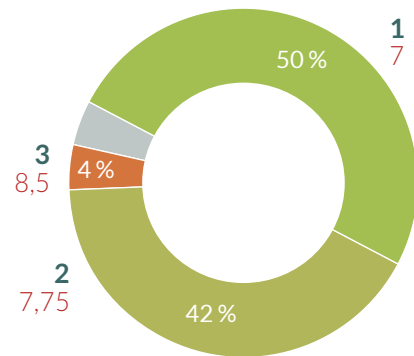
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



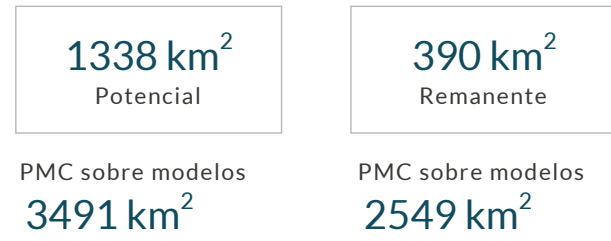
**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Orobioma Andino Cordillera central
2. Orobioma Subandino Cordillera central
3. Orobioma Subandino Chaparral

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**



Extensión de ocurrencia  
**681 km<sup>2</sup>**

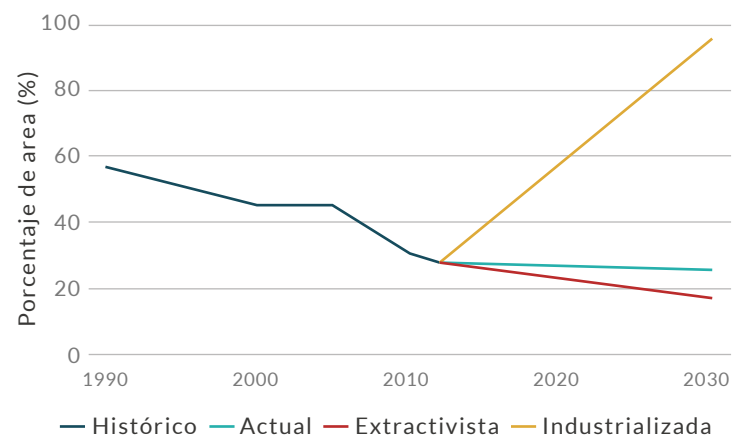
**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado

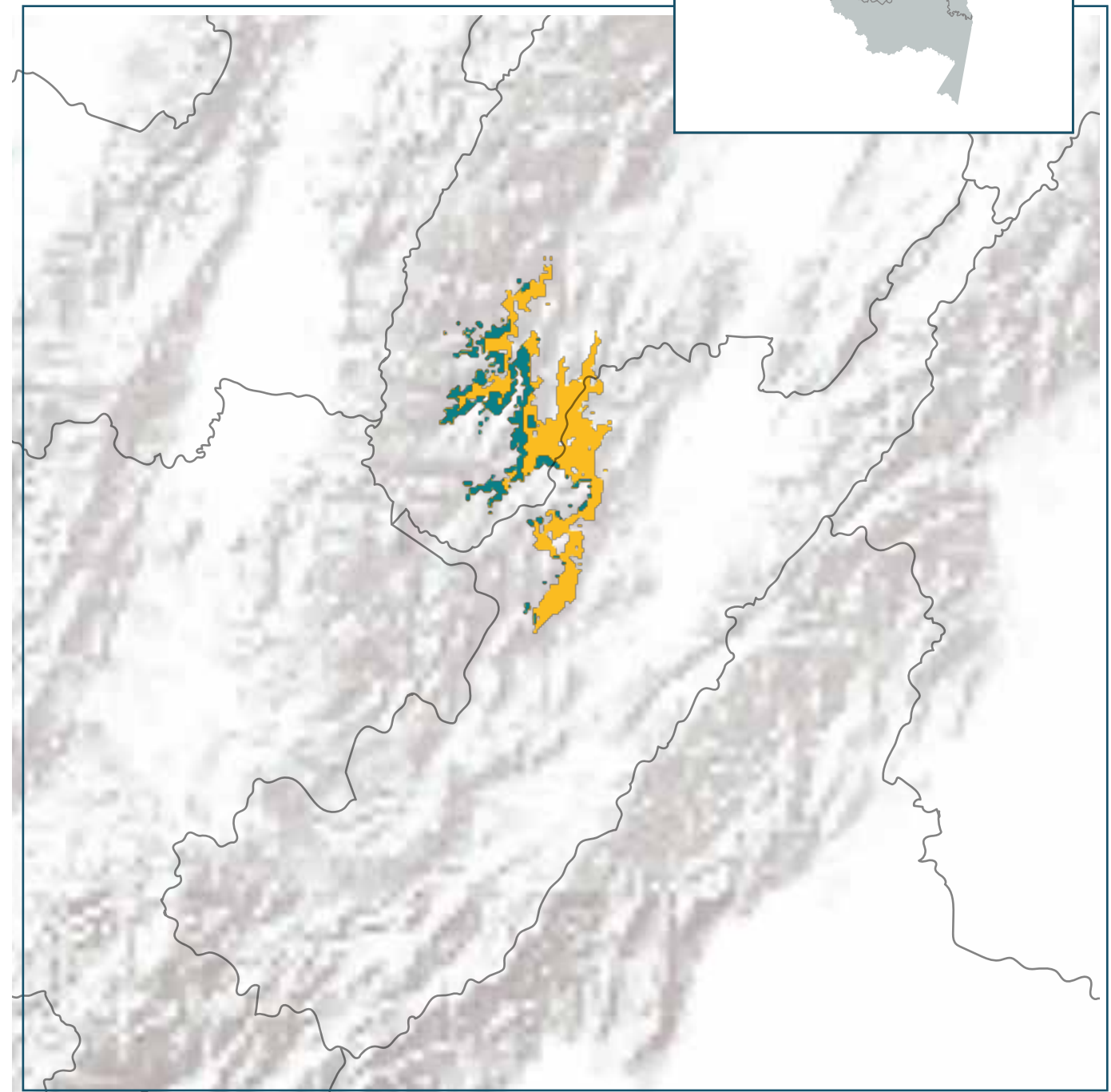
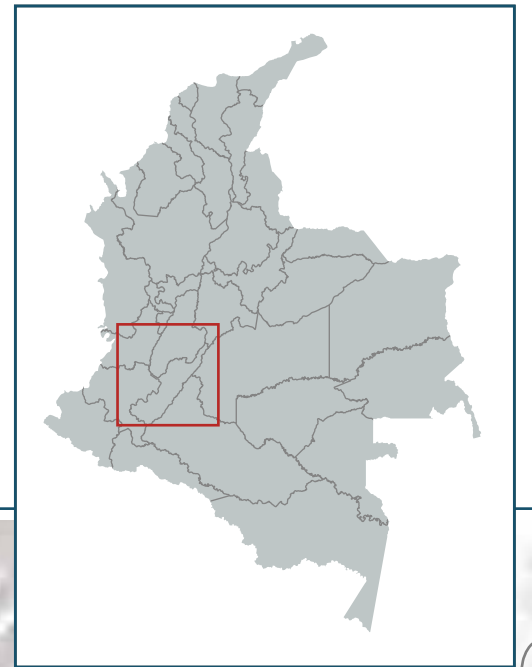
**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**



**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■





**VU** · Vulnerable

# Zamia ulei

**AUTORES**

López-Gallego, C. y Cárdenas, D.

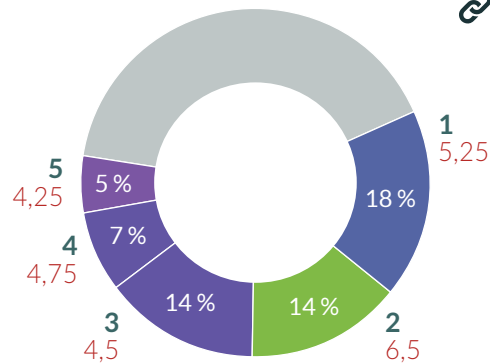
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Zonobioma Húmedo Tropical Huitoto-Cahuinarí
2. Zonobioma Húmedo Tropical Yarí-Chiribiquete
3. Zonobioma Húmedo Tropical Apaporis
4. Zonobioma Húmedo Tropical Bajo Caquetá-Puré
5. Zonobioma Húmedo Tropical Puinawai

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**312 342 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**302 389 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos  
**551 737 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos  
**553 067 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia  
**310 776 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

Bosque denso

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

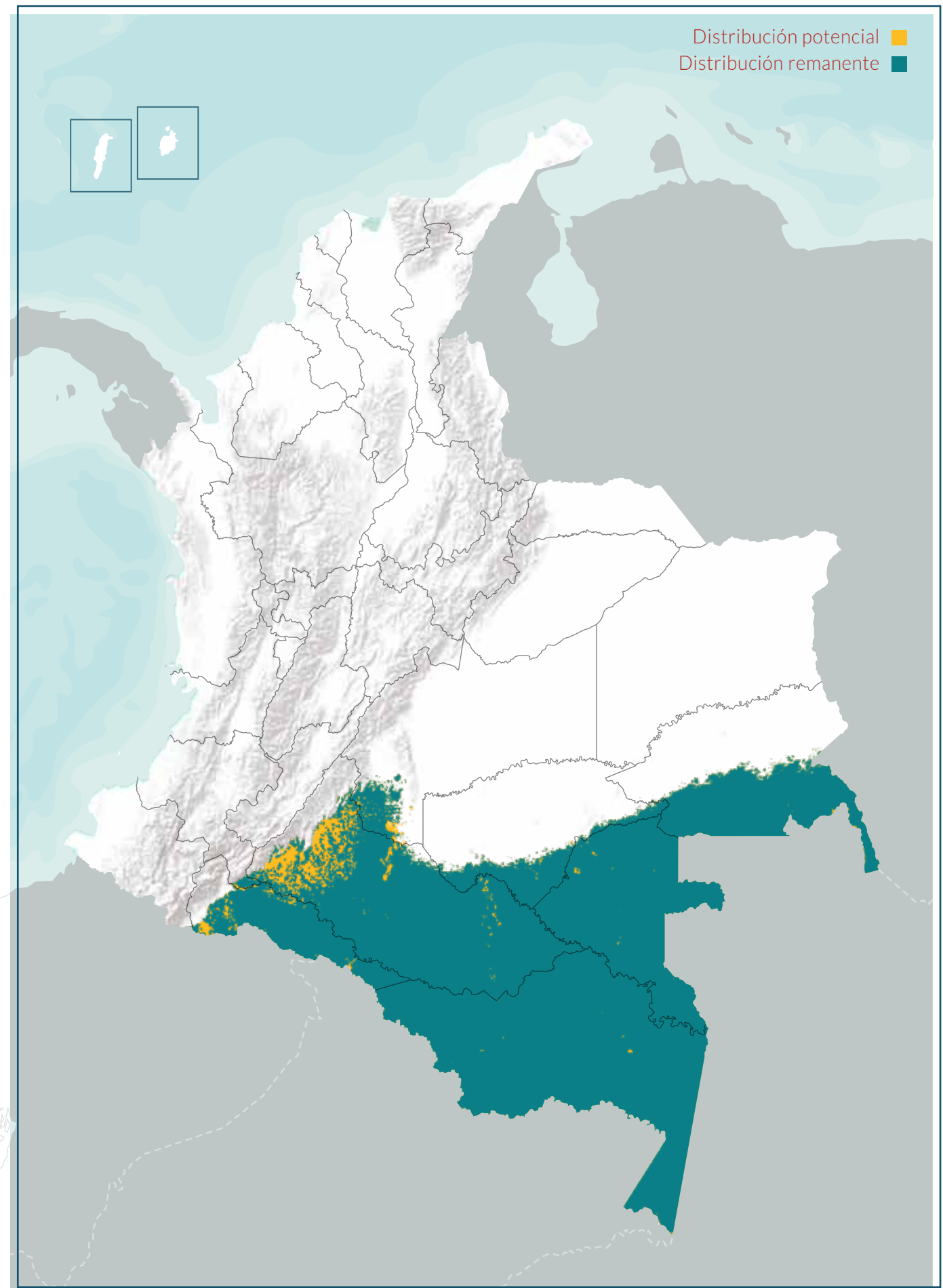
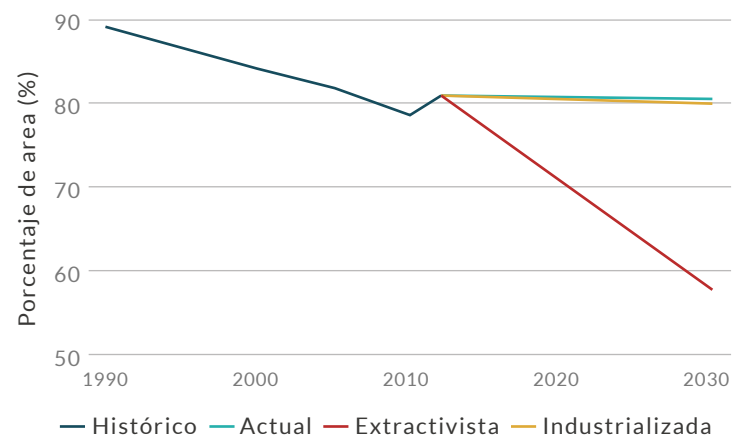
**23%**  
Todas las áreas

**23%**  
PNN

**0%**  
RSC

**0%**  
Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**







**CR** · En peligro crítico

# Zamia wallisii

**AUTORES**

López-Gallego, C., y Castro, J.

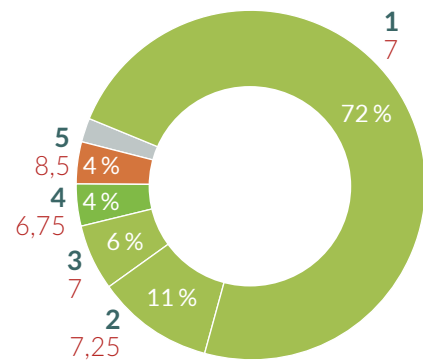
**BIOMODELOS**



**CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD**



**UNIDADES DE COMPENSACIÓN**



1. Orobioma Subandino Cauca Alto
2. Orobioma Subandino estribaciones Pacífico Norte
3. Helobioma Cauca Alto
4. Orobioma Subandino Nechí-San Lucas
5. Orobioma Azonal Subandino Cauca Alto

**ESTADÍSTICAS**

**RANGO DE DISTRIBUCIÓN**

**258 km<sup>2</sup>**  
Potencial

**258 km<sup>2</sup>**  
Remanente

PMC sobre modelos

**519 km<sup>2</sup>**

PMC sobre modelos

**519 km<sup>2</sup>**

Extensión de ocurrencia

**52 km<sup>2</sup>**

**COBERTURAS**

- Bosque denso
- Bosque fragmentado

**REPRESENTATIVIDAD ÁREAS PROTEGIDAS**

**80,4 %**

Todas las áreas

**31,7 %**

PNN

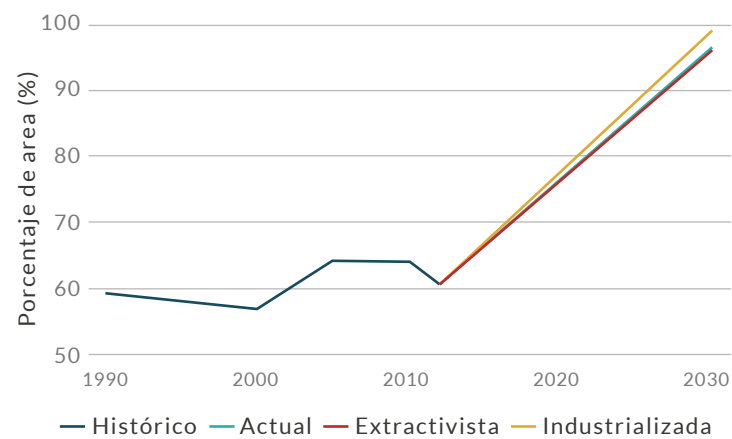
**0 %**

RSC

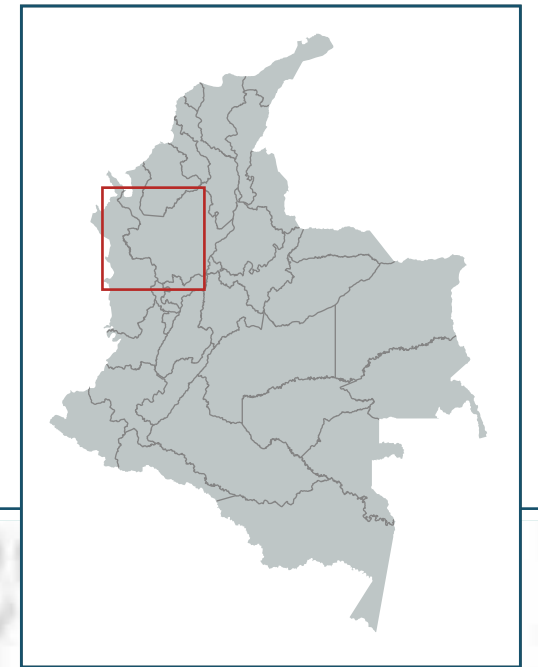
**48,8 %**

Otras figuras

**TENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN**



Distribución potencial ■  
Distribución remanente ■



## Riqueza y conservación

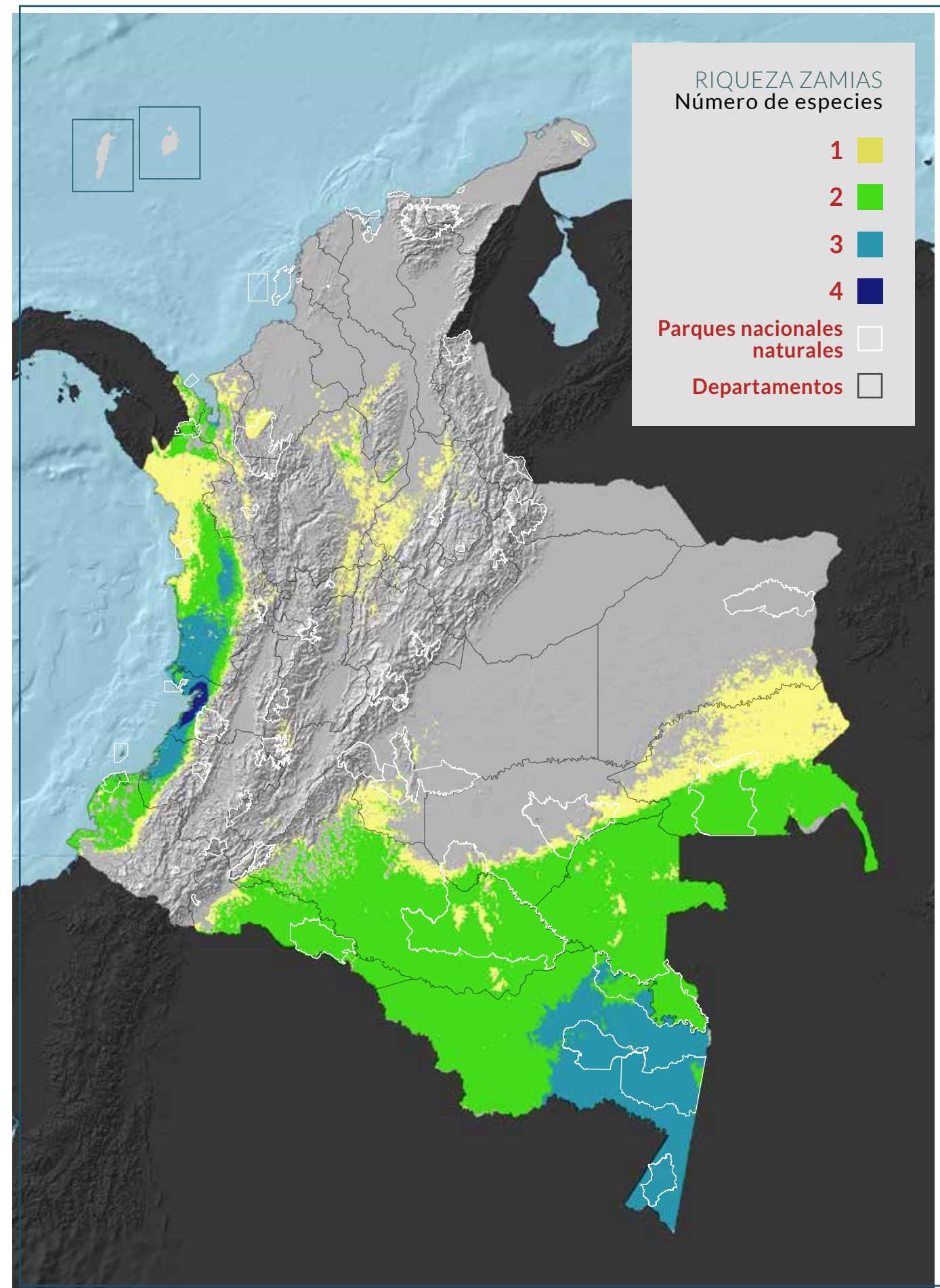
EQUIPO BIOMODELOS

Noguera-Urbano, E.A. y Velásquez-Tibatá, J.

El número de especies en un lugar es conocido como diversidad alfa. Uno de los protocolos para su estimación es la superposición de los mapas de distribución, que en este caso corresponden con la sumatoria de los BioModelos de las especies de zamias. Particularmente, para este género se ha propuesto que uno de los centros de diversificación y alta diversidad alfa se encuentra en Colombia (Zonneveld y Lindström, 2016, Erdei *et al.*, 2018), debido a la división de linajes por la antigua separación de los dos subcontinentes (América del Sur, resto del continente, Zonneveld y Lindström, 2016). Esto ha llevado a que las zamias habiten múltiples tipos de ecosistemas, como bosques secos, bosques andinos y zonas costeras. Por esas razones se ha propuesto que el género evolutivamente ha experimentado extensión de su distribución desde América Central y el Caribe hacia el norte y sur de su distribución actual (Erdeti *et al.*, 2018).

Por otra parte, al interior de Colombia se detectan dos centros de riqueza de especies, uno en el Chocó Darién y otro en la Amazonia. En el primer caso se identifican zonas del Valle del Cauca que concentran cuatro especies de zamia, esto es clave para la conservación del grupo si se considera que todo el Pacífico ha sido considerado como uno de los puntos calientes de biodiversidad o *hotspots*, pero se encuentra amenazado por los impactos de múltiples actividades humanas (Cincotta *et al.*, 2000). Por otra parte, la Amazonia es considerada una de las zonas con mayor cobertura de bosque natural y la mayor diversidad alfa se encontraría en el departamento del Amazonas. Desafortunadamente, la principal amenaza es el cambio y pérdida de vegetación (Ideam, 2018), poniendo en riesgo a las especies de zamia y todas las demás especies que habitan la región.

En términos de conservación, las especies que relativamente han sufrido la mayor pérdida de hábitat son *Z. huilensis* (90,3 %), *Z. muricata* (86,2 %) y *Z. tolimensis* (70,9 %). Dicha pérdida podría comprometer la viabilidad poblacional de estas especies considerando que su rango geográfico no supera los 1000 km<sup>2</sup>. Adicionalmente, solo las especies amazónicas de zamia (*Z. amazonum*, *Z. hymenophyllidia* y *Z. ulei*) superan la meta de representación deseable en áreas protegidas, de acuerdo a los criterios de Rodrigues *et al.* (2004).





## Metodología

Velásquez-Tibatá, J., Olaya-Rodríguez M. H., y López-Gallego, C.

### DATOS DE OCURRENCIA

La información sobre ocurrencias de las especies de Colombia se obtuvo de especímenes de herbario y reportes de expertos. Se contactaron 12 herbarios nacionales, incluyendo los herbarios con el mayor número de colecciones en el país (COL, HUA, FMB, COAH, JAUM, MEDEL, CUVC, que contienen casi el 70 % de las colecciones en el país) y herbarios regionales (p. ej. HUAZ) que contenían especímenes de zamias. Se revisaron también las bases de datos en línea para obtener nuevos registros de los herbarios fuera del país que contienen las mayores colecciones de plantas de Colombia (MO, NY) y la base de datos GBIF. Además de la revisión de herbarios se hicieron consultas a los diferentes expertos del país que han reportado ocurrencias de zamias, que pudieran ser corroboradas con fotografías o algún otro tipo de evidencia para confirmar la identificación de la especie.

Una vez compilada la base de datos de ocurrencias de las especies, se procedió a curar esta base de datos. Se removieron especímenes duplicados en las colecciones y especímenes que no podían ser identificados con certeza (por ejemplo porque la colección era un individuo inmaduro). La mayoría de especímenes de herbario fueron revisados en físico o en fotografías y se confirmó su identificación. Los especímenes que no pudieron ser identificados con certeza también se removieron de la base de datos. Luego de esta curaduría, quedaron en total 349 registros de ocurrencias para todas las especies de las zamias de Colombia. Para la obtención de modelos de distribución se usaron los registros de 20 especies de las 21 registradas en el país hasta el 2015 (*Z. lecointei* no se incluyó en la modelación por la incertidumbre taxonómica que existe para esta especie). De estos registros, 28 corresponden a reportes de expertos (8 %) y el resto a especímenes de herbario. Todos los registros de ocurrencias fueron revisados para corroborar las coordenadas geográficas que tenían disponibles. Para los registros que no tenían coordenadas geográficas (58 %), estas fueron asignadas siguiendo los protocolos del SiB Colombia (Escobar *et al.*, 2015). Finalmente, usando la información disponible en los especímenes de herbario y los reportes de los expertos, para cada especie se determinó el rango de elevación y el tipo de hábitat donde ocurre típicamente.

### CAPAS AMBIENTALES

Con el fin de modelar la distribución original (i. e. previo a la transformación de hábitat) de las zamias de Colombia, se consideraron las 19 variables bioclimáticas disponibles en WorldClim v2 (Fick *et al.*, 2017). Para reducir la multicolinealidad entre dichas variables se eliminaron aquellas que tuvieran una correlación entre sí mayor a 0,7, resultando en un conjunto de 7 variables bioclimáticas (temperatura media anual, rango de temperatura diaria, isothermalidad, estacionalidad de la temperatura, precipitación anual, estacionalidad de la precipitación y precipitación del trimestre más frío) empleadas en el modelamiento. Para estimar la distribución actual (p. ej. considerando la pérdida de coberturas originales) de las zamias de Colombia se emplearon las coberturas de la tierra para el período 2005-2009 del [mapa nacional de coberturas de la tierra](#).

### MODELAMIENTO

Tres métodos fueron empleados en el desarrollo de estimación de la distribución original de las zamias de Colombia: MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006), BIOCLIM (Nix y Busby, 1986) y polígonos mínimos convexos o *buffers* alrededor de los registros. Estos métodos fueron considerados teniendo en cuenta que la mayoría de especies contaba con pocos registros. Se calcularon *buffers* de 150 km alrededor de los registros (Hurlbert y Jetz, 2007) para las especies que tenían 1-2 registros. Dichos *buffers* también se construyeron alrededor de un polígono mínimo convexo para las especies que tenían 3-4 registros.

Para especies con 5-9 registros se empleó BIOCLIM (Nix y Busby, 1986), un método de envoltura que considera los valores promedios y desviaciones estándar de las variables ambientales asociadas con los registros de una especie para derivar un índice de idoneidad de hábitat. Por su simplicidad es recomendado en casos en los que se cuenta con pocos registros. La evaluación estadística de los modelos generados con este método fue desarrollada mediante la partición de los registros usando *Jackknife* y calculando el área promedio debajo de la curva ROC de los datos de prueba. No obstante los modelos finales con este método fueron generados usando todos los registros disponibles, siguiendo a Pearson *et al.* (2006).

Finalmente, MaxEnt fue empleado para aquellas especies con 5 o más registros espacialmente únicos (i. e. separados más de ~1,5 km). En el desarrollo de modelos con MaxEnt se optimizó la complejidad de los modelos explorando atributos de tipo *L*, *LQ* y *LQH* y valores de regularización entre 0 y 4 (espaciados cada 0.5) utilizando el paquete de R, EMNeval (Muscarella *et al.*, 2014). Se utilizó como criterio de evaluación el valor promedio de AUC, utilizando *checkerboard1* como estrategia espacial de partición de datos. Una vez se optimizaron los atributos y valores de regularización se desarrolló un modelo final por especie utilizando la totalidad de los registros.

## POST-PROCESAMIENTO

Para cada modelo continuo desarrollado mediante BIOCLIM o MaxEnt se calcularon cuatro modelos binarios, basados en umbrales derivados de los percentiles 0, 10, 20 y 30 de los índices de idoneidad de hábitat asociados con los registros de presencia. Para todas las especies, los expertos del grupo de BioModelos “Zamias de Colombia”, Cristina López-Gallego y Dairon Cárdenas, revisaron y seleccionaron en consenso la combinación de método de modelamiento y umbral que mejor representara su distribución, de acuerdo a su conocimiento y experiencia. Igualmente, estos expertos identificaron las áreas de subpredicción y sobrepredicción de los modelos (en caso que las hubiera) y proveyeron instrucciones específicas para el refinamiento del modelo de distribución original. Estas instrucciones consistieron, por ejemplo, en restringir el modelo de una especie a un rango altitudinal o a una vertiente específica. La selección de modelo y umbral, así como la identificación de áreas de sub o sobrepredicción, fue realizada en la aplicación BioModelos (Velásquez-Tibatá *et al.*, 2019).

Para generar los modelos de distribución remanente se utilizó el módulo de coberturas de la tierra disponible en BioModelos (Fig. 1). Este módulo sigue la leyenda nacional de coberturas de la tierra en el nivel 3 de la metodología CORINE Land Cover (Ideam, 2010), y le permitió a los expertos ingresar a través de la aplicación las coberturas adecuadas para las especies de zamias de Colombia. Con base en esta información se desarrollaron mapas de distribución remanente mediante la intersección de los mapas de distribución potencial con las coberturas adecuadas para cada especie, utilizando la información de coberturas de la tierra disponible para el 2005-2009 (Ideam, 2010).

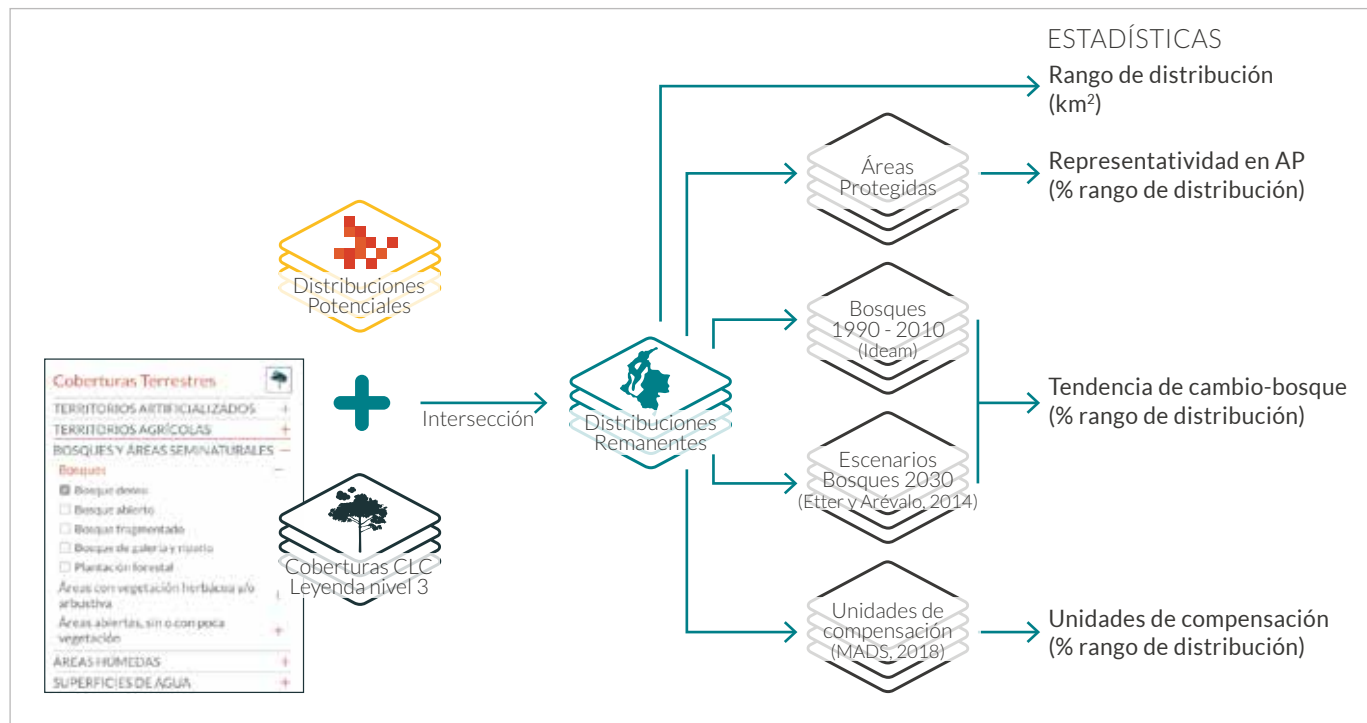


Fig. 1. Proceso espacial para la obtención de distribuciones actuales y estadísticas.

## CÁLCULO DE ESTADÍSTICAS

Con el fin de generar insumos para la evaluación de riesgo de extinción, basados en los registros y mapas de distribución potencial y remanente de cada especie, se calcularon las siguientes estadísticas:

- **Rango de distribución:** área (km<sup>2</sup>) total de distribución de la especie (potencial o remanente) en Colombia.
- **Extensión de ocurrencia:** corresponde al área (km<sup>2</sup>) del polígono mínimo convexo que abarca todos los registros disponibles para la especie. Esta medida puede ser utilizada como insumo para evaluaciones de riesgo de extinción (p. ej. Renjifo *et al.*, 2014).
- **Representatividad en áreas protegidas:** corresponde al porcentaje del área de distribución actual de cada especie que se encuentra bajo alguna figura de área protegida (Sinap, Reservas de Sociedad Civil y otras), de acuerdo a la información del registro único de áreas protegidas. ([runap.parquesnacionales.gov.co](http://runap.parquesnacionales.gov.co)).
- **Tendencias en coberturas de bosque:** corresponde al área de coberturas boscosas en el rango de distribución potencial de cada especie entre 1990 y el 2010, calculada usando el producto bosque-no bosque del Ideam (Olaya-Rodríguez *et al.*, 2018). Igualmente, se realizaron proyecciones del bosque remanente en el rango de distribución remanente de cada especie de acuerdo a los escenarios de deforestación desarrollados por Etter y Arévalo (2014).
- **Unidades de compensación:** se identificaron las unidades de compensación en las cuales tiene distribución remanente la especie y se calculó el porcentaje de esta distribución cubierta por las mismas.

Todos los análisis fueron desarrollados en el software R (R Core Team 2016).

## SÍNTESIS DE RESULTADOS

Se desarrollaron mapas de distribución para 20 especies de zamias. Las especies contaron en promedio con 11 registros (rango: 1-36). Los rangos de las especies fueron modelados usando MaxEnt (14 spp.), polígonos mínimos convexos o buffers alrededor de registros (5 spp.) y BIOCLIM (1 spp.). Con excepción de *Zamia restrepoi*, todos los modelos resultantes de esos métodos tuvieron que ser editados para remover áreas de errores de sobrepredicción espacial o altitudinal (19 spp.) y subpredicción (1 spp; *Z. amazonum*). La omisión de los mapas de distribución potencial fue en promedio del 4 % (rango: 0-21 %) y en la distribución remanente del 23 % (rango: 0-100 %), lo que implica que varios de los registros empleados en el desarrollo de modelos en la actualidad no cuentan con coberturas apropiadas para las especies modeladas. [Info correo BioModelos](#)

## Referencias

- Andi, IAvH, PNUD-BIOFIN, y TNC. (2018). *Compensaciones bióticas en proyectos lineales: lineamientos para su gestión efectiva*. Bogotá (Colombia). <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35169>
- Cincotta, R. P., Wisniewski, J., y Engelman, R. (2000). Human population in the biodiversity hotspots. *Nature*, 404(6781), 990-992.
- Erdei, B., Calonje, M., Hendy, A., y Espinoza, N. (2018). A review of the Cenozoic fossil record of the genus *Zamia* L.(Zamiaceae, Cycadales)—with recognition of a new species from the late Eocene of Panama—evolution and biogeographic inferences. *Bulletin of Geosciences*, 93(2), 1985-204.
- Escobar, D., Díaz Sánchez, S. R., Jojoa, L. M., Rudas, E., y Saavedra, J. (2015). *Georreferenciación de localidades: una guía de referencia para colecciones biológicas*. Repositorio Institucional de Documentación Científica Humboldt. Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9610>
- Etter, A., y Arévalo, P. A. (2014). Escenarios futuros de la cobertura forestal en Colombia. In *Biodiversidad 2014. Reporte de Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia* (pp. 57-58). Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. + [enlace](#)
- Fick, S. E., y Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315. <http://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Hurlbert, A. H., y Jetz, W. (2007). Species richness, hotspots, and the scale dependence of range maps in ecology and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33), 13384-13389. <http://doi.org/10.1073/PNAS.0704469104>
- Ideam. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, Escala 1:100.000*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2018). *Décimocuarto boletín de alertas tempranas de deforestación (AT-D) primer trimestre*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono-SMBYC - Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Recuperado de: [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023779/Boletin\\_14.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023779/Boletin_14.pdf)
- López-Gallego, M. C. (2015). *Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia*. Bogotá (Colombia): Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad de Antioquia. <http://bit.ly/2ZGmU3r>
- Muscarella, R., Galante, P. J., Soley-Guardia, M., Boria, R. A., Kass, J. M., Uriarte, M., y Anderson, R. P. (2014). ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(11), 1198-1205. <http://doi.org/10.1111/2041-210X.12261>
- Nix, H. A., y Busby, J. R. (1986). *BIOCLIM: a bioclimate analysis and prediction system*. Canberra (Australia): Division of Water and Land Resources.
- Olaya-Rodríguez, M. H., Velásquez-Tibatá, J., y Estupiñán-Suárez, L. M. (2018). Integrando la información de sensores remotos con modelos de distribución de especies para el monitoreo de la biodiversidad. Caso de estudio para las especies *Zamia amazonum* y *Zamia chigua*. *Biodiversidad En La Práctica*, 3(1), 74-98. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35155>
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., y Townsend Peterson, A. (2006). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34(1), 102-117. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259. <http://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2005.03.026>
- R Core Team. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna (Austria).
- Renjifo M., L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A. M., Kattán, G., Amaya-Espinel, J. D., y Burbano-Girón, J. (2014). *Libro rojo de aves de Colombia, volumen 1, Bosques húmedos de los Andes y la costa pacífica*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32545>
- Rodrigues, A. S. L., Akçakaya, H. R., Andelman, S. J., Bakarr, M. I., Boitani, L., Brooks, T. M., ... Yan, X. (2004). Global Gap Analysis: Priority Regions for Expanding the Global Protected-Area Network. *BioScience*, 54(12), 1092-1100. Recuperado de: <https://academic.oup.com/bioscience/article/54/12/1092/329532>
- Velásquez-Tibatá, J., Olaya-Rodríguez, M. H., López-Lozano, D., Gutiérrez, C., González, I., y Londoño-Murcia, M. C. (2019). BioModelos: a collaborative online system to map species distributions. *PLoS ONE* 14(3): e0214522. + [enlace](#)
- Zonneveld, B. J. M., y Lindström, A. J. (2016). Genome sizes for 71 species of *Zamia* (Cycadales: Zamiaceae) correspond with three different biogeographic regions. *Nordic Journal of Botany*, 34(6), 744-751.