Inventario Forestal Nacional de Colombia

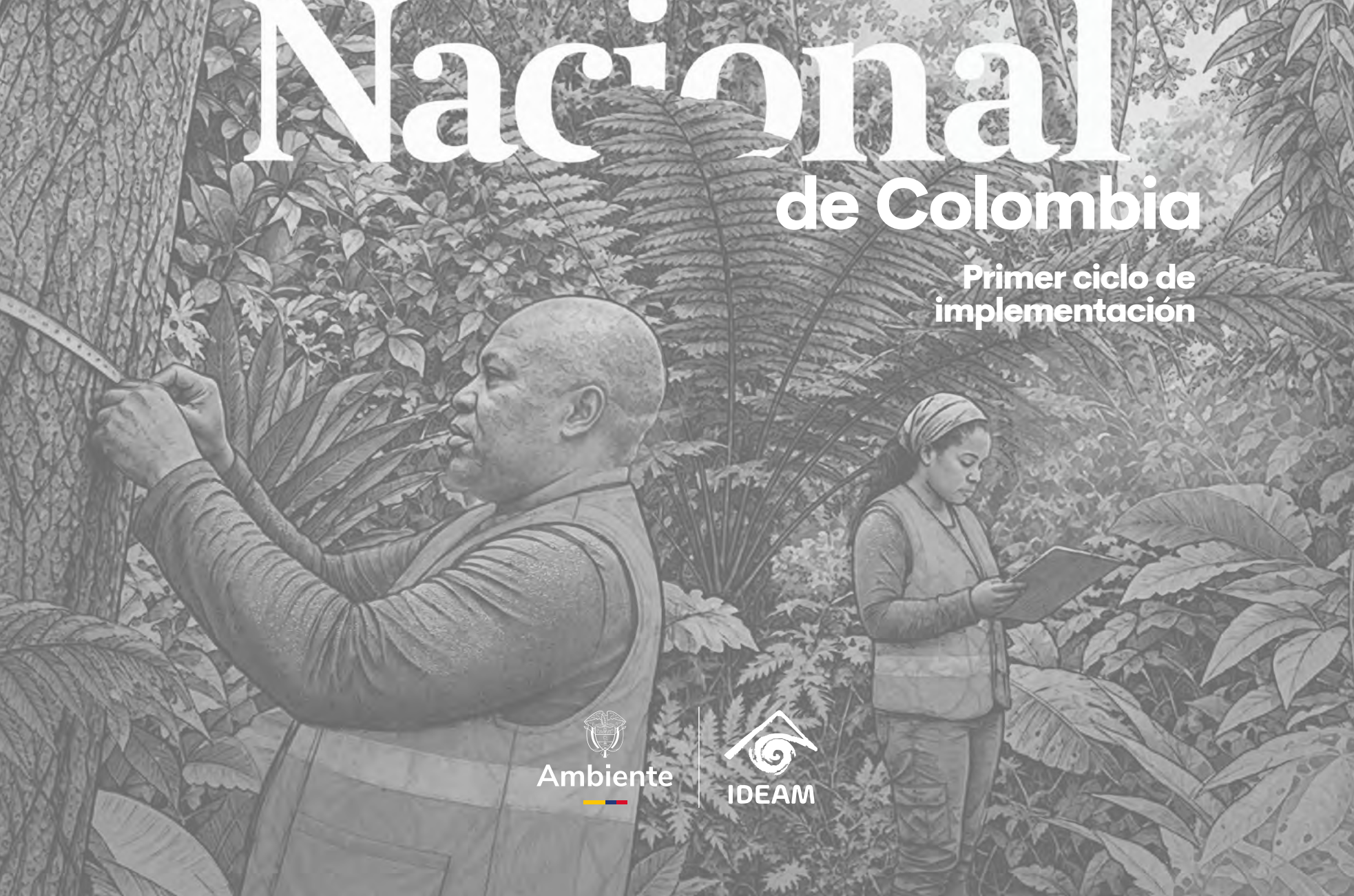
Primer ciclo de implementación

Ambiente

IDEAM

Inventario Forestal Nacional de Colombia

Primer ciclo de implementación



Ambiente

IDEAM

Presidencia de la República de Colombia

Abelardo de la Espriella Otero
Presidente de la República de Colombia

José Manuel Restrepo Abondano
Vicepresidente de la República de Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fabio Arjona Hincapié
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Gustavo Adolfo Guerrero Ruiz
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

David Felipe Olarte Amaya
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

Andrés Herkrath Sanclemente
Director general

Lorena Catalina Ramírez Duque
Secretaria general

Fabio Andrés Bernal Quiroga
Subdirector de Hidrología

Andrés Felipe Marmolejo Egred
Subdirector de Estudios Ambientales

Luis Mario Moreno Amado
Subdirector (e) de Ecosistemas e Información Ambiental

Diana Carolina Rueda Dimate
Subdirectora de Meteorología

Diana Carolina Rueda Dimate
Jefa (e) de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas

Olga Marcela Vargas Valenzuela
Jefa de Oficina Asesora de Planeación

Yohana Pineda Afanador
Jefa de Oficina de Informática

María Camila Lozano Martínez
Jefa de Oficina Asesora Jurídica

Adriana María Ocampo Loaiza
Jefa de Oficina de Control Interno

Miguel Ángel Ayala Tovar
Coordinador del Grupo de Comunicaciones y Prensa

Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental

Luis Mario Moreno Amado
Subdirector (e) y coordinador del Grupo de Bosques

Claudia Patricia Olarte Villanueva
Líder técnica del Inventario Forestal Nacional

Autores

Claudia Patricia Olarte Villanueva
Jorge Andrés Rodríguez Toro
Andrés Felipe Atehortúa Gómez
Juan Sebastián Ramírez Echeverry
Loren Sptefannie Baquero Carvajal
Óscar Fabián Merchán López
Laura Marcela Jiménez Acosta
René López Camacho

Colaboradores

Álvaro Javier Duque Montoya
Camilo Andrés Herrera Motta
Rubén Darío Jurado Bastidas

Edición técnica
Claudia Patricia Olarte Villanueva

Asesoría botánica
Andrés Felipe Atehortúa Gómez

Equipo Editorial

Andrés Felipe Tapiero Ríos
Coordinación editorial - Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam

Andrés Barragán Montaña
Coordinación editorial - .Puntoaparte Editores

Leonardo Realpe
Corrección de estilo - .Puntoaparte Editores

Mateo López Zúñiga
Dirección de arte y diseño editorial - .Puntoaparte Editores

Guillermo Torres Carreño
Dirección de ilustración - .Puntoaparte Editores

Ilustraciones de entradas de capítulo:
basadas en fotografías del Inventario Forestal Nacional - Ideam.

Esta publicación contiene material ilustrado generado con asistencia de IA (ChatGPT / Gemini) y con acompañamiento técnico del profesional florístico del Inventario Forestal Nacional.

Cítese como: Olarte Villanueva, C. P., Rodríguez Toro, J. A., Atehortúa Gómez, A. F., Ramírez Echeverry, J. S., Baquero Carvajal, L. S., Merchán López, Ó. F., Jiménez Acosta, L. M. y López Camacho, R. (2026). *Inventario Forestal Nacional de Colombia. Primer ciclo de implementación*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

ISBN (impreso): 978-958-5489-69-1
ISBN (digital): 978-958-5489-70-7
Depósito legal que establece la Ley.

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
Calle 25D 96B-70, Bogotá, D. C.
PBX: +57 (601) 352 7160
contacto@ideam.gov.co

Con el apoyo de:

Un Inventario Forestal Nacional para conocer los bosques, cuidar la biodiversidad y pensar en el futuro del país

Quien ha caminado por un bosque colombiano sabe que allí ocurre algo esencial para el país. Los bosques regulan el ciclo del agua, protegen los suelos, almacenan carbono y albergan buena parte de la biodiversidad de Colombia. También son el hogar y el sustento de comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas que han construido con ellos vínculos históricos. Por eso, cuando un bosque se pierde, el país pierde agua, especies y medios de vida. Hoy la deforestación, la fragmentación y la pérdida de hábitat presionan estos ecosistemas. Conservarlos es una tarea que nos compete a todos.

Los bosques son una de las grandes riquezas de Colombia y un ecosistema estratégico de su capital natural. La Agenda ABC (Agua, Biodiversidad y Comunidades) lo expresa con claridad: proteger los bosques es proteger el agua, la diversidad de la vida y el bienestar de quienes los habitan. Esa riqueza merece protección y esto exige conocerla. Nadie cuida bien lo que no conoce. Para conservar, restaurar y manejar sus bosques, Colombia necesita saber qué especies los componen, cómo se estructuran, cuánto carbono almacenan y qué presiones enfrentan. Además, el país requiere que esa información sea confiable, comparable y actualizada.

De esa convicción nació en 2007, el Inventario Forestal Nacional (IFN). La idea era ambiciosa: recorrer los bosques del país para caracterizarlos, comprenderlos y generar conocimiento riguroso y oportuno. Hoy, en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), celebramos con orgullo la entrega de esta publicación, que recoge los resultados del primer ciclo de implementación. Con ella, Colombia cuenta con una mirada de sus bosques naturales construida con una metodología estandarizada y una representatividad nacional, en las cinco regiones naturales del país.

Este trabajo aporta a la protección de los bosques de una manera concreta. Sus datos son el punto de referencia para seguir los cambios de los bosques en los próximos ciclos de medición. Ofrecen evidencia para orientar las prioridades de investigación, fortalecer las estrategias de conservación y promover el manejo sostenible de las especies forestales. Establece líneas base e información clave para soportar el futuro de la política pública asociada. En resumen, es un legado que el país recibe hoy y que seguirá al servicio de quienes tomen decisiones sobre el territorio en los años por venir.

Las páginas que siguen dan cuenta de la magnitud de este esfuerzo. El inventario reunió 76.787 registros botánicos en las cinco regiones naturales e identificó 5.047 taxones. Entre sus hallazgos hay 67 nuevos registros para Colombia (incluyendo un nuevo género y tres redescubrimientos notables), distribuidos en cuatro de las cinco regiones naturales y 12 posibles especies nuevas para la ciencia. Detrás de cada cifra hay jornadas de trabajo de campo, colecta e identificación.

Este libro muestra también que la diversidad forestal de Colombia es heterogénea. Cada región natural alberga conjuntos propios de especies, con patrones particulares de composición y abundancia. Aunque la Amazonía registra la mayor riqueza observada, los Andes presentan una distribución más equilibrada de la abundancia entre sus especies y mayores valores de diversidad efectiva y equitatividad. Estas diferencias nos enseñan que el monitoreo y la conservación deben partir de las particularidades ecológicas de cada región y de la complementariedad entre ellas.

El lector encontrará información sobre composición florística, diversidad, abundancia, estructura, volumen, biomasa y carbono. En conjunto, estos datos ofrecen una mirada integral de los bosques y una base de conocimiento para orientar su gestión y su monitoreo. Los resultados identifican especies y grupos de importancia para la conservación, y señalan alertas asociadas a la pérdida de hábitat, la deforestación, la fragmentación y otras presiones. Conservar un bosque va más allá de mantener su cobertura; exige proteger la diversidad de formas de vida que lo integran y las relaciones ecológicas que lo hacen funcionar.

El vínculo entre bosque y agua también está presente. Si bien el IFN no mide la oferta hídrica, la información que aporta sobre la composición, la estructura y la distribución de los bosques ayuda a comprender la relación entre la cobertura forestal, el funcionamiento de los ecosistemas y la sostenibilidad de los sistemas naturales que sustentan la vida. Reconocer ese vínculo es un paso hacia una gestión integral del territorio y la seguridad hídrica.

Los bosques tampoco están aislados de la sociedad. Son territorios de vida, conocimiento y relaciones culturales y económicas. Las comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas cumplen un papel esencial en su conocimiento, cuidado y manejo. Por lo tanto, el IFN incorporó una dimensión social y económica, clave para comprender este componente.

Este primer ciclo es un punto de partida. Un inventario forestal gana valor con cada nueva medición, porque permite comparar y entender cómo cambian los bosques. Es necesario, en este sentido, avanzar en el siguiente ciclo, fortalecer el muestreo en regiones y ecosistemas que requieren mayor representación, mejorar la identificación de las especies y consolidar mecanismos para que esta información llegue a los instrumentos de ordenamiento, conservación y manejo forestal.

En el Ideam entendemos la producción y divulgación de información ambiental como una responsabilidad con el país. Nada de esto habría sido posible sin el trabajo articulado de muchas personas e instituciones. Agradecemos a las entidades del Sistema Nacional Ambiental, a la comunidad científica, a las autoridades ambientales, a la cooperación internacional y a todos los actores que contribuyeron a generar este conocimiento. Hacemos un reconocimiento especial al Programa REM Visión Amazonía, cuya articulación y apoyo decididos fueron determinantes para que esta iniciativa se hiciera realidad.

Los bosques de Colombia seguirán cambiando y conocerlos a tiempo es la mejor manera de cuidarlos. Con este primer ciclo, el país tiene una base sólida. Darle continuidad al Inventario Forestal Nacional es la forma de asegurar que ese conocimiento siga creciendo y siga al servicio de las decisiones que protegen nuestro patrimonio natural.

Andrés Herkrath Sanclemente
Director general
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

Presentación

Los bosques naturales de Colombia son mucho más que una extensión de territorio cubierta de árboles: son sistemas naturales que sostienen la vida. Regulan el clima del planeta mediante el almacenamiento de carbono, mantienen la cantidad y la calidad del agua, albergan una extraordinaria biodiversidad con potencial para contribuir a la salud, ofrecen alimentos y materias primas, y preservan nuestra cultura y nuestros conocimientos ancestrales. Son un pilar fundamental para construir una economía regenerativa y de bienestar, compatible con su conservación.

Para un país forestal como Colombia, que cuenta con cerca de 58,9 millones de hectáreas de bosque natural, de los 114 millones de hectáreas de superficie continental que tenía al cierre de 2025, avanzar en su conocimiento es una condición indispensable para tomar mejores decisiones sobre su presente y su futuro.

En este contexto, la implementación del primer ciclo del Inventario Forestal Nacional (IFN) constituye un paso fundamental. Es el resultado de un esfuerzo colectivo que integra conocimientos tradicionales y científicos para avanzar hacia un conocimiento estandarizado, comparable y trazable de los bosques colombianos.

Para el Programa REM Visión Amazonía, participar en este proceso durante los últimos diez años ha representado una responsabilidad y, al mismo tiempo, una valiosa oportunidad para aportar al conocimiento de los bosques del país. Durante este periodo, el programa ha acompañado los esfuerzos de Colombia por reducir la deforestación en la región amazónica y fortalecer las capacidades de las comunidades para conservar el bosque. El IFN es una grilla, una capa de información que aporta datos esenciales para comprender la composición, diversidad, estructura, volumen, biomasa, carbono y amenazas de nuestros bosques. Esta información permite mirarlos desde una perspectiva que trasciende sus indicadores ecológicos y contribuye a avanzar en su manejo sostenible, optimizar costos y fortalecer procesos productivos basados en la biodiversidad.

La presente publicación incorpora los usos de las especies forestales y evidencia la relación histórica y cultural que las comunidades mantienen con ellas. Igualmente, documenta la participación de comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinas y locales, así como la generación de empleo y el dinamismo de las economías territoriales.

Esta mirada adquiere especial relevancia frente a los desafíos actuales y a la implementación de la Agenda ABC (Agua, Biodiversidad y Comunidades), que ubica estos tres elementos en el centro de la gestión ambiental del país. En este contexto, conocer el bosque significa también reconocer las oportunidades que ofrece para avanzar hacia una economía que valore la biodiversidad, promueva el manejo sostenible y permita generar bienestar sin destruir el patrimonio natural.

El propio IFN abre esa perspectiva al aproximarse a los usos de las especies forestales y señalar que su conocimiento puede contribuir a identificar alternativas económicas basadas en los recursos del bosque, en el marco de la bioeconomía o, más propiamente, de la economía de selva. Es precisamente allí donde conceptos como el manejo forestal sostenible y los productos forestales maderables y no maderables adquieren sentido. No se trata únicamente de aprovechar recursos, sino de conocerlos, manejarlos de manera persistente y responsable, agregarles valor y convertir el bosque en pie en una fuente legítima de oportunidades para quienes lo habitan y lo protegen.

Desde REM Visión Amazonía entendemos que conservar el bosque es mucho más que mantener la cobertura forestal, también implica generar conocimiento, promover la participación y desarrollar alternativas sostenibles. La experiencia territorial del programa durante los últimos diez años ha demostrado la importancia de fortalecer las capacidades de las comunidades locales para avanzar hacia modelos de manejo forestal sostenible y nuevas oportunidades económicas alrededor del bosque en pie.

Por estas razones, esta publicación tiene también un profundo valor pedagógico. El conocimiento que albergan sus páginas puede ser utilizado por estudiantes, investigadores, docentes, autoridades ambientales, organizaciones comunitarias, profesionales del sector forestal y nuevas generaciones de colombianos interesados en conocer, comprender y cuidar los bosques del país.

Los resultados del IFN no deben permanecer únicamente en los espacios académicos especializados. También deben convertirse en conocimiento útil y accesible, capaz de generar nuevas preguntas, aprendizajes y decisiones. De ahí la importancia de esta publicación, que, en últimas, es una invitación a mirar nuestros bosques con otros ojos: como patrimonio natural, fuente de vida y territorio de comunidades, pero también como una oportunidad para construir un modelo de desarrollo en el que el agua, la biodiversidad y las comunidades avancen de manera articulada mediante el manejo sostenible y la consolidación de una economía de selva que genere bienestar para quienes habitan y conservan estos territorios.

José Yunis Mebarak
Coordinador general
Programa REM Visión Amazonía

Agradecimientos

El Inventario Forestal Nacional de Colombia (en adelante, IFN) es fruto de un ejercicio colectivo sin el cual no hubiese sido posible su realización, por lo que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), como coordinador y líder del proceso, reconoce y agradece a cada una de las personas e instituciones nacionales e internacionales que contribuyeron a su realización.

Entre los cooperantes internacionales, se reconoce el apoyo del Pilar 5 Condiciones Habilitantes del Programa Global REDD Early Movers (en adelante, REM)-Pagos por Resultados de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (en adelante, REDD+), del Gobierno de la República Federal de Alemania, el Reino de Noruega y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, en el marco del Programa Visión Amazonía; de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (en adelante, GIZ, por su sigla en alemán); de Silva-Carbon (Programa de Cooperación Técnica Interinstitucional del Gobierno de Estados Unidos); de Global Forest Observations Initiative (Iniciativa Global de Observaciones Forestales); de Science for a Changing World (Ciencia para un Mundo Cambiante); del Banco Interamericano de Desarrollo (en adelante, BID); del Banco Mundial, a través del proyecto Biocarbono Orinoquía-Paisajes Sostenibles; y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (en adelante, FAO).

A nivel nacional, es fundamental resaltar el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante, Minambiente), particularmente de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (en adelante, DANE) y su Dirección de Cuentas Ambientales; del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (en adelante, IAvH); del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (en adelante, Sinchi); del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (en adelante, IIAP); de Parques Nacionales Naturales de Colombia (en adelante, PNN); así como de la Corporación para la Investigación, el Desarrollo Sostenible y la Promoción Social (en adelante, Corprogreso), ONF Andina y el Fondo Mundial para la Naturaleza (en adelante, WWF, por sus siglas en inglés).

Reconocemos la labor de la Asociación Colombiana de Herbarios (en adelante, ACH) y de sus herbarios asociados en la determinación botánica de las muestras: Herbario Amazónico Colombiano Dairon Cárdenas López (en adelante, COAH); Herbario de la Universidad Tecnológica del Chocó; Herbario Nacional Colombiano (Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá); Herbario Luis Sigifredo Espinal Tascón (Universidad del Valle) (en adelante, CUVC); Herbario Federico Medem Bogotá (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt) (en adelante, FMB); Herbario de la Universidad de Antioquia (en adelante, HUA); Herbario del Jardín Botánico "Guillermo Piñeres" (en adelante, JBPG); Herbario de la Universidad de los Llanos (en adelante, LLANOS); Herbario Universidad de Nariño (en adelante, PSO); Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha Vega (Universidad Distrital) (en adelante, UDBC); Herbario del Jardín Botánico de Medellín "Joaquín Antonio Uribe" (en adelante, JAUM); y Herbario Gabriel Gutiérrez Villegas (Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín) (en adelante, MEDEL).

En el ámbito académico y técnico, el Ideam destaca los aportes de la Universidad Distrital, la Universidad del Tolima y la Universidad Nacional de Colombia, a través de sus sedes en Bogotá, Ibagué, Medellín y Palmira, así como del Instituto de Ciencias Naturales.

Como los actores primarios del proceso, se reconoce el esfuerzo y la participación de las comunidades locales y de los territorios colectivos de comunidades negras e indígenas que, como coinvestigadores y a través de su sabiduría ancestral, enriquecieron el conocimiento sobre las especies forestales.

Por último, el Ideam resalta la participación de ingenieros forestales, ingenieros agroforestales, biólogos, ecólogos y técnicos que, en su desempeño como brigadistas de campo, supervisores y profesionales de apoyo técnico, hicieron posible la realización de un proyecto de la envergadura del IFN.



Miconia theazans

Contenido

| Introducción. **P. 10** |
| 1. Historia de la ejecución del Inventario Forestal Nacional (primer ciclo). **P. 11** |
| 2. Estado de los bosques del país. **P. 23** |
| 3. Composición de especies de los bosques colombianos. **P. 33** |
| 4. Resultados de diversidad forestal. **P. 69** |
| 5. Análisis de estructura y existencias de los bosques. **P. 97** |
| 6. Condición de los individuos (forma y daños). **P. 131** |
| 7. Análisis integral de resultados de diversidad. **P. 135** |
| 8. Aproximación a los usos de las especies forestales en las regiones de Colombia. **P. 145** |
| 9. Huella social y económica del IFN. **P. 161** |
| 10. Análisis de incertidumbre. **P. 171** |
| 11. Lecciones aprendidas. **P. 175** |
| Recursos complementarios. **P. 180** |

Lista de figuras

Figura 1. Distribución de conglomerados del primer ciclo de implementación del Inventario Forestal Nacional | **P. 15** |

Figura 2. Elementos del diseño conceptual y metodológico del IFN | **P. 16** |

Figura 3. Unidad de muestreo del IFN | **P. 17** |

Figura 4. Hábitos de individuos del IFN | **P. 17** |

Figura 5. Elementos constitutivos del manual de campo del IFN | **P. 18** |

Figura 6. Esquema de identificación y tratamiento de errores para el aseguramiento de la calidad de los datos del IFN | **P. 20** |

Figura 7. Categorías de tamaño de los individuos forestales y factores de corrección por superficie | **P. 21** |

Figura 8. Distribución del paisaje colombiano | **P. 26** |

Figura 9. Distribución del territorio según el clima en Colombia | **P. 27** |

Figura 10. Tipos de ecosistemas boscosos en Colombia | **P. 29** |

Figura 11. Tipos de ecosistemas boscosos de Colombia y su caracterización desde el IFN | **P. 30** |

Figura 12. Distribución de las especies registradas en Colombia por grupo taxonómico | **P. 35** |

Figura 13. Niveles de determinación taxonómica del IFN por región biogeográfica | **P. 36** |

Figura 14. Riqueza taxonómica nacional del IFN por categoría de tamaño | **P. 39** |

Figura 15. Riqueza taxonómica del IFN por región natural | **P. 40** |

Figura 16. Familias, géneros y especies más abundantes a escala nacional | **P. 41** |

Figura 17. Hábitos de crecimiento presentes en todos los conglomerados del IFN | **P. 42** |

Figura 18. Hábitos de crecimiento del IFN por región natural | **P. 42** |

Figura 19. Novedades taxonómicas potenciales a partir del IFN | **P. 45** |

Figura 20. Novedades corológicas a partir de los datos del IFN | **P. 46** |

Figura 21. Endemismo por región natural en el IFN | **P. 48** |

Figura 22. Participación de la región Andina en la abundancia de especies endémicas de Colombia | **P. 49** |

Figura 23. Especies con menor IVI a escala nacional en el IFN | **P. 50** |

Figura 24. Especies del IFN según las categorías de amenaza de la UICN | **P. 52** |

Figura 25. Distribución regional de especies incluidas en categorías de la UICN en el IFN de Colombia | **P. 52** |

Figura 26. Especies CITES en el IFN | **P. 54** |

Figura 27. Especies amenazadas, de acuerdo con el análisis de la Resolución 0126 de 2024, registradas en el IFN por categoría de criticidad | **P. 56** |

Figura 28. Especies amenazadas, de acuerdo con el análisis de la Resolución 0126 de 2024, en el IFN por región natural | **P. 59** |

Figura 29. Especies vedadas por región natural | **P. 60** |

Figura 30. Especies vedadas más destacadas por región | **P. 60** |

Figura 31. Mapa de distribución de especies CITES (Apéndice II), priorizadas en el Inventario Forestal Nacional, dentro de la jurisdicción de las CAR | **P. 63** |

Figura 32. Mapa de distribución de especies priorizadas por amenaza y endemismo en el Inventario Forestal Nacional, dentro de la jurisdicción de las CAR | **P. 64** |

Figura 33. Categorización de áreas de pérdida de diversidad forestal sobre NAD | **P. 66** |

Figura 34. Especies identificadas dentro de los núcleos activos de deforestación (NAD) con alto riesgo | **P. 67** |

Figura 35. Distribución de especies en núcleos activos de deforestación y áreas de influencia con riesgo inminente de pérdida identificadas a partir de los análisis del IFN | **P. 68** |

Figura 36. Cronología de los índices de diversidad | **P. 72** |

Figura 37. Número de individuos contenidos en la muestra del IFN y su relación porcentual por abundancia, superficie y conglomerados | **P. 74** |

Figura 38. Riqueza de especies en la muestra del IFN | **P. 75** |

Figura 39. Curva de rarefacción individual | **P. 76** |

Figura 40. Índice de diversidad de Simpson (1 - D) | **P. 76** |

Figura 41. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') | **P. 78** |

Figura 42. Índice de diversidad de Pielou (J) | **P. 79** |

Figura 43. Estimador de riqueza Chao1 | **P. 80** |

Figura 44. Índice de reemplazo cualitativo de Whittaker (βw) | **P. 81** |

Figura 45. Índice de reemplazo cualitativo de Williams (βwms) | **P. 82** |

Figura 46. Dendrograma de agrupamiento jerárquico basado en la disimilitud de Bray-Curtis entre las regiones biogeográficas | **P. 83** |

Figura 47. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y los Andes | **P. 84** |

Figura 48. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y el Caribe | **P. 85** |

Figura 49. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y la Orinoquía | **P. 86** |

Figura 50. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y el Pacífico | **P. 87** |

Figura 51. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre los Andes y el Caribe | **P. 88** |

Figura 52. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre los Andes y la Orinoquía | **P. 89** |

Figura 53. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre los Andes y el Pacífico | **P. 90** |

Figura 54. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre el Caribe y la Orinoquía | **P. 91** |

Figura 55. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre el Caribe y el Pacífico | **P. 92** |

Figura 56. Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Orinoquía y el Pacífico | **P. 93** |

Figura 57. Curva de rarefacción global | **P. 95** |

Figura 58. Estimación del *pool* de especies a escala nacional | **P. 96** |

Figura 59. Porcentaje de participación de los diferentes hábitos de crecimiento | **P. 100** |

Figura 60. Número de individuos arbóreos en coberturas boscosas, clasificados por categoría diamétrica | **P. 102** |

Figura 61. Diámetro cuadrático medio de las especies forestales en coberturas boscosas | **P. 103** |

Figura 62. Área basal de las especies forestales en coberturas boscosas | **P. 104** |

Figura 63. Índice máximo de agregación | **P. 105** |

Figura 64. Parámetros del modelo de Weibull por región y hábito de crecimiento | **P. 107** |

Figura 65. Distribuciones de diámetro y altura de las especies arbóreas | **P. 109** |

Figura 66. Distribuciones de diámetro y altura de los helechos arbóreos | **P. 111** |

Figura 67. Distribuciones de diámetro y altura de las palmas | **P. 113** |

Figura 68. Especies con mayor peso ecológico (IVI) a escala nacional | **P. 114** |

Figura 69. Especies con mayor peso ecológico (IVI) por región natural | **P. 116** |

Figura 70. Especies de menor peso ecológico (IVI) a nivel nacional | **P. 118** |

Figura 71. Principales especies de mayor valor fitosociológico en el estrato superior | **P. 119** |

Figura 72. Principales especies de mayor valor fitosociológico en el estrato medio | **P. 119** |

Figura 73. Principales especies de mayor valor fitosociológico en el estrato inferior | **P. 120** |

Figura 74. Especies con mayor índice de posición sociológica | **P. 120** |

Figura 75. Volumen (m^3 ha^{-1}) y volumen total por región natural | **P. 121** |

Figura 76. Especies con mayor volumen acumulado a escala nacional | **P. 122** |

Figura 77. Especies de mayor cantidad de volumen por región natural | **P. 123** |

Figura 78. Biomasa y carbono del componente aéreo por región natural | **P. 125** |

Figura 79. Biomasa y carbono del componente subterráneo por región natural | **P. 126** |

Figura 80. Reservas totales de biomasa y carbono acumuladas en los bosques naturales | **P. 127** |

Figura 81. Especies con mayor cantidad de biomasa aérea acumulada a escala regional y nacional | **P. 128** |

Figura 82. Especies de mayor cantidad de biomasa aérea acumulada a nivel nacional | **P. 129** |

Figura 83. Carbono orgánico del suelo en coberturas boscosas | **P. 130** |

Figura 84. Cantidad de individuos por región biogeográfica, con fustes acanalados, inclinados, irregulares y raíces tablares | **P. 133** |

Figura 85. Cantidad de individuos por región biogeográfica con presencia de algún tipo de daño biológico o mecánico en el tronco | **P. 134** |

Figura 86. Representatividad del Inventario Forestal Nacional | **P. 137** |

Figura 87. Taxones por región natural y total de registros botánicos | **P. 139** |

Figura 88. Índices de reemplazo para la región biogeográfica de la Amazonía | **P. 140** |

Figura 89. Recomendaciones para la priorización de estrategias | **P. 144** |

Figura 90. Usos, propiedades y aplicaciones de las cinco especies más importantes a escala nacional | **P. 147** |

Figura 91. Representación de los usos de cinco especies para la región de la Amazonía | **P. 151** |

Figura 92. Representación de los usos de cinco especies para la región Caribe | **P. 153** |

Figura 93. Distribución de usos por especie en la región del Pacífico | **P. 154** |

Figura 94. Distribución de usos por especie en la región de la Orinoquía | **P. 156** |

Figura 95. Distribución de usos por especie en la región Andina | **P. 159** |

Figura 96. Propiedad de los bosques en porcentaje | **P. 164** |

Figura 97. Mapa de distribución de conglomerados del primer ciclo de implementación del IFN en territorios colectivos de comunidades indígenas y afrodescendientes, y en zonas de reserva campesina | **P. 164** |

Figura 98. Número de empleos directos generados para el personal operativo de campo por región | **P. 165** |

Figura 99. Número de empleos directos generados para el personal operativo de campo del Inventario Forestal Nacional, 2015–2023 | **P. 166** |

Figura 100. Participación de las mujeres por nivel en el IFN | **P. 167** |

Figura 101. Número de empleos generados para profesionales y coinvestigadores locales en el operativo de campo del IFN, según sexo | **P. 168** |

Figura 102. Comparación de la participación de las mujeres por categoría de empleo profesional | **P. 169** |

Figura 103. Comparación de la participación de las mujeres por categoría de empleo entre los coinvestigadores locales | **P. 170** |

Figura 104. Estándares del DANE para el CVE | **P. 174** |

Introducción

Desde la aparición del ser humano sobre la Tierra, el uso de los bosques como refugio seguro, fuente de alimento y suministro de materias primas para calentarse o construir herramientas ha sido una constante (Mytting, 2011). Esta relación marcó, en algunos periodos históricos, la desaparición de grandes áreas naturales y la merma de especies forestales muy apetecidas por la calidad de su madera. Un ejemplo de ello se evidencia en Europa, donde el avance de la deforestación, a causa de la transformación de tierras para la agricultura, la ganadería y la industria, llevó a la casi total desaparición de los bosques naturales de la región (LiveEO, 2023).

Ante la necesidad de manejar y controlar un recurso ya de por sí escaso, nacen las primeras técnicas de medición forestal o lo que conocemos hoy en día como "dasometría" o "mensura forestal". De acuerdo con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, s. f.), entre los siglos XVII y XVIII se dan los primeros avances en técnicas forestales relacionadas con la medición de volúmenes y el empleo de fórmulas matemáticas para su cálculo, que fueron mejoradas hacia el siglo XIX por el alemán J. Heinrich Cotta, conocido como el padre de la silvicultura moderna por su aporte a los procesos de inventario forestal y métodos de cubicación de la madera (Soto de Prado y Otero, 2010).

Paralelamente al avance del conocimiento forestal y con el impulso de la Ilustración, se desarrollaron las primeras expediciones científicas en el continente americano. Una de ellas fue la adelantada por José Celestino Mutis en el Nuevo Reino de Granada que, si bien tuvo un enfoque botánico, permitió recolectar, entre 1783 y 1816, más de 20.000 especímenes vegetales y clasificar importantes familias forestales (Instituto Colombiano de Antropología e Historia [ICANH], s. f.).

A partir de los aportes europeos y hasta la actualidad, los inventarios forestales han constituido herramientas fundamentales para suplir los requerimientos de información de iniciativas e informes globales, como la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA, por sus siglas en inglés), los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), los criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) y el Informe Bienal de Transparencia (BTR), entre otros. Estos instrumentos requieren información sobre los bosques obtenida mediante inventarios estandarizados y representativos del territorio.

A raíz de esta necesidad surge el Inventario Forestal Nacional (IFN) de Colombia, resultado de un trabajo colectivo del sector ambiental que permite profundizar, de manera articulada y estandarizada, en el conocimiento de los ecosistemas boscosos colombianos. El IFN genera, por primera vez a nivel nacional, un marco conceptual y metodológico de referencia que garantiza la integridad ambiental, la transparencia, la exactitud, la exhaustividad, la comparabilidad y la coherencia de la información recolectada.

Es así como se presentan en este documento los resultados consolidados del primer ciclo de implementación del IFN, que servirán de base para encaminar y definir futuras acciones que permitan incorporar los bosques (más del 50 % del territorio colombiano) en los procesos de planificación territorial a nivel nacional, regional y local; contribuir a la contabilidad del patrimonio natural nacional; apoyar la toma de decisiones sobre el uso sostenible de las áreas boscosas; y comunicar de manera transparente las emisiones provenientes de los bosques naturales por procesos de deforestación y degradación, así como sus absorciones, contribuyendo así a la construcción del marco de transparencia reforzado de Colombia en materia de cambio climático.

En este contexto, el primer capítulo presenta la historia de la planificación, construcción y desarrollo operativo, técnico y logístico del IFN y aborda los principales elementos conceptuales y metodológicos empleados en su implementación. El segundo capítulo presenta el estado actual de los bosques colombianos y su clasificación desde una perspectiva ecosistémica, para lo cual emplea los elementos del Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia.

Los capítulos tercero y cuarto abordan los resultados de los análisis de composición florística y diversidad forestal en los ámbitos nacional y regional. Posteriormente, el quinto capítulo presenta los resultados de los análisis sobre existencias forestales, con indicadores relacionados con el número de individuos, el diámetro cuadrático medio, el área basal, el volumen, la biomasa y el carbono. El séptimo capítulo examina estos resultados de manera integral. Finalmente, los últimos capítulos del documento presentan la huella económica y social del IFN, más allá de sus aportes en materia de diversidad y carbono.

1

Historia de la ejecución del Inventario Forestal Nacional (primer ciclo)

| 1.1. Elementos metodológicos del IFN. P. 16 | 1.2. Levantamiento de los datos de campo. P. 18 | 1.3. Postoperativo de campo. P. 20 |

Los bosques son reconocidos como un recurso estratégico del país (CONPES 2834 de 1996), por lo que la realización del IFN constituye un hito de relevancia nacional y una apuesta de la institucionalidad ambiental para reconocer y valorar la diversidad forestal colombiana.

1.415
conglomerados levantados

1.479
muestra planeada

Historia de la ejecución del Inventario Forestal Nacional (primer ciclo)

Eschweilera coriacea



En sus fases pioneras de planificación, el Inventario Forestal Nacional colombiano surge como resultado de las estrategias definidas tanto en la Política de Bosques (CONPES 2834 de 1996) como en el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF), en los que se señalaba como una necesidad del país la planificación del recurso basada en la zonificación y el ordenamiento de los ecosistemas forestales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s. f.).

Así, hacia 2007, y con el consenso de actores académicos, de investigación e institucionales —ministerios, Parques Nacionales y autoridades ambientales regionales (AAR)[1]—, se concertaron los primeros elementos de contexto para su desarrollo.

En 2009, en el marco de un trabajo articulado con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), como ente rector de las estadísticas oficiales del país, se elaboró el diseño del marco conceptual y metodológico del IFN, así como los primeros formatos y manuales de campo que, aunque se han modificado desde entonces, constituyeron la base para avances posteriores.

Entre 2013 y 2014, con el apoyo del Servicio Forestal de Estados Unidos, el programa SilvaCarbon y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés), se llevó a cabo una modificación del diseño metodológico y operativo del IFN, así como de los instrumentos de captura. Estos avances permitieron que, en 2015, mediante alianzas con organismos de cooperación internacional y gracias a la voluntad política del Gobierno para invertir recursos del Presupuesto General de la Nación, se iniciara su implementación en campo.

1. Cuando se hable en este documento de autoridades ambientales regionales, deberá entenderse que incluyen a las corporaciones autónomas regionales, corporaciones de desarrollo sostenible y establecimientos públicos ambientales.

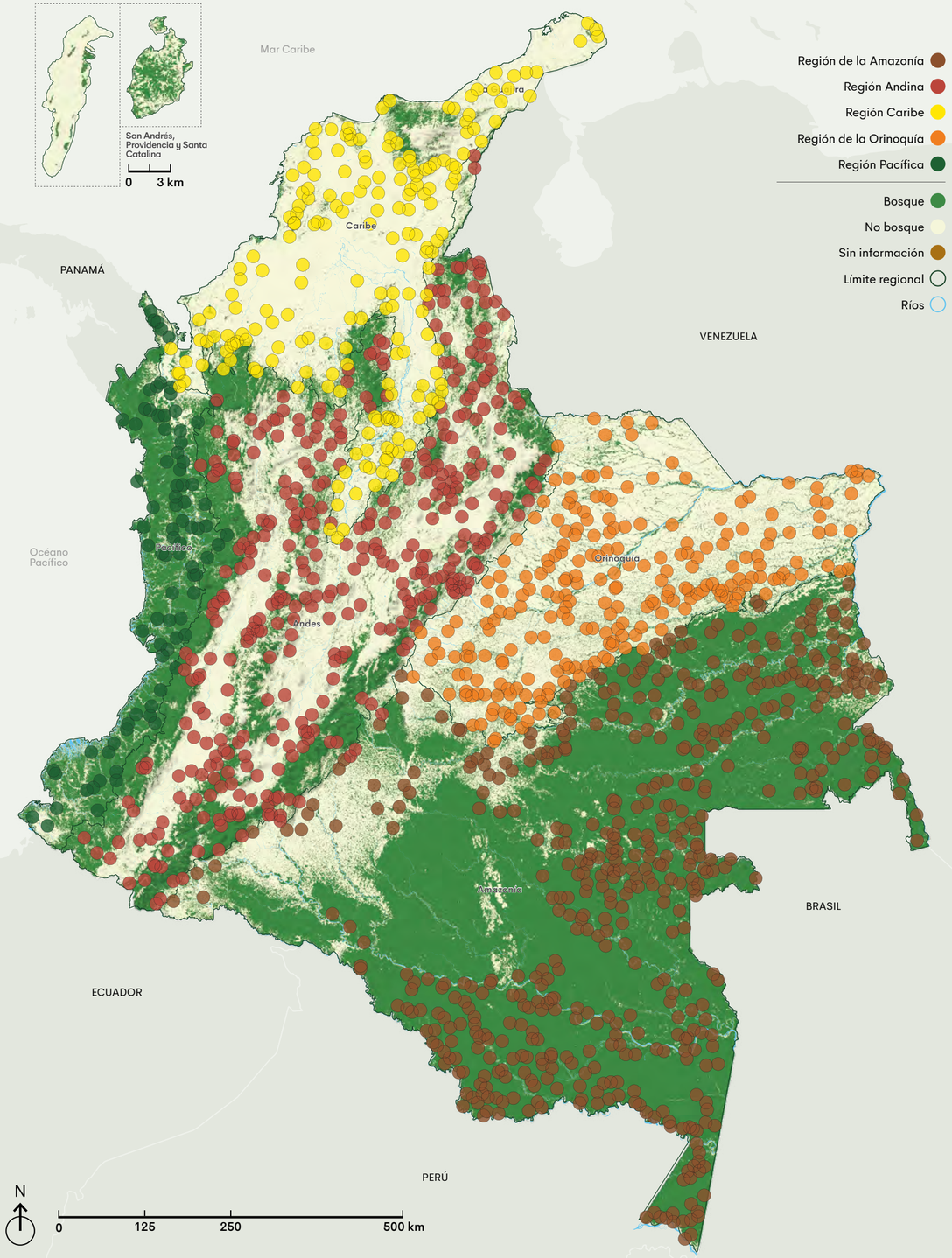
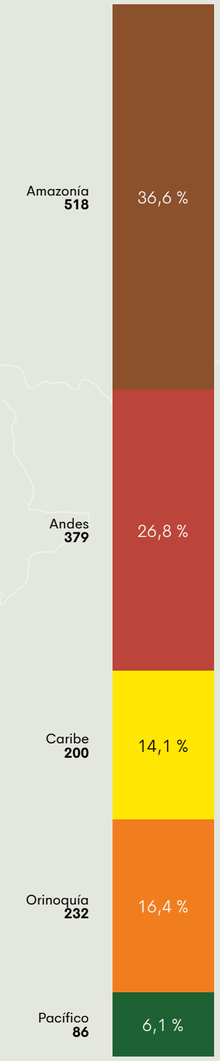


Figura 1.
Distribución de conglomerados del primer ciclo de implementación del Inventario Forestal Nacional

Fuente: equipo IFN.



Durante los primeros años de ejecución, y dada la envergadura del IFN y la logística requerida para su desarrollo, fue necesario ajustar los esquemas institucionales, operativos, logísticos y técnicos. Estos ajustes se recogieron finalmente en el *Documento Marco Rector de Implementación del Inventario Forestal Nacional*, publicado en 2021.

Un hito importante del proyecto fue la expedición del Decreto 1655 de 2017, mediante el cual se esbozó la arquitectura institucional para recopilar la información oficial en materia de bosques y cuantificar el carbono forestal. De esta manera, se consolidó el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), que permite dar cumplimiento a los compromisos en materia de cambio climático. El Decreto reconoce al IFN como uno de los tres instrumentos clave para capturar información sobre el estado y la composición de los bosques y sus cambios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En 2021, con la expedición de la Ley 2169 o Ley de Acción Climática, se estableció el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), del cual el IFN forma parte como uno de sus subsistemas. El IFN provee información oficial para cuantificar el carbono forestal del país, fundamental para las metas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y de carbono neutralidad (Congreso de la República de Colombia, 2021).

Finalmente, en diciembre de 2023, tras un arduo proceso de levantamiento en campo que superó dificultades logísticas, climáticas, topográficas, operativas y de orden público, además de una emergencia sanitaria, se consolidó la fase de levantamiento de campo del IFN, con la ejecución de 1.415 conglomerados, distribuidos en todo el territorio colombiano y por región natural, como se muestra en la Figura 1.

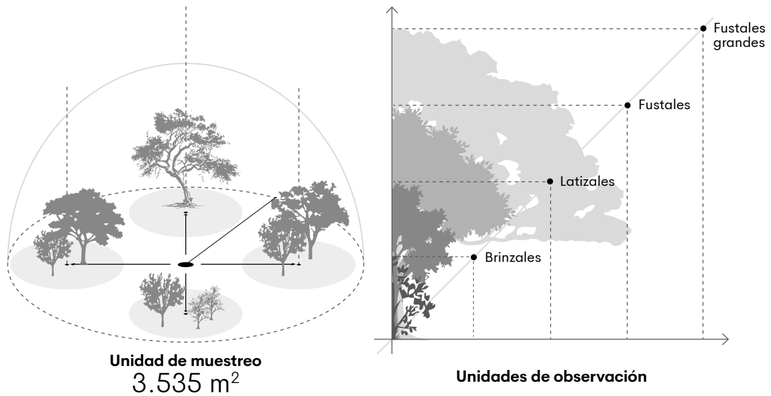
1.1

Elementos metodológicos del IFN

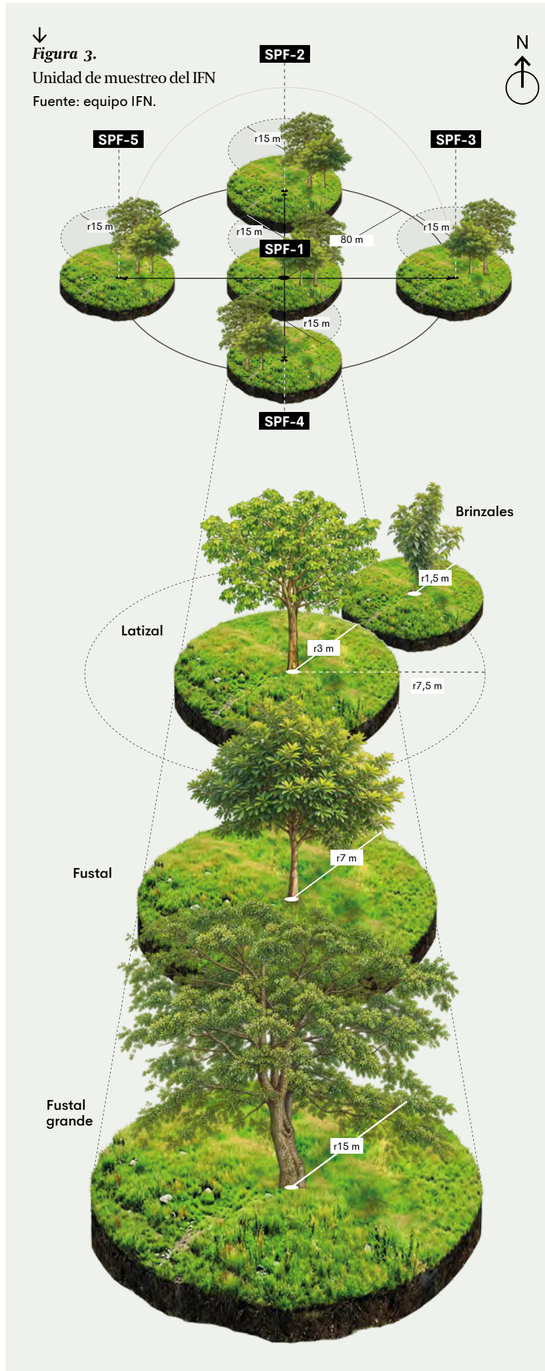
El IFN de Colombia está basado en un diseño geoestadístico (probabilístico, posestratificado y de conglomerados de áreas), de muestreo aleatorio simple (MAS) (Olarte Villanueva *et al.*, 2021).

A fin de ubicar el medio de acceso a la población de estudio (áreas de bosque, no bosque y sin información) y como apoyo para la selección de las unidades de muestreo (conglomerados) y posteriormente servir como instrumento en la planificación y el desarrollo del operativo de campo, el IFN diseñó un marco geoestadístico basado en cuadrículas imaginarias de diferentes tamaños: 24 × 24 km, 12 × 12 km, 6 × 6 km, 3 × 3 km y 1,5 × 1,5 km. Las dos primeras divisiones constituyen la grilla principal que se emplea en los procesos nacionales de selección de la muestra y la sobremuestra, y las demás son utilizadas para anidar al IFN procesos regionales y locales de planificación forestal, lo que garantiza la consistencia y estandarización de la información a diferentes escalas (Olarte Villanueva *et al.*, 2021) (Figura 2).





→
Figura 2.
Elementos del diseño conceptual y metodológico del IFN
Fuente: equipo IFN.



↓
Figura 3.
Unidad de muestreo del IFN
Fuente: equipo IFN.

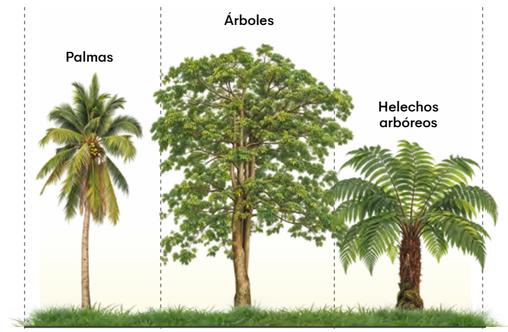
Cada uno de los cuadrantes principales se codifica de manera consecutiva, por lo que los conglomerados ubicados en ellos heredan esta codificación hasta completar un código de seis dígitos. El primer número que identifica el conglomerado corresponde al número de la parcela de la grilla de 24 × 24 km; el segundo, al código de la subparcela de la grilla de 12 × 12 km; el tercero, al código de la subparcela de la grilla de 6 × 6 km; y el último número de la codificación empleada corresponde al ciclo del operativo de campo que se esté implementando (Olarte Villanueva *et al.*, 2021, p. 50).

La selección de los puntos de muestreo dentro de cada cuadrícula de 24 × 24 km se realiza aleatoriamente mediante el método de coordinado negativo. Los conglomerados (unidades de muestreo) del IFN están conformados por cinco subparcelas circulares, dispuestas ortogonalmente entre sí a partir de las coordenadas correspondientes al punto central. El área total efectiva muestreada en cada conglomerado es de 3.535 m² (0,354 ha), correspondiente a 707 m² (15 m de radio) por subparcela (Figura 3).

En el interior de las unidades de observación, el IFN mide tres tipos de hábitos: árboles, palmas y helechos, como se aprecia en la Figura 4.

La definición del tamaño de la muestra del IFN se realiza a nivel nacional tomando como referencia el área de bosque natural (primera variable de posestratificación) por región natural (segunda variable de posestratificación). A partir de estas variables y con base en la modelación de diferentes escenarios, se definió como variable objetivo el volumen, para el cual se precisó un coeficiente de variación estimado (CVE) del 5 % y un nivel de confianza del 95 %. De esta manera, se obtuvo un tamaño de muestra de 1.479 conglomerados, distribuidos así: Amazonía, 595; Andes, 379; Caribe, 200; Orinoquía, 218; y Pacífico, 87.

↓
Figura 4.
Hábitos de individuos del IFN



Fuente: equipo IFN.

1.2

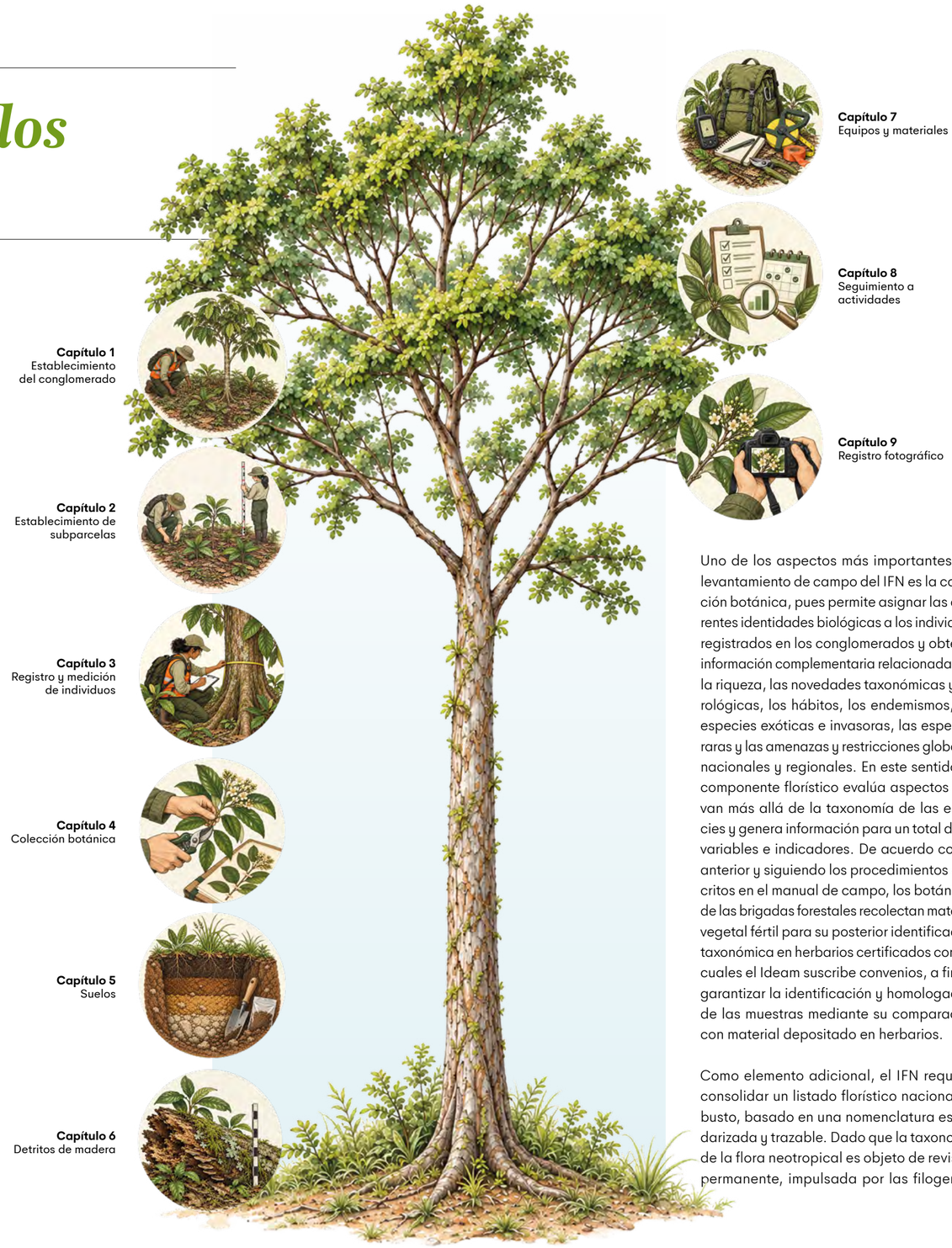
Levantamiento de los datos de campo

La fase operativa de campo del IFN de Colombia se diseñó para ser levantada regionalmente, atendiendo a que su diseño está estructurado en posestratos, uno de los cuales corresponde a las regiones naturales: Amazonía, Orinoquía, Pacífico, Caribe y Andes. Atendiendo a lo anterior, y para realizar dicho levantamiento, se trabajó, en calidad de operadores logísticos, con los institutos de investigación ambiental (IIA): Sinchi (región amazónica), IAvH (Caribe, Orinoquía y Andes), IIAP (Pacífico) y, en su fase final, con la FAO y la Corporación para el Desarrollo Social Sostenible (Corprogreso) (Andes y Caribe). Estas entidades se encargaron de ejecutar en campo y de acuerdo con los protocolos, procedimientos y guías definidos por el Ideam, para asegurar la evaluación continua y calidad de los datos, las actividades de coordinación, operación, logística, contratación de personal, sensibilización y socialización comunitaria, y levantamiento de formatos de campo, en cumplimiento de protocolos, procedimientos y guías definidos por el Ideam, con el fin de asegurar la evaluación continua de la calidad de los datos y su evaluación.

Acorde con lo anterior y con base en el *Manual de campo del IFN*, versión 5.2, se registran datos sobre la localización del conglomerado, la ruta al campamento, la ruta al conglomerado, el esquema del conglomerado y las subparcelas; se realiza el registro y la medición de individuos, la colección botánica, el muestreo de suelos y el muestreo de detritos de madera en transectos; se envían las muestras botánicas al herbario y las muestras de suelo y los detritos de madera al laboratorio; y se registran los equipos y materiales, el seguimiento de las actividades y el registro fotográfico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], 2021). La Figura 5 muestra el contenido de los capítulos del manual de campo.

Al interior de cada subparcela, a cada uno de los individuos registrados en los conglomerados se le mide el diámetro normal a 1,3 m de altura. En caso de que el punto de observación de la medida (POM) se haya establecido a otra altura debido a algún tipo de irregularidad, se estima el diámetro normal mediante el factor de reducción diamétrica (FRD) (Olarte Villanueva *et al.*, 2024).

Los individuos dentro de los conglomerados se clasifican según las siguientes categorías de tamaño: i) latizales (2,5 cm ≤ DAP < 10 cm), medidos en un radio de 3 m (28,27 m^2); ii) fustales (10 cm ≤ DAP < 30 cm), medidos en un radio de 7 m (150 m^2); y iii) fustales grandes (DAP ≥ 30 cm), medidos en un radio de 15 m (707 m^2). Adicionalmente, de cada individuo censado se registran la altura; la distancia y el azimut con respecto al centro de la subparcela; y las variables cualitativas de condición, forma del fuste y daño (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], 2021).



→
Figura 5.
Elementos constitutivos del manual de campo del IFN

Fuente: Manual de campo Versión 5.2 del IFN (Ideam, 2021).

Uno de los aspectos más importantes del levantamiento de campo del IFN es la colección botánica, pues permite asignar las diferentes identidades biológicas a los individuos registrados en los conglomerados y obtener información complementaria relacionada con la riqueza, las novedades taxonómicas y corológicas, los hábitos, los endemismos, las especies exóticas e invasoras, las especies raras y las amenazas y restricciones globales, nacionales y regionales. En este sentido, el componente florístico evalúa aspectos que van más allá de la taxonomía de las especies y genera información para un total de 11 variables e indicadores. De acuerdo con lo anterior y siguiendo los procedimientos descritos en el manual de campo, los botánicos de las brigadas forestales recolectan material vegetal fértil para su posterior identificación taxonómica en herbarios certificados con los cuales el Ideam suscribe convenios, a fin de garantizar la identificación y homologación de las muestras mediante su comparación con material depositado en herbarios.

Como elemento adicional, el IFN requiere consolidar un listado florístico nacional robusto, basado en una nomenclatura estandarizada y trazable. Dado que la taxonomía de la flora neotropical es objeto de revisión permanente, impulsada por las filogenias moleculares y genómicas, la actualización de la nomenclatura taxonómica botánica constituye un elemento fundamental para la presentación de los resultados.

Por ello, la totalidad de los nombres científicos del IFN fue homologada contra el *backbone* taxonómico del *World Flora Online Plant List December 2025* (WFO Consortium *et al.*, 2025), recurso curado que integra los consensos nomenclaturales más recientes de la comunidad botánica mundial. Para garantizar la reproducibilidad del proceso, la actualización se ejecutó mediante un *script* desarrollado en R que emplea el paquete *WorldFlora* (Kindt, 2020). Además de validar los nombres aceptados, el procedimiento reasignó los sinónimos a su nombre aceptado vigente, lo que conllevó un ligero ajuste a la baja en el número de especies respecto a la publicación de la Amazonía (Olarte *et al.*, 2025). Esto no obedece a una pérdida de información, sino a la incorporación de recircunscripciones genéricas recientes —es decir, la redefinición de los límites de algunos géneros con base en filogenias moleculares— que reagrupan, transfieren o sinonimizan taxones previamente reconocidos.

A modo ilustrativo, varias especies colombianas tradicionalmente ubicadas en *Eschweilera* Mart. ex DC. (Lecythidaceae) —pertenecientes al clado Integrifolia, por ejemplo, *E. antioquensis* Dugand y Daniel y *E. sessilis* A.C. Sm.— fueron transferidas al género recientemente descrito *Scottmoria* Cornejo (Vargas *et al.*, 2024). De manera análoga, las especies colombianas del género amazónico *Clathrotropis* (Benth.) Harms (Fabaceae, tribu Ormosieae), demostrado como polifilético, se redistribuyeron en dos linajes no hermanos: *C. nitida* (Benth.) Harms y *C. rosea* M.Yu.Gontsch. y Povydysh fueron transferidas a *Spirotropis* Tul. bajo las combinaciones *S. nitida* y *S. rosea* (Gregório *et al.*, 2024), mientras que *C. brunnea* Amshoff, *C. glaucophylla* R.S. Cowan y *C. macrocarpa* Ducke se segregaron en el nuevo género *Cabari* Gregório y D.B.O.S.Cardoso (Gregório *et al.*, 2024). En conjunto, esta homologación garantiza la interoperabilidad del conjunto de datos del IFN con las plataformas globales de biodiversidad y asegura que las estimaciones de riqueza reportadas reflejen el estado más actualizado del conocimiento sistemático.

1.3 Posoperativo de campo

Las actividades posteriores al trabajo de campo incluyen procesos de depuración, ajuste y validación de la información recolectada, así como la aplicación de modelos estadísticos que garanticen la coherencia de los análisis con el diseño muestral y los niveles de error establecidos.

El aseguramiento y control de la calidad de los datos del IFN es una de las tareas más importantes del proyecto, pues de su ejecución dependen la calidad y la consistencia estadística de los datos recolectados. Este proceso es transversal a todas las fases del IFN y debe realizarse desde el inicio de su planificación.

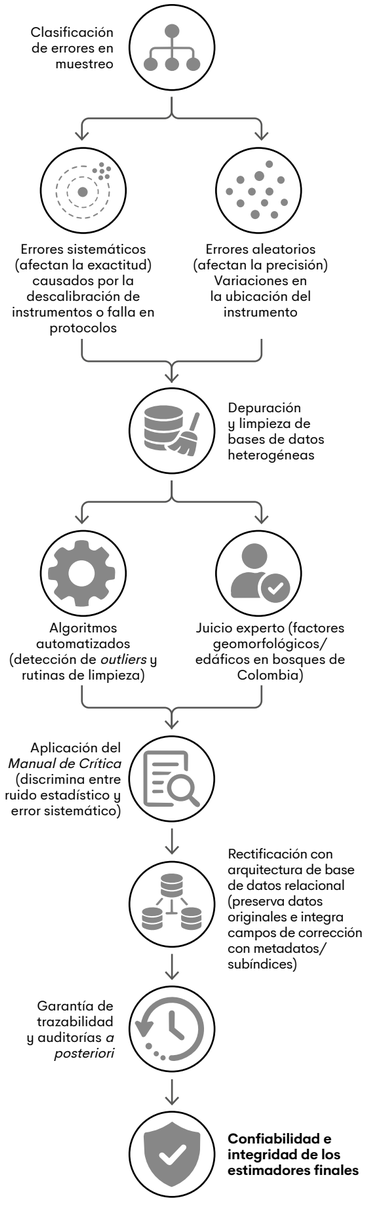
Aunque durante todo el proceso se aplican los controles definidos en el Programa de Aseguramiento y Control de Calidad (ACC), es fundamental realizar una revisión adicional exhaustiva, pues muchas inconsistencias solo se evidencian al analizar el conjunto completo de datos. Entre los errores más frecuentes se encuentran el uso incorrecto de instrumentos, las interpretaciones inadecuadas de los protocolos y las fallas en la codificación de variables (Ideam y UNAL, 2021).

1.3.1 Proceso de control de calidad, crítica, revisión, validación, imputación y análisis de las bases de datos del IFN

La calidad de la información depende en gran medida de la precisión de las mediciones de campo, lo que incide directamente en la confiabilidad de los resultados.

La solidez de las inferencias estadísticas está estrechamente relacionada con la reducción de la incertidumbre en la captura de datos. Según Chave *et al.* (2004), los errores en el muestreo de ecosistemas tropicales pueden ser sistemáticos o aleatorios. Los errores sistemáticos o sesgos afectan la exactitud y generan desviaciones persistentes, generalmente asociadas con problemas en la calibración de instrumentos o en la aplicación de protocolos (West, 2009). Por su parte, los errores aleatorios están relacionados con la variabilidad inherente al proceso de medición (Berger *et al.*, 2014; McRoberts y Westfall, 2016). Un caso de error aleatorio es la fluctuación en la determinación del diámetro a la altura del pecho (DAP, a 1,30 m), resultante de variaciones métricas mínimas en el punto de ubicación del instrumento.

La depuración de bases de datos procedentes de universos muestrales heterogéneos exige protocolos de revisión crítica altamente estandarizados. Si bien la implementación de algoritmos para la detección de valores atípicos (*outliers*) y de rutinas automatizadas de limpieza optimiza el procesamiento, la complejidad biológica de los bosques colombianos hace indispensable el juicio experto. Factores geomorfológicos y edáficos, como la presencia de raíces tabulares o la acumulación de mantillo, pueden inducir errores de paralaje o de posicionamiento del hipsómetro y la cinta diamétrica y generar discrepancias significativas que los modelos automatizados podrían no detectar.



→
Figura 6.
Esquema de identificación y tratamiento de errores para el aseguramiento de la calidad de los datos del IFN

En consecuencia, el *Manual de Crítica* constituye el instrumento básico para discriminar entre el ruido estadístico y el error sistemático. El proceso de rectificación de datos no implica la supresión de la información original; por el contrario, se emplea una arquitectura de base de datos relacional en la que se integran campos de corrección, identificados mediante subíndices o metadatos de color. Este enfoque garantiza la trazabilidad de la información y permite realizar auditorías de calidad *a posteriori*, lo que asegura la integridad de los estimadores finales.

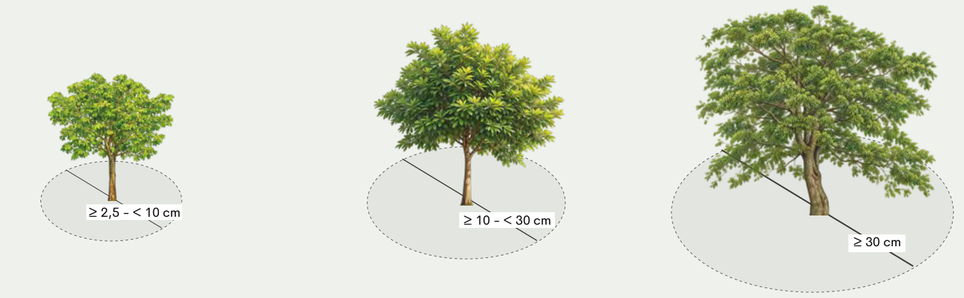
1.3.2 Proceso de expansión de resultados

Previo a la fase de analítica de datos, se realiza el proceso de expansión estadística. Este inicia con la asignación de cada unidad de muestreo a su posestrato definitivo, categorizado como bosque o no bosque, y a su respectiva región biogeográfica. Esta clasificación conforma el fundamento estadístico necesario para el cálculo de los factores de expansión y los pesos específicos de cada posestrato, los cuales están determinados por su representatividad proporcional en la superficie del territorio nacional.

La estimación de variables estructurales como la densidad, el diámetro medio, el área basal, el volumen y la biomasa requiere un tratamiento metodológico diferenciado, derivado de la arquitectura de subparcelas anidadas empleada durante el levantamiento. Este diseño segmenta la captura de información según clases diamétricas específicas: latizales, fustales y fustales grandes. Para consolidar el valor de un atributo a nivel de conglomerado, se agregan los valores individuales por categoría diamétrica (k) y se aplica un factor de corrección por área para normalizar los datos con respecto a la subparcela de mayor superficie (K), correspondiente a los fustales grandes.

Este factor de corrección por superficie, denominado FCOR[2], se emplea para estimar la variable de interés de cada uno de los individuos dentro de la subparcela. Por tanto, de acuerdo con el anidamiento de las unidades de observación para las diferentes categorías de tamaño, se aplican las siguientes conversiones:

2. Para ampliar la información sobre su cálculo, se recomienda consultar los documentos ***Cálculo de los factores de emisión para los sumideros forestales de carbono*** y ***Estructura y biodiversidad de los bosques de la Amazonía colombiana: análisis del primer ciclo de implementación del Inventario Forestal Nacional (IFN)***



Latizales (L):
individuos ≥ 2,5 cm y < 10 cm.
FCOR de 25

Fustales (F):
individuos ≥ 10 cm y < 30 cm.
FCOR de 4,59

Fustales grandes:
individuos ≥ 30 cm.
FCOR de 1

↓
Figura 7.
Categorías de tamaño de los individuos forestales y factores de corrección por superficie

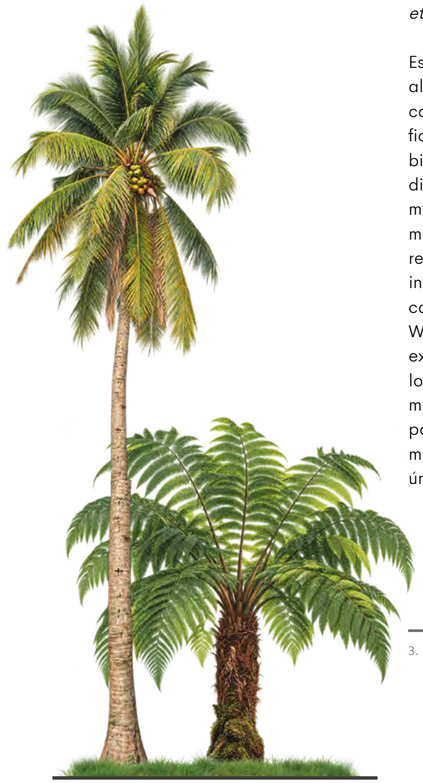
El modelo matemático para la estimación de existencias de un atributo específico se define mediante la siguiente expresión:

$$y_i = \sum_{j}^{J} \sum_{k}^{K} y_{ijk} \frac{a_{ijK}}{a_{ijk}}$$

Donde y_{ijk} representa el valor de la variable de interés en la categoría diamétrica (k) de la j -ésima subparcela del conglomerado i; a_{ijk} es el área muestreada para la categoría de tamaño k en la j -ésima subparcela del conglomerado i; y a_{ijK} es el área de muestreo correspondiente a la categoría de mayor tamaño.

Las estimaciones de tendencia central y los totales por estrato, desagregados por región natural, así como la cuantificación de la incertidumbre (varianza y error estándar), se calcularon mediante algoritmos de inferencia para encuestas complejas, utilizando las funciones svymean y svytotal del paquete survey (Lumley, 2004) en el entorno de computación estadística R (R Core Team, 2020). Este procedimiento se ajusta a los protocolos de procesamiento de datos del Ideam (Olarte *et al.*, 2021a).

El aseguramiento y control de la calidad de los datos es una de las tareas más importantes del IFN, pues de su cumplimiento se garantiza la consistencia, confiabilidad y trazabilidad de la información generada.



Historia de la ejecución del Inventario Forestal Nacional (primer ciclo)

Imputaciones de variables dendrométricas

Ante la ausencia de datos en variables clave como la densidad básica de la madera, el diámetro a la altura del pecho (DAP) o la altura total (H), se implementaron protocolos robustos de imputación. La ausencia de datos (*missing data*) es recurrente en inventarios forestales de gran escala debido a la heterogeneidad en la toma de datos de campo. La estrategia para mitigar los sesgos incluye métodos de imputación simple, promedios estratificados y modelamiento alométrico.

Específicamente, en el caso de la densidad[3] de la madera, la imputación se realiza mediante la integración de bases de datos globales (Zanne *et al.*, 2009); para el DAP, mediante promedios ponderados por conglomerado y clase diamétrica; y para la altura total, mediante el ajuste no lineal del modelo de Weibull II (Kiviste *et al.*, 2002).

Específicamente, en el caso de la variable altura, la imputación se aplica a registros con omisión de datos o en aquellos identificados como *outliers* biométricos (h/dap), bien sea < 0,1 m/cm o bien > 3 m/cm (individuos de gran diámetro con una altura mínima, o viceversa, árboles con un diámetro pequeño, con alturas de gran porte, respectivamente), los cuales representan inconsistencias morfológicas. Para estos casos se empleó el modelo de crecimiento Weibull II previamente parametrizado. Se exceptuaron del proceso de imputación los individuos con una altura total ≤ 1,30 m, dado que no alcanzan el umbral mínimo para la medición estandarizada del diámetro normal; en estos casos, se registra únicamente su diámetro basal.

Finalmente, se determinó excluir los procesos de imputación del análisis de detritos (necromasa). La ausencia de registros en estos componentes no se trató como un error de muestreo, sino como un valor nulo real derivado de procesos de lixiviación, descomposición heterotrófica o remoción antrópica, que refleja la dinámica sucesional natural de los ecosistemas evaluados.

Ajuste, corrección de variables taxonómicas

Para el manejo de nomenclatura taxonómica existen diversos repositorios digitales diseñados para el procesamiento masivo de datos; empero, su capacidad operativa se limita principalmente a la actualización de la nomenclatura científica. Estas herramientas presentan restricciones críticas en la integración de variables multidimensionales, tales como la clasificación funcional de los organismos, rasgos bioecológicos, estatus de endemicidad o categorías de vulnerabilidad. Ante esta limitación metodológica, se diseñó un protocolo robusto para la actualización integral de la taxonomía y los atributos biológicos asociados a los registros obtenidos en los muestreos del IFN.

Este procedimiento se fundamenta en un algoritmo automatizado de consolidación, desarrollado en Excel, que permite la sincronización y validación sistemática de los nombres científicos con sus respectivos metadatos complementarios.

Para ejecutar este proceso se estructuraron siete matrices de referencia: el inventario taxonómico base; el catálogo de especies con estatus de amenaza global según los criterios de la UICN; los taxones regulados por el marco normativo de la CITES; las especies protegidas en el ámbito nacional, según la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), y la normativa expedida por las corporaciones autónomas regionales (CAR); los taxones con restricciones de aprovechamiento (vedas regionales); los endemismos; y la caracterización de usos. La construcción de estas matrices se basó estrictamente en fuentes oficiales gubernamentales y académicas, así como en fuentes de centros de investigación de alta acreditación.

3. La asignación de densidad siguió una jerarquía taxonómica: especie, género, familia y, en última instancia, promedios regionales. El modelo de Weibull se calibró con datos validados, excluyendo valores atípicos. Se aplicaron filtros basados en relaciones biométricas para asegurar la consistencia.

2

Estado de los bosques del país

| 2.1. Contexto nacional. P. 26 | 2.2. Aproximación a los tipos de bosques en Colombia. P. 28 | 2.3. Caracterización de los tipos de ecosistemas boscosos por región natural. P. 30 |

Los bosques son sistemas socioecológicos complejos que desempeñan una función crucial en la configuración de la biodiversidad, la provisión de servicios ecosistémicos y el bienestar humano (Kalaba, 2014). Por ello, conocer su configuración y sus características naturales es el primer paso para interpretar los resultados del Inventario Forestal Nacional.

Desde esta perspectiva, a continuación, se presenta una síntesis general del país y sus bosques a través de una mirada ecosistémica, tomando como referente el *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia* (Ideam, IAvH, Invemar e IGAC, 2017).

58,91
millones de hectáreas de bosque natural

51,6 %
del territorio nacional



Oenocarpus bataua

2.1 Contexto nacional



Figura 8.
Distribución del paisaje colombiano

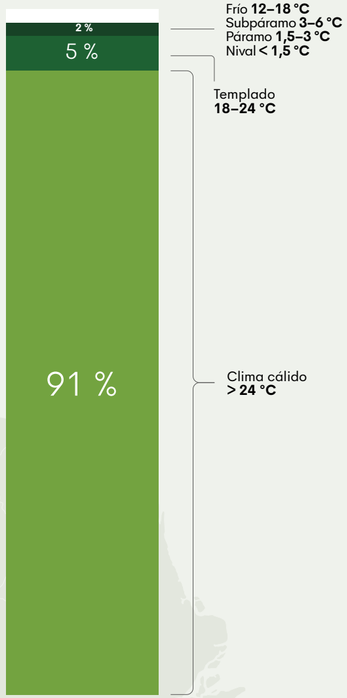
Colombia se encuentra ubicada en el extremo noroccidental de América del Sur y ocupa una posición privilegiada que la hace poseedora de una de las mayores diversidades del planeta.

De acuerdo con Ideam y UNAL (2021), los paisajes colombianos están constituidos en su mayoría por colinas (35 %), seguidas por montañas (26 %) y valles y llanuras (20 %); el 19 % restante corresponde a estribaciones, mesetas y superficies planas (Malagón Castro, 2003).

La variada fisiografía del país configura, además, cinco regiones geográficas bien diferenciadas por su geología, clima y ecosistemas: Amazonía, Andes, Caribe, Orinoquía y Pacífico (Ideam y UNAL, 2021).

Según Ideam (2005), el 91 % del territorio colombiano presenta un clima cálido (> 24 °C), el 5 % tiene un clima templado (18–24 °C) y el 2 % restante presenta clima frío (12–18 °C), de subpáramo (3–6 °C), de páramo (1,5–3 °C) o nival (< 1,5 °C). Estas condiciones están determinadas tanto por la ubicación geográfica como por la altitud. De acuerdo con el gradiente térmico atmosférico o gradiente vertical de temperatura, a medida que aumenta la altitud, la temperatura disminuye aproximadamente 6,5 °C por cada 1.000 m de ascenso (Ideam, 2005).

Figura 9.
Distribución del territorio según el clima en Colombia



De igual forma, la distribución de las precipitaciones a lo largo del territorio nacional es muy variada y está influenciada por factores macroclimáticos como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y La Niña, así como por la incidencia de los vientos y la ubicación del país en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Ideam y UNAL, 2021). De acuerdo con Ideam (2005, citado en Ideam y UNAL, 2021), la región Caribe y los Andes presentan un régimen de precipitación bimodal durante el año, con promedios de 500–2.000 mm y 2.000–6.000 mm, respectivamente. En las regiones de la Orinoquía y la Amazonía, en cambio, la variación de la precipitación es unimodal y oscila entre 2.000 y 4.500 mm. En la región Pacífica, caracterizada por condiciones muy húmedas, la tendencia es uniforme debido a las diferencias poco marcadas en la precipitación total entre meses, con un promedio anual que oscila entre 3.000 y 12.000 mm/año.

Como resultado de esta alta heterogeneidad paisajística, climática y geomorfológica, en el territorio colombiano se configura una amplia variedad de ecosistemas. De acuerdo con el *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia,* el país presenta seis grandes tipos de ecosistemas: bosques; sabanas y herbazales; ecosistemas acuáticos continentales (ríos, lagos y humedales); ecosistemas secos y xerofíticos; y ecosistemas de alta montaña (páramos, superpáramos y nieves), entre los cuales los ecosistemas boscosos son los de mayor extensión (Ideam, IAvH, Invemar e IGAC, 2017).

Según la cifra más reciente de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA, por sus siglas en inglés), los bosques cubren una superficie de 4.140 millones de ha, de las cuales el 45 % se encuentra en la región tropical (FAO, 2025). En Colombia, de acuerdo con lo reportado por el Ideam a través del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC), en 2025 se registró una superficie de bosque natural de 58.909.867 ha, equivalente al 51,8 % del territorio continental e insular del país, lo que da cuenta de su carácter forestal (Ideam y Minambiente, 2026)[4].

Aunque esta cifra es alentadora, al revisar el cambio en el área de bosque natural durante el periodo de trabajo del IFN (2015–2023), se observa una reducción de 1.422.771 ha (Ideam y Minambiente, 2025). Esto evidencia la importancia de contar con información estandarizada y continua que permita conocer las especies que se están perdiendo y aplicar medidas eficaces para su protección.

4. Los análisis de resultados de esta publicación están soportados sobre la cifra de bosque natural de 2023, publicada en 2024, atendiendo a que el primer ciclo de implementación del IFN comprende el periodo (2015-2023).

Colinas
35,0 %



Montañas
26,0 %



Valles y llanuras
20,0 %



Estribaciones, mesetas y superficies planas
19,0 %



2.2

Aproximación a los tipos de bosques en Colombia

El Mapa de Ecosistemas de Colombia (MEC) es un insumo que se viene consolidando en el país desde 2007 (Ideam *et al.*, 2007) a partir de criterios climáticos, geomorfológicos y agrológicos. Este esfuerzo se enriqueció en 2017 con la integración de un análisis de diversidad beta para mejorar la caracterización ecológica del mapa (Ideam *et al.*, 2017).

De acuerdo con la actualización más reciente (Ideam *et al.*, 2024), el país cuenta con 18 tipos de ecosistemas de bosque en el ámbito continental e insular (Figura 10): bosque basal húmedo, bosque inundable basal, bosque andino húmedo, bosque subandino húmedo, bosque de galería inundable basal, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque de galería basal húmedo, bosque fragmentado con pastos y cultivos, manglar, bosque de galería basal seco, bosque inundable costero, bosque basal seco, bosque subandino seco, bosque andino seco, bosque inundable subandino, bosque inundable andino, bosque ripario inundable subandino y bosque de galería inundable costero.

Los ecosistemas con mayor cobertura son el bosque basal húmedo, que representa el 67,44 %, seguido por el bosque inundable basal, con el 11,92 %, y el bosque andino húmedo, con el 6,42 %. En conjunto, estos tres ecosistemas concentran más del 85 % de la cobertura forestal del país, lo que evidencia el predominio de los bosques húmedos. En contraste, el ecosistema con menor extensión es el bosque de galería inundable costero (< 0,01 %), seguido por el bosque ripario inundable subandino (< 0,01 %) y el bosque inundable andino (0,01 %).

Finalmente, considerando la importancia de ecosistemas naturales como la vegetación secundaria, con una extensión superior a los 5 millones de ha, estos se incluyen en los análisis. Si bien actualmente no pueden catalogarse como bosques, podrían llegar a serlo debido a sus condiciones fisionómicas y a las características de la vegetación que los compone —vegetación arbustiva o arbórea en algún estado de sucesión posterior a una perturbación—[5] (ver Figura 10).

5. La vegetación secundaria está clasificada como "otras tierras forestales" (Ideam, 2010).

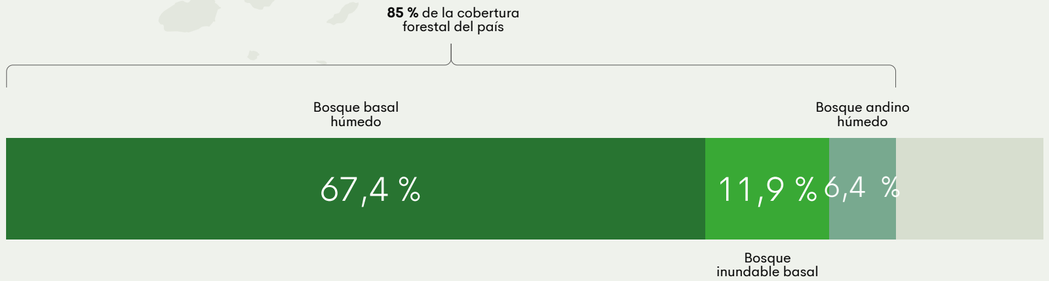




Figura 10.
Tipos de ecosistemas boscosos en Colombia
Fuente: equipo técnico del IFN, con base en el Mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia 2024.

2.3

Caracterización de los tipos de ecosistemas boscosos por región natural

En virtud de que una de las variables de posestratificación empleadas en el IFN es la región natural, toda su operatividad y sus análisis están soportados en la subdivisión del país para estas cinco biorregiones definidas de acuerdo con los criterios del SMByC (Minambiente e Ideam, 2019).

A tenor de ello, la Figura 11 presenta una caracterización de los ecosistemas boscosos por región natural, a partir del cruce entre el MEC y los conglomerados del IFN. En ella se destacan características climáticas y geográficas, así como algunas especies representativas de cada región, de acuerdo con los análisis del IFN.

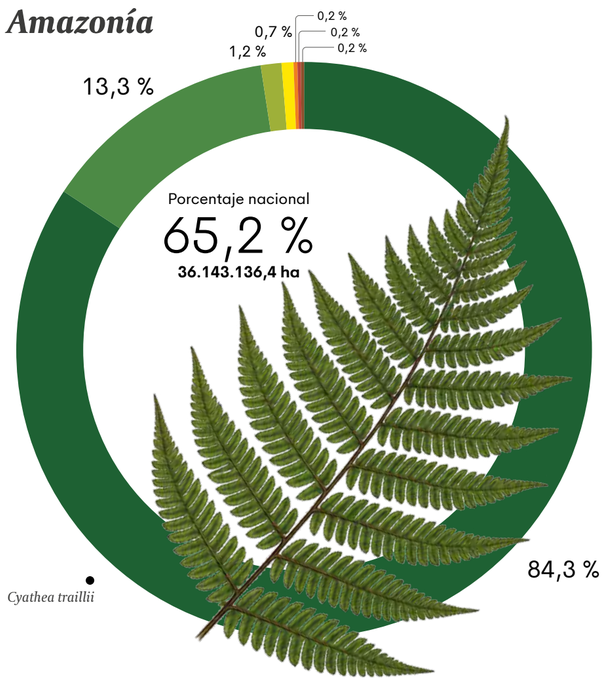
Asimismo, en el Anexo A se presentan las equivalencias de los ecosistemas de bosque de cada región natural según la clasificación de zonas de vida de Holdridge.

↓

Figura 11.
Tipos de ecosistemas boscosos de Colombia y su caracterización desde el IFN

Fuente: equipo IFN, adaptado de Ideam *et al.* (2024), Bernal *et al.* (2019), IGAC (2019, 2022); UICN (2026); Royal Botanic Gardens (2026).

2.3.1 *Amazonía*



Temperatura
25-27 °C

Precipitación
2.500 a 4.500 mm/año

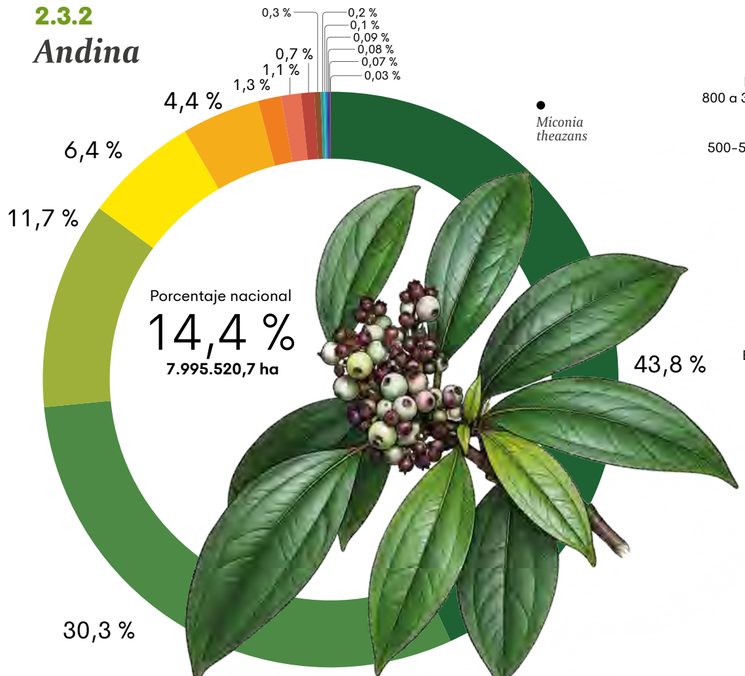
Altitud
100-300 m s. n. m.



Ecosistemas boscosos en la región de la Amazonía

- Bosque basal húmedo
- Bosque inundable basal
- Bosque de galería basal húmedo
- Bosque fragmentado con vegetación secundaria
- Bosque fragmentado con pastos y cultivos
- Bosque de galería inundable basal
- Bosque subandino húmedo

2.3.2 *Andina*



Temperatura
6-28 °C

Precipitación
800 a 3.000 mm/año

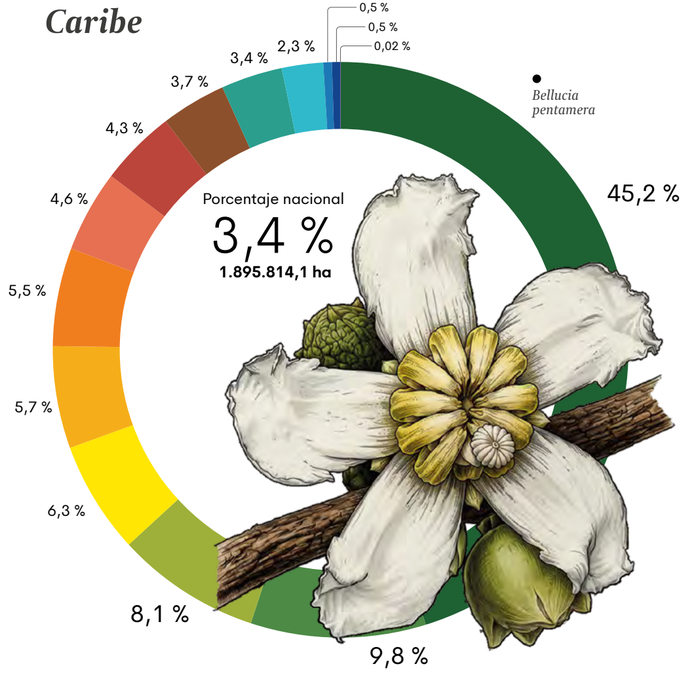
Altitud
500-5.000 m s. n. m.



Ecosistemas boscosos en la región Andina

- Bosque andino húmedo
- Bosque subandino húmedo
- Bosque basal húmedo
- Bosque fragmentado con vegetación secundaria
- Bosque fragmentado con pastos y cultivos
- Bosque de galería basal seco
- Bosque de galería basal húmedo
- Bosque subandino seco
- Bosque inundable basal
- Bosque basal seco
- Bosque andino seco
- Bosque de galería inundable basal
- Bosque inundable subandino
- Bosque inundable andino
- Bosque ripario inundable subandino

2.3.3 *Caribe*



Temperatura
27-28 °C

Precipitación
400 a 2.500 mm/año

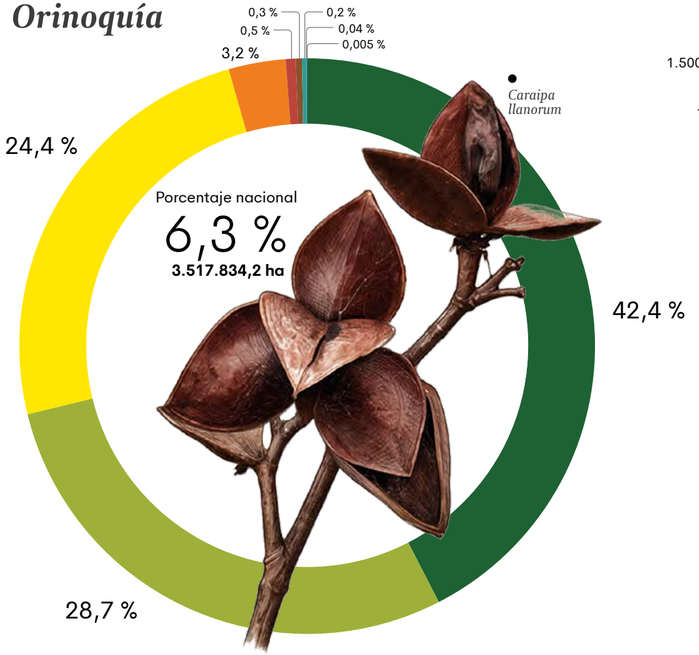
Altitud
0-200 m s. n. m.



Ecosistemas boscosos en la región Caribe

- Bosque basal húmedo
- Bosque subandino húmedo
- Bosque de galería basal seco
- Bosque fragmentado con vegetación secundaria
- Bosque andino húmedo
- Bosque fragmentado con pastos y cultivos
- Bosque de galería basal húmedo
- Bosque inundable basal
- Manglar
- Bosque basal seco
- Bosque de galería inundable basal
- Bosque subandino seco
- Bosque inundable costero
- Bosque de galería inundable costero

2.3.4
Orinoquía



Temperatura
25-27 °C

Precipitación
1.500 a 4.000 mm/año

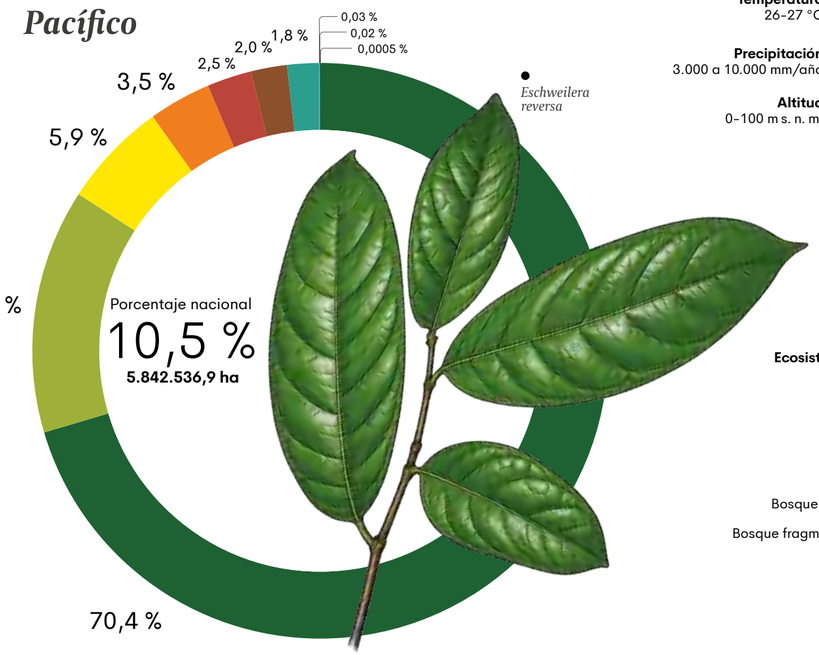
Altitud
100-200 m s. n. m.



Ecosistemas boscosos en la región de la Orinoquía

- Bosque de galería inundable basal
- Bosque basal húmedo
- Bosque inundable basal
- Bosque de galería basal húmedo
- Bosque fragmentado con vegetación secundaria
- Bosque basal seco
- Bosque fragmentado con pastos y cultivos
- Bosque subandino húmedo
- Bosque de galería basal seco

2.3.5
Pacífico



Temperatura
26-27 °C

Precipitación
3.000 a 10.000 mm/año

Altitud
0-100 m s. n. m.



Ecosistemas boscosos en la región Pacífico

- Bosque basal húmedo
- Bosque inundable basal
- Bosque subandino húmedo
- Manglar
- Bosque fragmentado con pastos y cultivos
- Bosque fragmentado con vegetación secundaria
- Bosque inundable costero
- Bosque de galería basal húmedo
- Bosque de galería inundable basal
- Bosque inundable subandino

3

Composición de especies de los bosques colombianos

3.1. Niveles de determinación taxonómica. P. 36	3.2. Riqueza por categoría taxonómica. P. 38
3.3. Hábitos de crecimiento. P. 42	3.4. Particularidades florísticas (novedades taxonómicas y corológicas). P. 44
3.5. Endemismos. P. 48	3.6. Distribución regional del endemismo. P. 49	3.7. Especies raras. P. 50
3.8. Especies amenazadas UICN Global. P. 52	3.9. Especies CITES. P. 54
3.10. Especies amenazadas nacionalmente (Res. 0126 del 2024). P. 56	3.11. Vedas nacionales y regionales. P. 60
3.12. Alertas para especies de importancia para la conservación. P. 62
3.13. Análisis de la pérdida de la diversidad forestal en los núcleos activos de la deforestación. P. 66

Los resultados del IFN muestran la primera estimación nacional robusta de la flora leñosa del país, lo cual muestra datos significativos como los 5.047 taxones, correspondientes a 4 clases, 44 órdenes, 139 familias y 785 géneros.

A nivel nacional, el 81,9 % de los registros botánicos del IFN fue determinado a nivel de especie, revelando a nivel nacional un total de 3.737, resultado que se apoya en el trabajo de los herbarios asociados al proceso.

La Amazonía lidera en riqueza (2.884 taxones), seguida por los Andes (2.110), el Caribe (892), la Orinoquía (793) y el Pacífico (737). Las especies de mayor abundancia nacional son la *Cabari macrocarpa*, la *Sagotia heterocalyx* y la *Pseudosenefeldera inclinata*.

El IFN aporta importantes hallazgos botánicos, como 12 posibles nuevas especies para la ciencia, concentradas en los Andes (10), Pacífico (1) y Amazonía (1), destacando entre ellas una especie inédita *Cyathea gloriae* (nombrada provisionalmente de esta manera) y un nuevo género para Colombia, *Hylocarpa heterocarpa*, previamente conocido solo en el Alto Río Negro en Brasil.

Igualmente, se documentaron a escala nacional 259 especies endémicas concentradas en su mayoría en los Andes (158) y Pacífico (46). Se registraron 240 especies en categorías de amenaza de la UICN (2,28 % de la abundancia total del IFN) y 112 especies con algún nivel de amenaza nacional, destacando entre ellas por su baja presencia la *Wettinia hirsuta*, la *Quercus humboldtii*, la *Cedrela odorata*, la *Aniba perutilis* y la *Swietenia macrophylla*.

5.047
taxones

3.737
de ellos determinados a nivel de especie

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad del planeta. Su posición geográfica, que conecta dos continentes, su complejidad topográfica, caracterizada por la presencia de tres cordilleras, y su enorme diversidad de climas y suelos facilitan la coexistencia de miles de especies (Myers *et al.*, 2000). De acuerdo con el repositorio nacional de biodiversidad (SiB Colombia, 2020), en Colombia se han registrado 80.346 especies, de las cuales 38.181 corresponden a plantas, 31.905 a animales y las restantes, a hongos.

Sin embargo, existen muchas áreas poco muestreadas en las que se desconocen las especies que allí habitan (Arbeláez-Cortés *et al.*, 2017). De hecho, en la gran mayoría de las expediciones biológicas recientes se han reportado desde decenas hasta cientos de especies nuevas para la ciencia, muchas de ellas potencialmente endémicas del país (SiB Colombia, 2020). Al mismo tiempo, la transformación del paisaje causada por las actividades humanas, como la ganadería y la agricultura, ha reducido y continúa reduciendo el hábitat disponible a tasas elevadas (Hansen *et al.*, 2013; Ideam y Minambiente, 2025). A lo anterior se suman los efectos asociados con el cambio climático, como el incremento de la temperatura media anual y el aumento paulatino de eventos extremos periódicos, como las sequías, que promueven la transformación de los ecosistemas con consecuencias negativas para la supervivencia de las poblaciones naturales (Velásquez-Tibatá *et al.*, 2013; Duque *et al.*, 2015). Por todo lo anterior, es imprescindible avanzar en la comprensión de los patrones de variación de la biodiversidad en el territorio colombiano para promover su conservación y sostenibilidad.

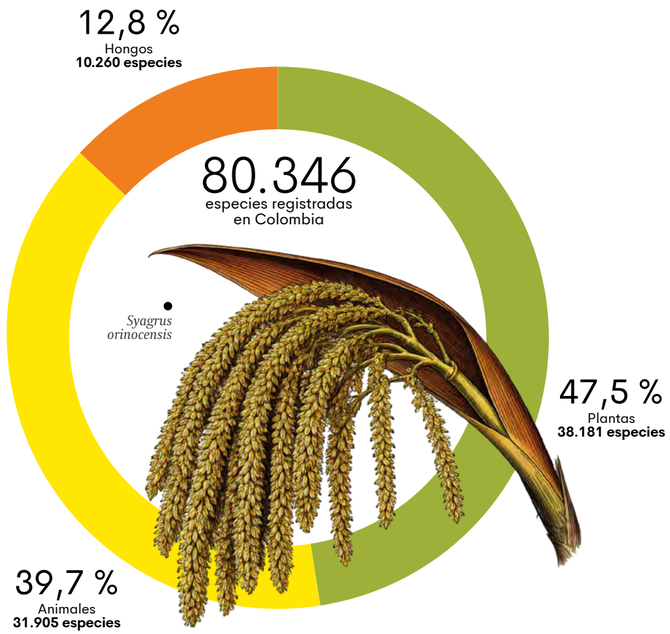
En este sentido, el desarrollo de proyectos como el primer ciclo de implementación del Inventario Forestal Nacional (IFN), en el cual se registran la abundancia, el tamaño y la identidad de las especies de plantas vasculares en conglomerados de parcelas establecidos de forma probabilística (Olarte *et al.*, 2021), permite obtener indicadores que describen la variación florística de las especies de plantas vasculares a lo largo del complejo gradiente ambiental del territorio continental colombiano.

Como complemento, antes de presentar los resultados obtenidos en relación con la composición florística nacional, es importante recordar que, en muestreos de carácter probabilístico (i. e. IFN colombiano), la probabilidad de que una especie esté representada en la muestra seleccionada depende en gran medida de la intensidad del muestreo y de su abundancia en el área de estudio (Martínez-Villa *et al.*, 2020). Dado que la mayoría de las especies presentan baja abundancia o un alto grado de rareza (Enquist *et al.*, 2019), muchas no son detectadas en los muestreos (McGill, 2003), no porque no existan en el bosque, sino porque el tamaño y la intensidad de las muestras son aún muy pequeños (Duque *et al.*, 2017). De igual manera, el número de individuos para un mismo tamaño de unidad muestral puede variar entre localidades, lo que afecta la comparabilidad de las estimaciones de diversidad entre sitios (Gotelli y Colwell, 2001; Currie y Francis, 2004). Por tanto, resulta importante emplear diferentes índices de biodiversidad complementarios que permitan realizar comparaciones entre regiones biogeográficas con distintos patrones de riqueza y abundancia de especies (Condit *et al.*, 1996; López y Duque, 2010).

A la luz de lo expuesto, este capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de los levantamientos del IFN, tanto a nivel nacional como por regiones biogeográficas, de los componentes de riqueza de especies (número de especies), composición florística, hallazgos taxonómicos y especies amenazadas. Si bien estos resultados son significativos a estas escalas de trabajo y aportan elementos útiles para evaluar la diferenciación regional y los tipos de bosque, requieren mayor detalle en el muestreo a nivel local. En el Anexo B se presenta la tabla de indicadores evaluados para este componente.

Aunque la base de datos del IFN contiene 1.415 conglomerados, en el presente documento se presentan los análisis correspondientes a 933 conglomerados con cobertura de bosque natural. En análisis posteriores se presentarán los resultados correspondientes a coberturas diferentes de bosque.

Figura 12.
Distribución de las especies registradas en Colombia por grupo taxonómico



3.1 Niveles de determinación taxonómica

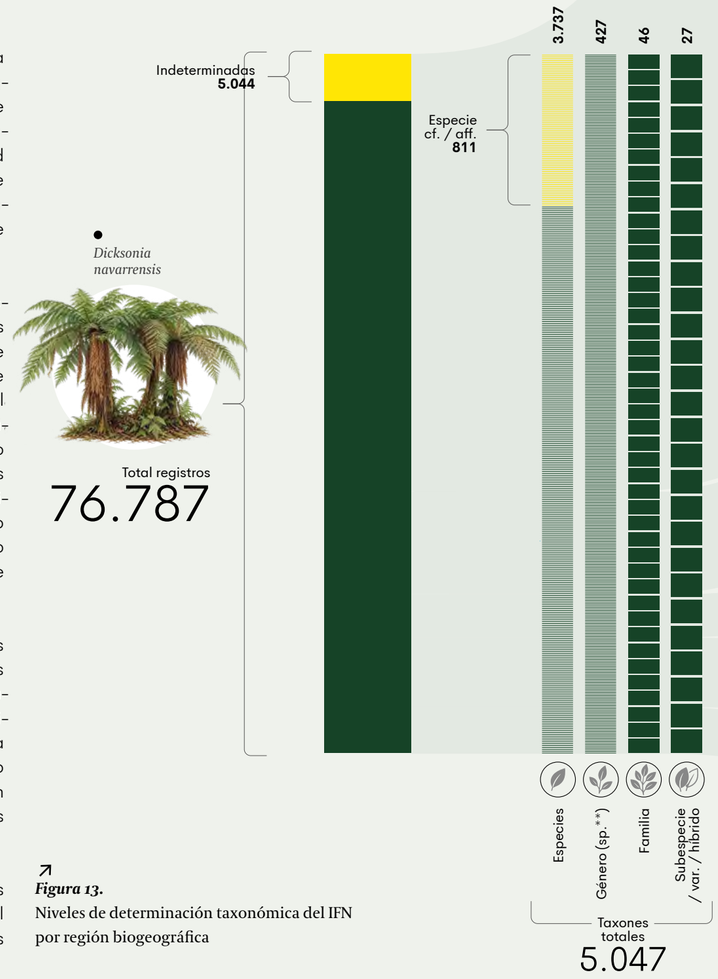
Como se menciona en capítulos anteriores, uno de los aspectos más importantes del IFN de Colombia es la colecta del material botánico de los individuos registrados en los conglomerados y su identificación por parte de herbarios certificados.

Este aspecto es fundamental, ya que, a partir de él, se asegura la correcta asignación de identidades biológicas, se fortalece la calidad taxonómica de la información, se garantiza su trazabilidad en el tiempo y se proporciona una base confiable para la interpretación de variables estructurales, dasométricas, de diversidad, biomasa y carbono.

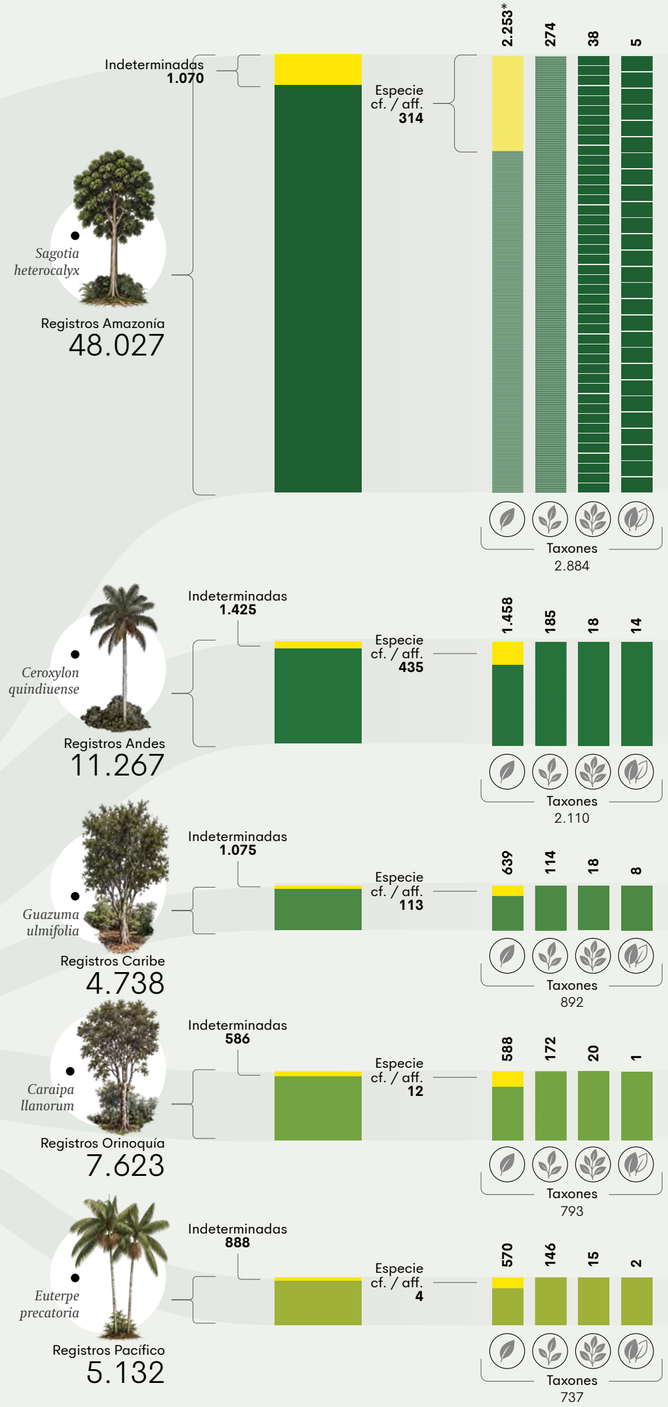
De acuerdo con Olarte *et al.* (2025), "un registro botánico corresponde a las múltiples ocurrencias de una especie en la base de datos del IFN, y se deriva de la presencia de un taxón en los diferentes conglomerados". Al respecto, es importante recordar que el número de registros botánicos difiere del número de registros analizados en los componentes dasométricos y de existencias. En estos últimos, los registros hacen referencia al número de tallos de cada individuo muestreado, por lo que su número siempre es superior, dado que existen individuos con múltiples tallos.

Con un total de 76.787 registros botánicos distribuidos en las cinco regiones naturales —Amazonía, Andes, Caribe, Orinoquía y Pacífico—, el IFN proporciona la primera estimación nacional robusta de la riqueza de la flora leñosa colombiana y se consolida como el mayor esfuerzo de muestreo emprendido en el país, lo que se ratifica en los altos índices de identificación botánica alcanzados.

A nivel nacional, el 81,9 % de los registros botánicos del IFN fue determinado a nivel de especie, con un total de 3.737 especies (Figura 13). Esta cifra es superior a la registrada por el IFN del Perú, con 2.587 especies (SERFOR, 2020), aun cuando este país posee una superficie de bosque natural mayor que la de Colombia.



↗ ***Figura 13.***
Niveles de determinación taxonómica del IFN por región biogeográfica



Por otro lado, el 8,4 % de los registros fue identificado a nivel de género y el 1,0 %, a nivel de familia. Los registros con calificativos de incertidumbre —*confer* (cf.) y *affinis* (aff.)— representaron el 2,1 %, mientras que los especímenes sin determinación taxonómica (indeterminados) alcanzaron el 6,6 % (n = 5.044). Esta proporción es inferior a la reportada por el IFN de Brasil, que registró una tasa de indeterminación del 14,6 % en la Amazonía brasileña (MMAMC y SFB, 2025).

De los resultados obtenidos, se destaca la región de la Amazonía, que presenta la mayor proporción de registros determinados a nivel de especie, con un 89,4 %, frente al 17,3 % registrado en el Pacífico. Esta diferencia puede atribuirse, en parte, a la disponibilidad de colecciones de referencia acumuladas en el Herbario Amazónico Colombiano (COAH) (Cárdenas *et al.*, 2007), en contraste con otros herbarios que no cuentan con colecciones equivalentes.

Asimismo, es relevante destacar que los Andes registraron el mayor número de taxones con los calificativos cf. y aff. (386 y 49 taxones, respectivamente), lo que resulta congruente con la alta proporción de morfotipos próximos a especies descritas. Este fenómeno es típico de la flora andina, donde se estima que aún existe entre un 15 % y un 20 % de especies por describir (Bernal *et al.*, 2016).

* Es importante mencionar que las cifras de la Figura 13 difieren ligeramente respecto a la publicación de resultados de la Amazonía del año 2025 (Olarte *et al.*, 2025), debido a la actualización taxonómica realizada con corte a 30 de mayo de 2026, para lo cual algunas especies pasaron a ser sinonimias de otras, reduciéndose así su cantidad efectiva.

** La categoría *Género* (sp). hace referencia a los registros cuya resolución taxonómica solo fue posible identificar hasta género.

3.2 Riqueza por categoría taxonómica

A escala nacional, en el IFN se documentan 5.047 taxones, distribuidos en 4 clases, 44 órdenes, 139 familias y 785 géneros, considerando latizales, fustales y fustales grandes (Figura 14). Al restringir el análisis a fustales y fustales grandes (DAP ≥ 10 cm), se registran 3.559 especies en fustales y 2.368 en fustales grandes, lo que evidencia una reducción progresiva de la diversidad a medida que aumenta el umbral diamétrico. La categoría de latizales registra 3.607 especies pertenecientes a 120 familias, subrayando su papel crítico en la diversidad de la regeneración arbórea del bosque colombiano. En el Anexo C se presenta la información completa sobre riqueza taxonómica del IFN.

A nivel regional, la mayor cantidad de taxones se presenta en la Amazonía, con 2.884[6] (Figura 15), seguida por los Andes, con 2.110, y la región Caribe, con 892. Por su parte, la Orinoquía y el Pacífico presentan las cantidades más bajas, con 793 y 737 taxones, respectivamente.

Es importante observar que, atendiendo al diseño establecido en el IFN, donde el factor de expansión opera como un ponderador espacial[7] que permite proyectar la información capturada en las unidades de muestreo hacia estimadores poblacionales representativos, los resultados obtenidos están directamente relacionados con el esfuerzo de muestreo efectivamente ejecutado en terreno y con la extensión territorial real del dominio de estudio evaluado.

Visto lo anterior, al analizar la dinámica estadística de la región Pacífico en su posestrato de bosque, se evidencia una asimetría metodológica derivada de la interacción entre su vasta superficie y la intensidad del muestreo. Esto se debe a que el diseño muestral consideró la distribución de los conglomerados tanto para el posestrato de bosque como para el de no bosque, así aunque el dominio geográfico abarca más de 5,4 millones de hectáreas, el tamaño de la muestra se limitó a 71[8] conglomerados, lo que se traduce en un área observada directamente de apenas 25,09 hectáreas. Esta característica genera un factor de expansión fijado en 216.132,71.

Si bien este ponderador de gran magnitud resulta teóricamente idóneo para compensar la baja cobertura espacial al estimar inventarios de variables estructurales continuas, tales como la biomasa aérea o el volumen fustal total, tiene limitaciones al intentar modelar variables discretas vinculadas estrictamente a la riqueza florística.

Por tanto, la menor cantidad de especies registrada en el Pacífico radica en esta característica de la metodología y en la naturaleza de los algoritmos de inferencia poblacional y el tratamiento estadístico de las observaciones nulas. Las metodologías de expansión operan bajo el principio de que los conglomerados sin presencias registradas de una especie específica no se excluyen del marco analítico, sino que se integran a la varianza asignándoles valores de cero absoluto. Por lo tanto, la estimación final de la riqueza taxonómica depende intrínsecamente de la probabilidad de intercepción física del taxón durante la recolección primaria. En marcado contraste, regiones como el Caribe y la Orinoquía, a pesar de tener superficies forestales menores, contaron con tamaños de muestra superiores, de 102 y 128 conglomerados[9], respectivamente. Este mayor esfuerzo de muestreo incrementa la probabilidad de detección taxonómica inicial y genera una matriz de ocurrencias mayor antes de aplicar los respectivos factores de expansión, lo que justifica técnica y matemáticamente el reporte de una mayor cantidad de especies en estas regiones.

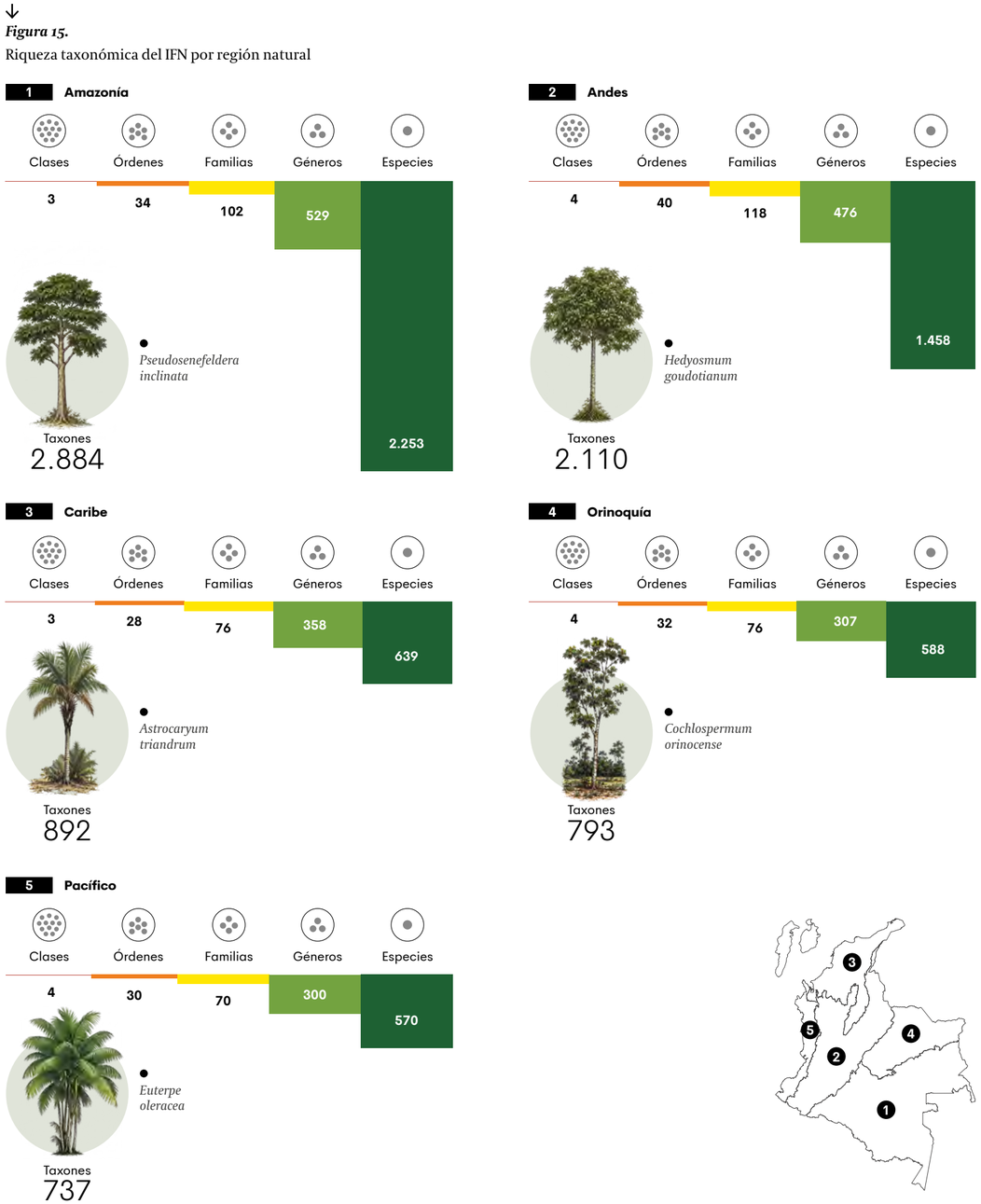


* Es importante llamar la atención que los resultados del total no corresponden con las sumas de latizal, fustal y fustal grande, atendiendo a que una especie puede estar en varias categorías de tamaño.

6. El dato muestra diferencia frente a las 2915, documentada en la publicación de resultados del IFN Amazonía (Olarte *et al.*, 2025), considerando la actualización taxonómica realizada en este informe (con corte a 30 de mayo), para lo cual algunas especies pasaron a ser sinonimias de otras, reduciéndose así su cantidad efectiva.
7. Este coeficiente estadístico se determina calculando la representatividad proporcional de cada post-estrato en relación con la superficie geográfica del territorio nacional. Es decir, el factor de expansión constituye la relación matemática directa entre el esfuerzo de muestreo efectivamente ejecutado en terreno y la extensión territorial real del dominio de estudio evaluado.
8. Conglomerados establecidos sobre cobertura de bosque natural.
9. El dato muestra diferencia frente a las 2915, documentadas en la publicación de resultados del IFN Amazonía (Olarte *et al.*, 2025), considerando la actualización taxonómica realizada en este informe (con corte a 30 de mayo), por lo cual algunas especies pasaron a ser sinonimias de otras y se reduce así su cantidad efectiva.

← ***Figura 14.***
Riqueza taxonómica nacional del IFN por categoría de tamaño

Figura 15.
Riqueza taxonómica del IFN por región natural



* El dato muestra diferencia frente a las 2.915 documentadas en la publicación de resultados del IFN Amazonia (Olarte *et al.*, 2025), considerando la actualización taxonómica realizada en este informe (con corte a 30 de mayo), por lo cual algunas especies pasaron a ser sinonimias de otras y se reduce así su cantidad efectiva.

A escala nacional, las diez familias más abundantes concentraron el 57,9 % de los registros. Fabaceae fue la familia dominante (11,41 %), seguida por Euphorbiaceae (6,67 %), Arecaceae (5,17 %) y Myristicaceae (5,14 %). Este patrón coincide con los resultados del IFN de Brasil, donde Fabaceae, Lecythidaceae y Myristicaceae dominan en la Amazonía (MMAMC y SFB, 2025). A nivel de género, *Protium* (Burseraceae; 3,21 %), *Miconia* (Melastomataceae; 2,93 %) y *Eschweilera* (Lecythidaceae; 2,44 %) fueron los más abundantes a escala nacional.

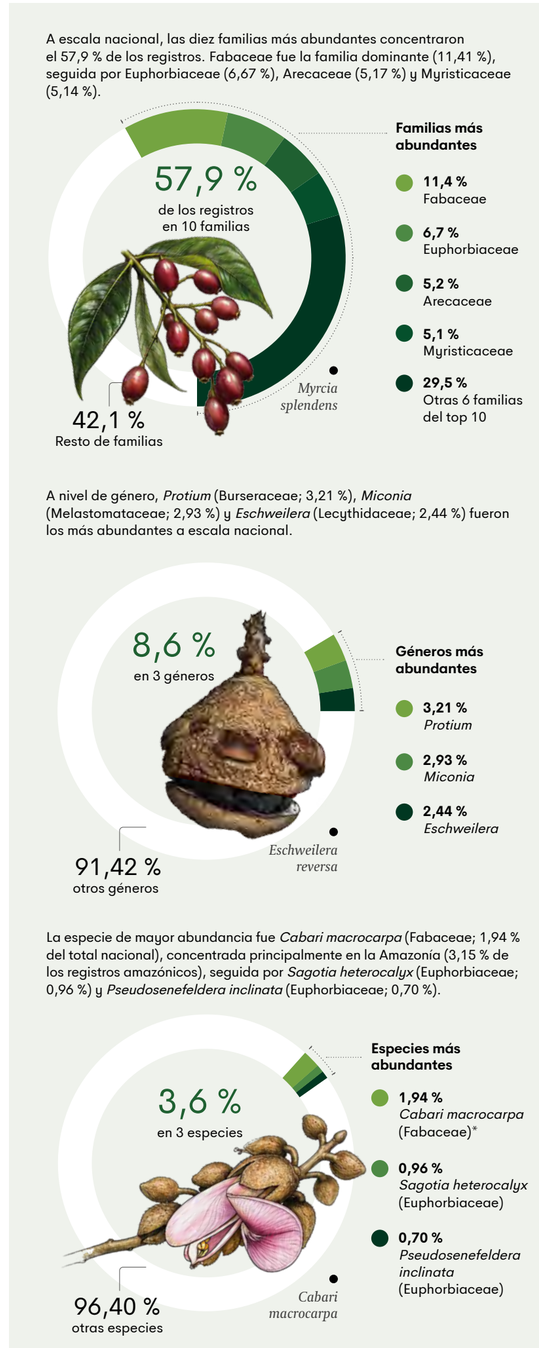
La especie de mayor abundancia fue *Cabari macrocarpa*[10] (Fabaceae; 1,94 % del total nacional), concentrada principalmente en la Amazonía (3,15 % de los registros amazónicos), seguida por *Sagotia heterocalyx* (Euphorbiaceae; 0,96 %) y *Pseudosenefeldera inclinata* (Euphorbiaceae; 0,70 %). En los Andes, *Miconia theazans* (Melastomataceae) y *Hedyosmum goudotianum* (Chloranthaceae) fueron las especies más abundantes (ambas con el 0,70 % de los registros andinos), un patrón típico de los bosques montanos húmedos del norte de los Andes, donde Melastomataceae y Chloranthaceae constituyen elementos estructurales del sotobosque y el dosel (Homeier *et al.*, 2021). En el Caribe, *Astrocaryum triandrum* (2,80 %) fue la especie dominante. Su presencia cobra especial relevancia por tratarse de una palma de distribución restringida a la región Caribe colombiana y refleja la importancia de Arecaceae como familia abundante en los bosques secos y húmedos de esta región (6,32 % de los registros caribeños).

En la Orinoquía, las especies más abundantes fueron *Siparuna guianensis* (2,45 %), árbol pequeño frecuente en bosques de galería y bordes de sabana, seguida por las palmas E*uterpe precatoria* (1,95 %) y *Syagrus orinocensis* (1,93 %). A nivel de familia, Arecaceae fue la más abundante (10,58 %), seguida por Fabaceae (8,10 %) y Burseraceae (5,31 %). La alta representación de Arecaceae en la Orinoquía —superior a la registrada en cualquier otra región del IFN— es consistente con el papel protagónico de las palmas en las sabanas tropicales y los bosques inundables de la cuenca del Orinoco (Galeano y Bernal, 2010).

Finalmente, en el Pacífico, la especie más abundante fue *Cecropia peltata* (2,08 %), pionera heliófila de amplia distribución en bosques perturbados y bordes de bosque del Chocó, seguida por *Euterpe oleracea* (1,60 %) y *Wettinia aequalis* (1,41 %), palmas características de los bosques pluviales del Chocó biogeográfico (Galeano y Bernal, 2010). A nivel de familia, Fabaceae fue la más abundante (9,30 %), seguida por Arecaceae (8,92 %) y Rubiaceae (6,74 %). El género *Miconia* (Melastomataceae) fue el más abundante (4,64 %), seguido por *Inga* (3,16 %) y *Cecropia* (2,47 %).

10. Resulta importante resaltar que el género de la especie *Clathrotropis macrocarpa* fue actualizado a *Cabari macrocarpa*.

Figura 16.
Familias, géneros y especies más abundantes a escala nacional



3.3 Hábitos de crecimiento

De acuerdo con Naranjo *et al.* (2018)[11], los hábitos de crecimiento están asociados con la apariencia externa de las plantas y con las características de respuesta que estas presentan frente a su entorno, como el crecimiento, el desarrollo y el comportamiento. Con el fin de caracterizar estas respuestas naturales de las plantas, en el IFN se describen tres hábitos de crecimiento: árboles, palmas y helechos arborescentes. A continuación se presentan los resultados nacionales del muestreo realizado para cada uno de ellos.

Los árboles dominan la composición del IFN y representan el 94,15 % de los registros botánicos nacionales y el 96,33 % de las especies (Figura 17), con una abundancia estimada de 759.144 individuos (94,15 % de la abundancia total). Las palmas constituyen el segundo hábito, con 4.062 registros y 133 especies, y representan el 5,2 % de la abundancia estimada (41.658 individuos). Por su parte, los helechos arborescentes (principalmente Cyathea spp.) aportan el 0,55 % de los registros y el 0,68 % de la abundancia (5.529 individuos), con 52 especies. Este patrón es congruente con el reportado por el IFN de Brasil, donde los árboles y las palmas representaron el 92,30 % y el 6,70 % de los individuos, respectivamente (MMAMC y SFB, 2025).

Como se muestra en la Figura 18, en la Amazonía el hábito arbóreo concentró el 97,5 % de las especies (2.813), con una abundancia de 474.839 individuos (96,0 % del total amazónico).

Las palmas representaron el 4,2 % de los registros y los helechos arborescentes tuvieron una representación marginal (0,1 %). Por otro lado, en los Andes los helechos arborescentes alcanzaron su máxima representación regional, con un 3,1 % de los registros y la mayor cantidad de especies respecto al resto de regiones (44 especies), lo que ratifica la correlación entre la alta diversidad de helechos arborescentes y las mayores altitudes en los Andes centrales de Sudamérica (Tejedor, 2017).

Adicionalmente, en el Caribe, el hábito arbóreo representó el 93,35 % de la abundancia total regional (Figura 18), mientras que las palmas aportaron el 4,6 % de los registros, con una abundancia de 3.436 individuos por hectárea.

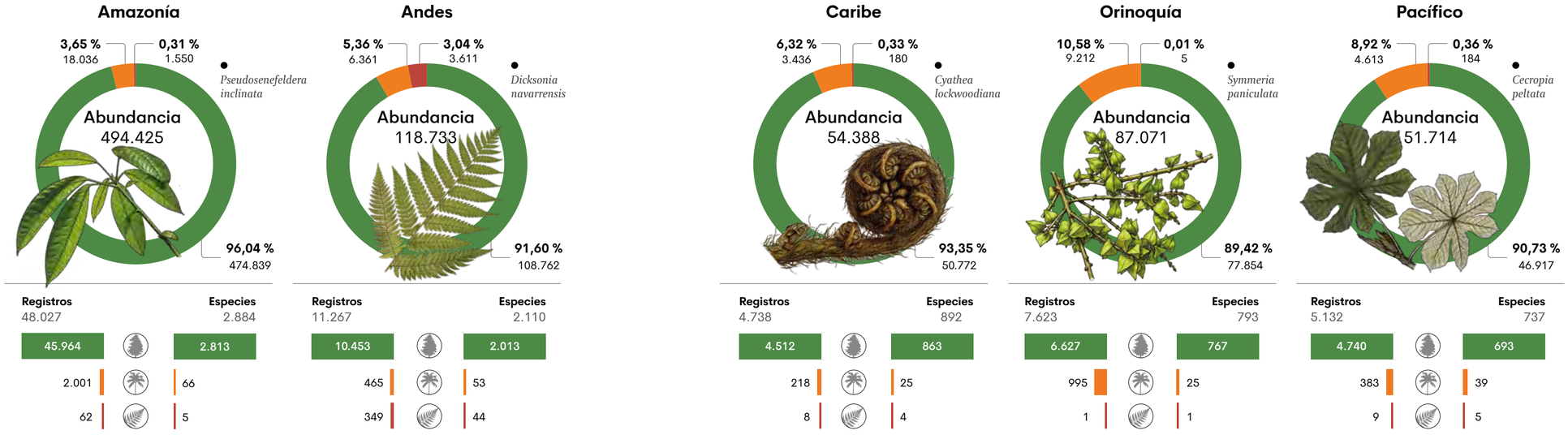
En la Orinoquía, las palmas alcanzaron su mayor peso relativo respecto de las demás regiones, con una abundancia estimada de 9.212 individuos (10,58 %). En el Pacífico también presentaron una alta abundancia, al representar el 8,92 % de la abundancia estimada para la región (4.613 individuos). En el Anexo D se presenta la información completa sobre los hábitos de crecimiento registrados en el IFN.

Figura 17.
Hábitos de crecimiento presentes en todos los conglomerados del IFN.



* Abundancia: en el contexto del IFN se refiere a la cantidad de individuos que están presentes en el conglomerado en relación con la categoría de tamaño (L, F y FG), empleando los siguientes factores de corrección (FCOR): 1 subparcela contiene 25 unidades de latizales, 4,59 de fustales y una (1) unidad de fustales grandes (FG). Se diferencia de la abundancia relativa (Ar) del índice de valor de importancia (IVI).

Figura 18.
Hábitos de crecimiento del IFN por región natural



11. Naranjo, Juan P., Torres, Mauricio, y Quijano-Abril, Mario Alberto. (2018). On growth habits and forms: the utility of stem anatomy to define growth habits of *Melastomataceae*. Acta botánica mexicana, (123), 67-101. **https://doi.org/10.21829/abm123.2018.1245**

3.4 Particularidades florísticas (novedades taxonómicas y corológicas)

El IFN constituye el mayor proyecto de exploración de la diversidad forestal realizado a nivel nacional del siglo XXI. Más allá de sus aportes cuantitativos a la caracterización de la diversidad arbórea, el inventario genera hallazgos de alto valor taxonómico y corológico, documentados por los herbarios asociados al proyecto.

En este sentido, las particularidades reportadas comprenden dos categorías:

- Novedades taxonómicas, correspondientes a posibles especies nuevas para la ciencia que se encuentran en proceso de publicación formal.
- Novedades corológicas, correspondientes a primeros registros de especies no documentadas previamente en Colombia, de acuerdo con el *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* (Bernal *et al.*, 2020) y los portales Plants of the World Online (Royal Botanic Gardens, 2024) y Missouri Botanical Garden (MBG, 2025).

En conjunto, el IFN aporta 13 posibles especies nuevas para la ciencia y 67 nuevos registros para Colombia —incluidos un nuevo género y tres redescubrimientos notables—, distribuidos en cuatro regiones naturales. A continuación, se presentan estos hallazgos.

3.4.1 *Novedades taxonómicas*

En la Figura 19 se presentan 13 posibles especies nuevas para la ciencia, concentradas en los Andes (11), el Pacífico (1) y la Amazonía (1). El Herbario MEDEL reportó diez morfotipos en proceso de descripción formal: dos de Lauraceae (*Andea* sp. nov. y Ocotea sp. nov.); seis de *Graffenrieda* (Melastomataceae), concentrados en Antioquia y con extensión a Huila y Caquetá; una posible especie nueva de *Miconia* (sp. 40), que requiere estudios adicionales; y un taxón de Phyllanthaceae (*Amanoa* sp. 1), registrado en Tolima. En la Amazonía, el Herbario COAH reportó una posible especie nueva o una ampliación del rango de distribución de un taxón de Annonaceae (*Annonaceae* sp. nov.), recolectado en inmediaciones de Inírida, Guainía (Ideam, 2025).

Todos los taxones aquí reportados representan hallazgos preliminares sujetos a confirmación mediante su publicación formal en revistas indexadas, proceso que requiere material fértil y la comparación con material de herbario. Adicionalmente, el IFN registró en los Andes la especie inédita *Cyathea gloriae*, nombrada provisionalmente de esta manera, pero que no ha sido publicada válidamente conforme a las reglas del Código Internacional de Nomenclatura.

3.4.2 *Novedades corológicas*

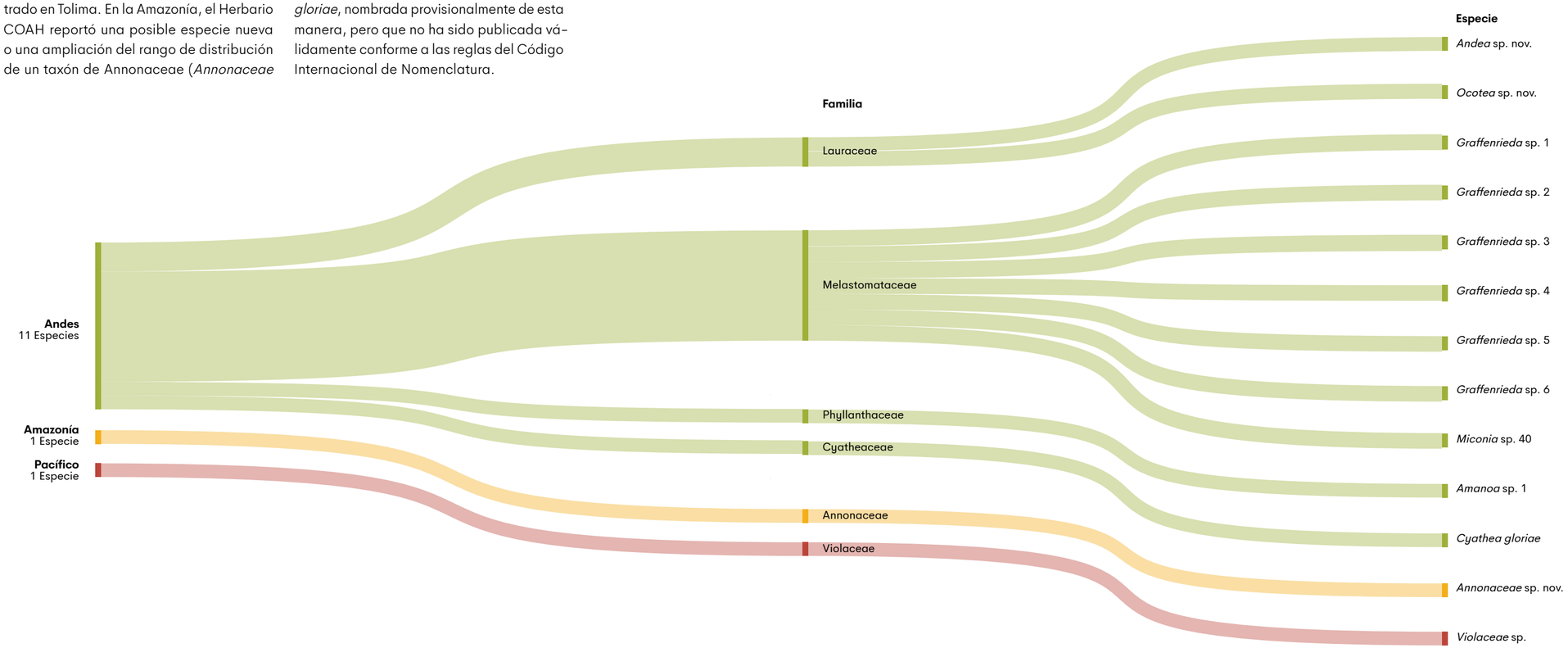
El análisis corológico reveló 64 primeros registros para Colombia, distribuidos en 47 especies para la Amazonía, 12 para los Andes, 4 para la Orinoquía y 1 para el Pacífico (Figura 20), según la verificación de sus distribuciones en Plants of the World Online (Kew, 2024), Tropicos (MBG, 2026) y el *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* (Bernal *et al.*, 2020).

En la Amazonía, la zona de transición Orinoquía–Amazonía concentró los nuevos registros documentados por los herbarios COAH y FMB (12 especies), dominados por elementos del Escudo Guayanés y de la flora de los Llanos venezolanos. Entre ellos sobresale la colecta de *Chrysophyllum januariense* (Sapotaceae), registrada por el IFN en bosques basales húmedos de Puerto Colombia (Guainía) —siendo el primer registro de la especie localizado fuera de Brasil—. Esta especie fue registrada en 1987 para localidades de Río de Janeiro, Espírito Santo y Bahía, asociadas con restingas y la Mata Atlántica, y había sido declarada extinta (EX) en 1998 por la UICN, pero fue redescubierta por Palazzo *et al.* (2012) y recientemente catalogada como "Casi Amenazada" (NT) por la UICN (2025).

Igualmente, son notables los redescubrimientos de *Andira macrocarpa* —conocida únicamente por su ejemplar tipo de Napo, Ecuador—, *Macrolobium defloccatum* —especie conocida solo por la colección tipo de 1952 y reencontrada en el corregimiento de Puerto Arica, Amazonas—. Se documenta, además, *Hylocarpa heterocarpa* como un nuevo género para Colombia, previamente conocido solo del alto río Negro, en Brasil. En los Andes, destacan los nuevos registros de *Cyathea cardenasii* y *Cyathea paisa* (Cyatheaceae), helechos arborescentes publicados en 2019 y 2021 para Antioquia, y *Hedyosmum tepuiense*, elemento tepuyano de Guayana y Venezuela que amplía significativamente su rango de distribución hacia los Andes colombianos.

↓

Figura 19.
Novedades taxonómicas potenciales a partir del IFN



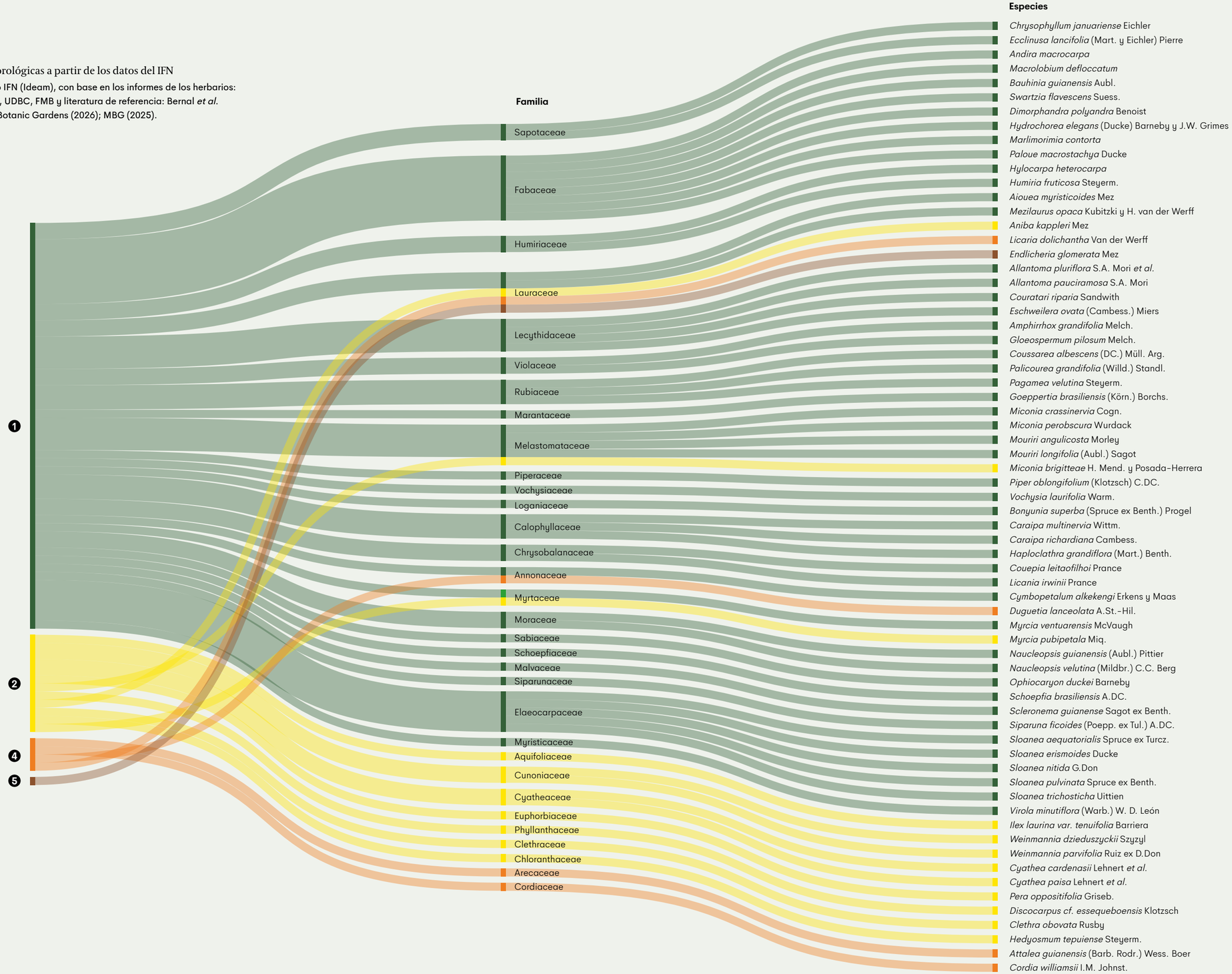
Ideam

↓

Figura 20.

Novedades corológicas a partir de los datos del IFN

Fuente: equipo IFN (Ideam), con base en los informes de los herbarios: COAH, MEDEL, UDBC, FMB y literatura de referencia: Bernal *et al.* (2020); Royal Botanic Gardens (2026); MBG (2025).



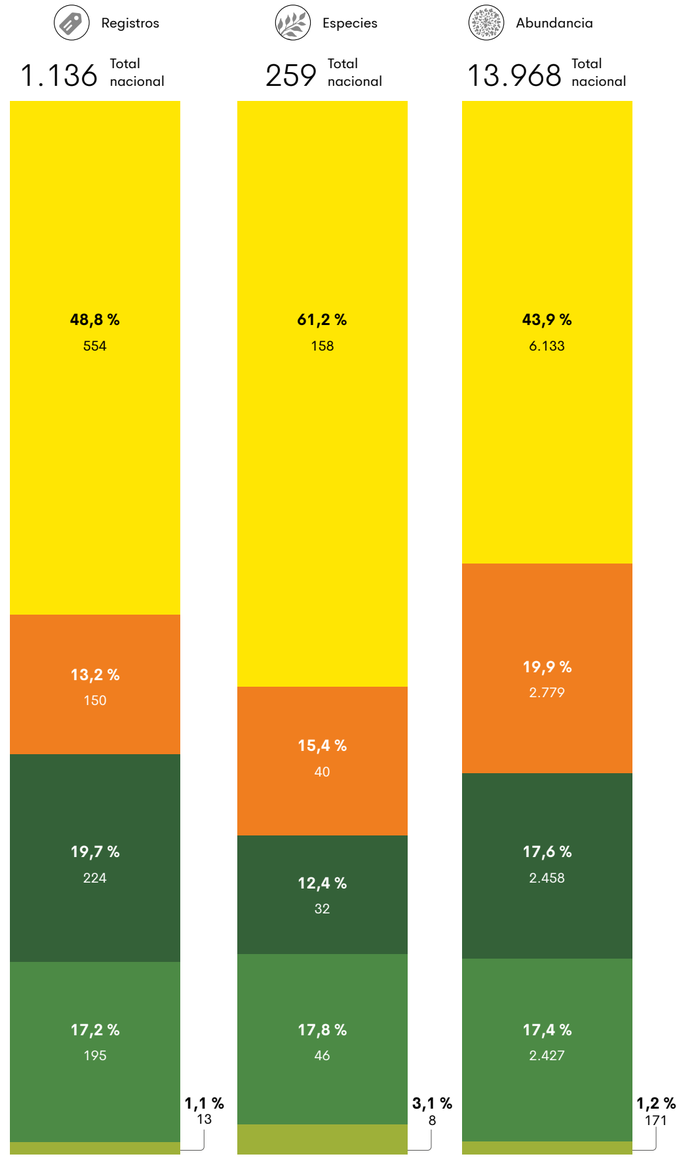
Composición de especies de los bosques colombianos

Ideam

3.5 Endemismos

Según el *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* (Bernal *et al.*, 2016), el país alberga 24.530 especies de plantas vasculares nativas, de las cuales 6.154 son endémicas, es decir, exclusivas del territorio nacional. La gran mayoría de estos endemismos (75 %) se concentra en los Andes, seguidos por la región Pacífica y el valle del Magdalena. Este patrón es consistente con lo hallado por Myers *et al.* (2000), quienes reconocen la cordillera de los Andes como uno de los *hotspots* de endemismo más representativos a nivel mundial.

En este sentido, el IFN documentó, a escala nacional, 259 especies endémicas en 1.136 registros, con una abundancia total estimada de 13.968 individuos, equivalente al 1,73 % de la abundancia total del inventario (Figura 21). Estas 259 especies representan el 4,2 % de las 6.154 plantas vasculares endémicas de Colombia registradas por Bernal *et al.* (2016), proporción esperada dado que el IFN caracteriza exclusivamente hábitos leñosos, mientras que una fracción importante del endemismo nacional corresponde a epífitas, orquídeas y hierbas. En el Anexo E se presenta el listado completo de especies endémicas registradas en el IFN.



→
Figura 21.
Endemismo por región natural en el IFN

3.6 Distribución regional del endemismo

La Amazonía registró 32 especies endémicas en 224 registros y una abundancia estimada de 2.458 individuos (Figura 21). De estas las principales especies son: *Dacryodes granatensis* (0,19 % de la abundancia regional), seguida por *Swartzia cabrerae* (0,07 %) y *Ruizterania sacculata* (0,04 %). Es notable el registro de *Macrolobium defloccatum* (0,02 %), especie endémica redescubierta durante los levantamientos del IFN después de décadas sin colectas.

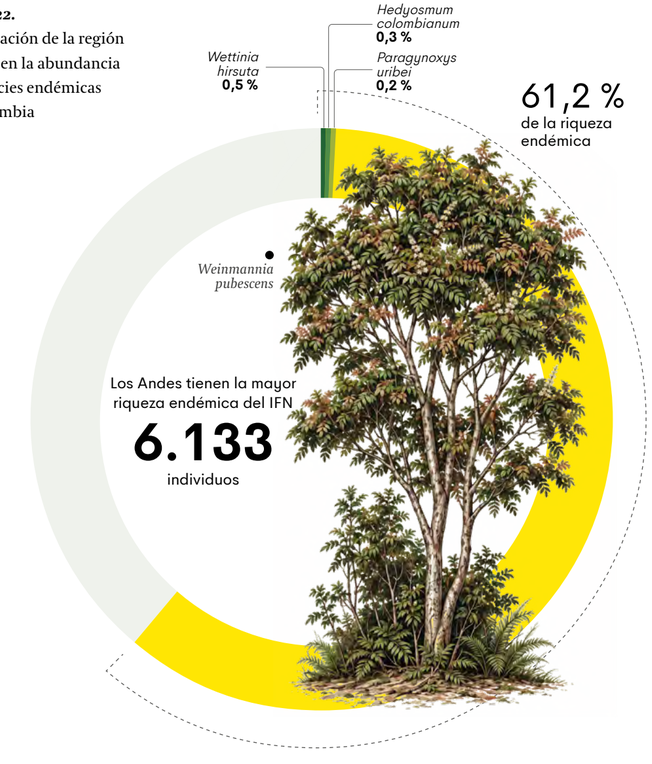
Los Andes concentraron la mayor riqueza endémica del IFN, con 158 especies en 554 registros y una abundancia estimada de 6.133 individuos (Figura 21), que representan el 61,24 % de la riqueza endémica nacional. Este resultado es congruente con el patrón mencionado anteriormente, según el cual los Andes constituyen el principal reservorio de endemismos colombianos. La especie más abundante fue *Wettinia hirsuta* (0,50 % de la abundancia regional), seguida por *Hedyosmum colombianum* (0,29 %) y *Paragynoxys uribei* (0,23 %).

La región Caribe registró 40 especies endémicas, con una abundancia estimada de 2.779 individuos (Figura 21), de los cuales el 54,9 % corresponde únicamente a *Astrocaryum triandrum*, palma endémica de distribución restringida a los bosques húmedos de esta región. La elevada proporción de una sola especie dentro de la abundancia endémica regional refleja tanto la rareza general de la flora del Caribe como el carácter estructurante de esta palma en sus ecosistemas nativos (Galeano y Bernal, 2010). Otras especies endémicas abundantes, en orden descendente, fueron *Wettinia hirsuta* (0,28 % de la abundancia regional) y *Unonopsis aviceps* (0,26 %).

La Orinoquía registró la menor riqueza de endemismos del IFN, con solo 8 especies (Figura 21). Este resultado es ecológicamente coherente: los ecosistemas de sabana y galería de la Orinoquía colombiana albergan una proporción reducida de endemismos arbóreos, y el Catálogo de 2016 registra apenas 99 endemismos vasculares en esta región (Bernal *et al.*, 2016). La especie de mayor abundancia fue *Henriettea goudotiana* (0,086 % de la abundancia regional), seguida por *Euplassa saxicola* (0,034 %) y *Cybianthus llanorum* (0,029 %), taxones propios de los tepuyes y las sabanas del Escudo Guayanés.

El Pacífico registró 46 especies endémicas, con una abundancia estimada de 2.427 individuos, lo que corresponde a la segunda mayor riqueza endémica después de los Andes (Figura 21). Este resultado es consecuente con lo observado por Gentry (1986), quien reconoce el Chocó biogeográfico como uno de los centros de endemismo más importantes del Neotrópico. Las tres especies de mayor abundancia fueron *Carpotroche pacifica* (0,36 % de la abundancia regional), *Tessmannianthus calcaratus* (0,35 %) y *Palicourea scandens* (0,34 %).

↓
Figura 22.
Participación de la región Andina en la abundancia de especies endémicas de Colombia

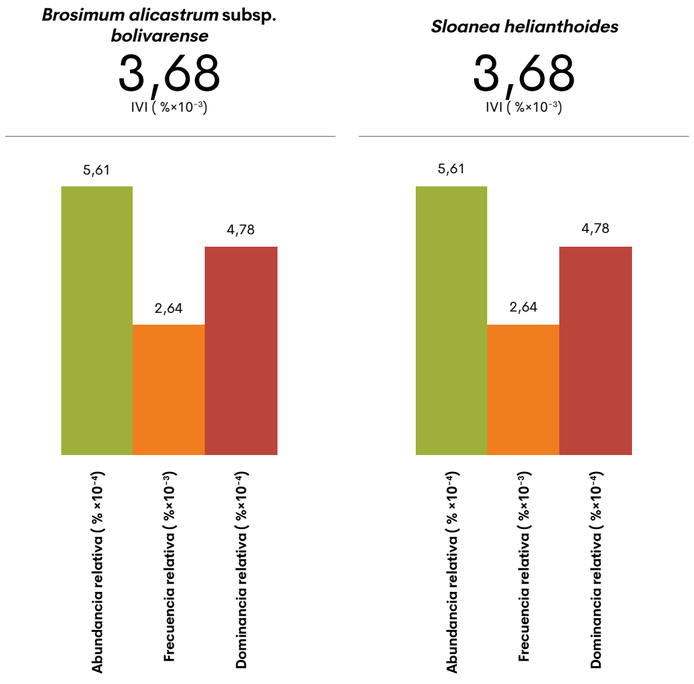


3.7 Especies raras

Las cinco especies con el Índice de Valor de Importancia (IVI) más bajo a nivel nacional se presentan en la Figura 23. Entre ellas, *Brosimum alicastrum* subsp. *bolivarense* fue registrada en el IFN exclusivamente en los bosques del Caribe colombiano, mientras que *Sloanea helianthoides* es un árbol endémico de los bosques andinos húmedos. Por su parte, *Tapura capitulifera* es una especie de los bosques de tierra firme de la Amazonía y pertenece a la familia Dichapetalaceae, que presenta densidades por unidad de área consistentemente bajas en inventarios de bosques colombianos (Cárdenas y Salinas, 2007). Esta característica sitúa a *T. capitulifera* en la categoría de rareza demográfica intrínseca. En el caso de los demás taxones, su identificación únicamente a nivel de género impide profundizar en el análisis de su rareza.

↓
Figura 23.
Especies con menor IVI a escala nacional en el IFN



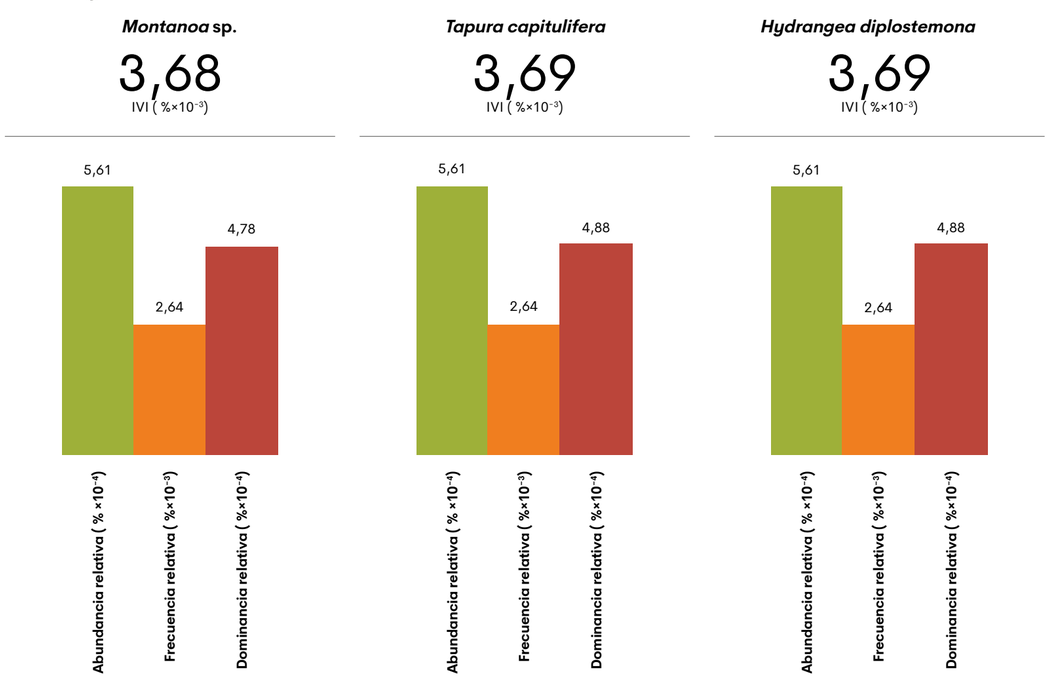


Una especie con bajo IVI no es necesariamente una especie rara. Su baja representatividad en el inventario puede deberse al diseño de muestreo y no a su condición ecológica, por lo que la presencia de estos relictos exige estudios locales detallados.

Es importante considerar que el hecho de que una especie presente una baja representatividad en el Inventario Forestal Nacional —como ocurre con las especies singletons o doubletons, o con aquellas que tienen un peso ecológico poco representativo debido a su bajo IVI— no siempre significa que se trate de una especie ecológicamente rara. Esto es particularmente relevante en el caso de especies con cierto grado de endemismo asociado con un nicho ecológico muy restringido localmente, cuyas poblaciones pueden presentar un fuerte agrupamiento debido a condiciones edáficas o microclimáticas particulares (Condit *et al.*, 2000).

Por esta razón, cuando las unidades de muestreo de un diseño aleatorio no coinciden con estos relictos debido a su alta restricción local, la especie puede clasificarse como rara dentro del inventario (Magurran, 2004), situación frecuente en diseños probabilísticos a gran escala (Ramezani, 2019). En estos casos, se requieren inventarios locales detallados para el estudio de la especie. La presencia de estas situaciones no invalida las estimaciones a escala nacional.





3.8 Especies amenazadas UICN Global

En el marco del IFN de Colombia, el cruce de los registros del inventario con la Lista Roja global (UICN, 2025) arrojó 240 especies clasificadas en alguna categoría de amenaza —En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) o Vulnerable (VU)— o como Casi Amenazadas (NT)[12], con una abundancia estimada de 18.428 individuos (2,28 % de la abundancia total del IFN; Figura 24).

En la Figura 25 se presentan las especies amenazadas a nivel regional. El Caribe registra el mayor porcentaje de especies amenazadas (5,20 % de su abundancia total), seguido por los Andes (2,76 %) y el Pacífico (2,23 %). La Orinoquía presenta el valor más bajo (0,22 %), lo que refleja tanto su menor diversidad arbórea general como la escasez de evaluaciones de la UICN en la región. En el Anexo F se presenta el listado completo de especies amenazadas según la UICN registradas en el IFN.

12. En la UICN la categoría NT no se considera crítica debido a que sus poblaciones no se encuentran reducidas, pero son susceptibles de ello.

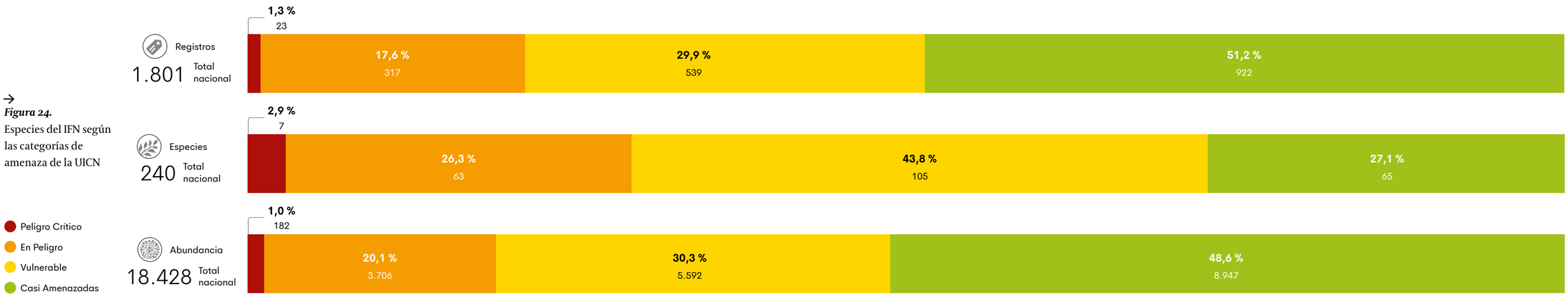


Figura 24.
Especies del IFN según las categorías de amenaza de la UICN

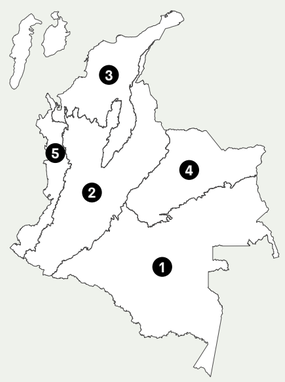
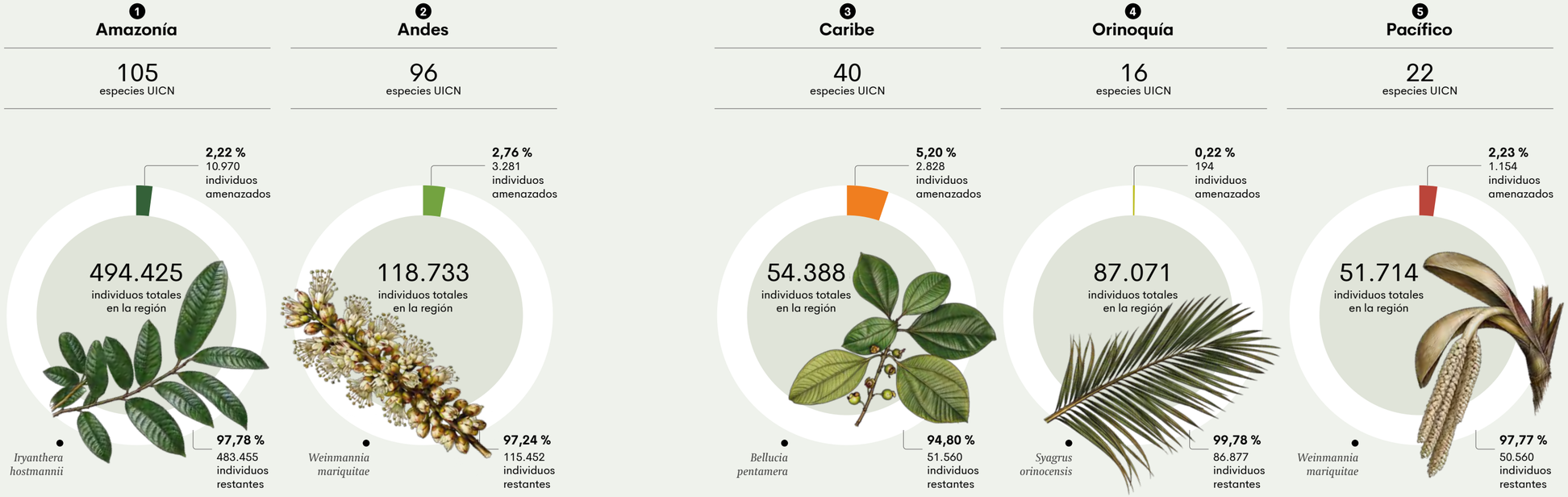


Figura 25.
Distribución regional de especies incluidas en categorías de la UICN en el IFN de Colombia



3.9 Especies CITES

El comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres está regulado por un acuerdo internacional conocido como CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), cuyo objetivo es garantizar que el comercio internacional no amenace la supervivencia de sus poblaciones (UNEP-WCMC, 2026). La Convención cuenta con tres apéndices o listados de protección relacionados con el grado de amenaza:

- **Apéndice I** (especies con mayor grado de amenaza, en peligro de extinción).
- **Apéndice II** (especies que podrían llegar a estar en peligro de extinción si no se regula su comercio).
- **Apéndice III** (especies sometidas a algún tipo de presión a nivel nacional e incluidas a solicitud de los países) (UNEP-WCMC, 2026). Las especies incluidas en el Apéndice II son las más frecuentes.

En el IFN no se identificaron especies incluidas en el Apéndice I, mientras que en el Apéndice II se encontraron 68 especies (Figura 26), con un total de 6.643 individuos (0,82 % de la abundancia total). Estas se distribuyen en dos grandes grupos funcionales:

- Helechos arborescentes[13] (familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae), comercializados globalmente como plantas ornamentales y sustratos para epífitas.
- Especies maderables de alto valor comercial por su uso en construcción, parqué y ebanistería, entre otros, entre las que se destacan los géneros *Dalbergia*, *Handroanthus*, *Tabebuia, Cedrela*, *Dipteryx* y *Swietenia*.

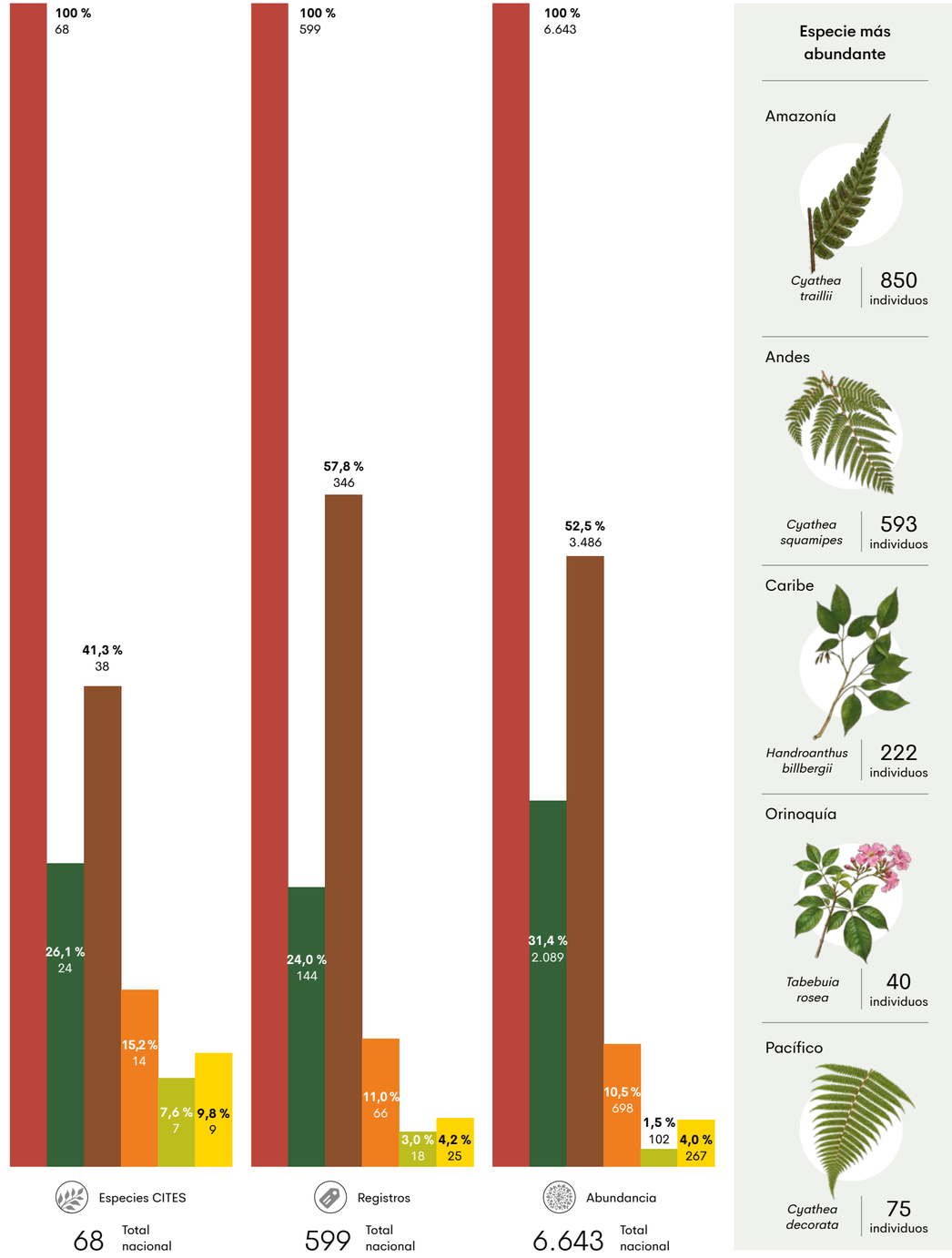
Como se muestra en la Figura 26, los helechos arborescentes dominan el listado de especies CITES incluidas en el IFN. *Cyathea traillii* es la más abundante, con una estimación de 850 individuos concentrados en la Amazonía, seguida por *C. lasiosora*, con 600 individuos registrados exclusivamente en la Amazonía, y *C. squamipes*, con 593 individuos en la región andina. Adicionalmente, entre las especies con menor abundancia, el IFN registró *Dicksonia sellowiana*, con cinco individuos en los Andes.

Llama la atención en este listado la presencia de los helechos arborescentes, característicos de sucesiones tempranas y formadores de dosel, que hacen parte del sotobosque y son especialistas de hábitats muy específicos. De acuerdo con Cárdenas *et al.* (2019), en Colombia su principal amenaza está más relacionada con la pérdida de los bosques andinos, que reduce su hábitat, que con su extracción directa.

Entre las especies maderables, *Handroanthus billbergii* presenta la mayor abundancia estimada en el Caribe (222 individuos). Esta especie fue incorporada a CITES en 2022, a partir de la CoP19, junto con todas las especies de *Handroanthus* y *Tabebuia*. *Dalbergia monetaria*, incluida desde 2016 por la CoP17, registró 69 registros en la Amazonía colombiana, mientras que *Cedrela odorata* registró 125 individuos distribuidos entre los Andes, el Caribe y el Pacífico. Finalmente, *Swietenia macrophylla* registró solo 10 individuos en el IFN, asociados con la región Caribe, pero es una especie emblemática debido a la sobreexplotación histórica que ha sufrido, que la ha llevado casi a su desaparición. Por esta razón, fue una de las primeras especies forestales tropicales incluidas en CITES, en 1992. Su presencia puntual en el IFN evidencia que subsisten relictos poblacionales en el Caribe con potencial para programas de restauración ecológica. En el Anexo G se presenta el listado completo de especies CITES registradas en el IFN.

13. Los helechos arborescentes fueron incluidos en los listados CITES hacia 1975, debido a la presión del comercio ornamental (UNEP-WCMC,2026).

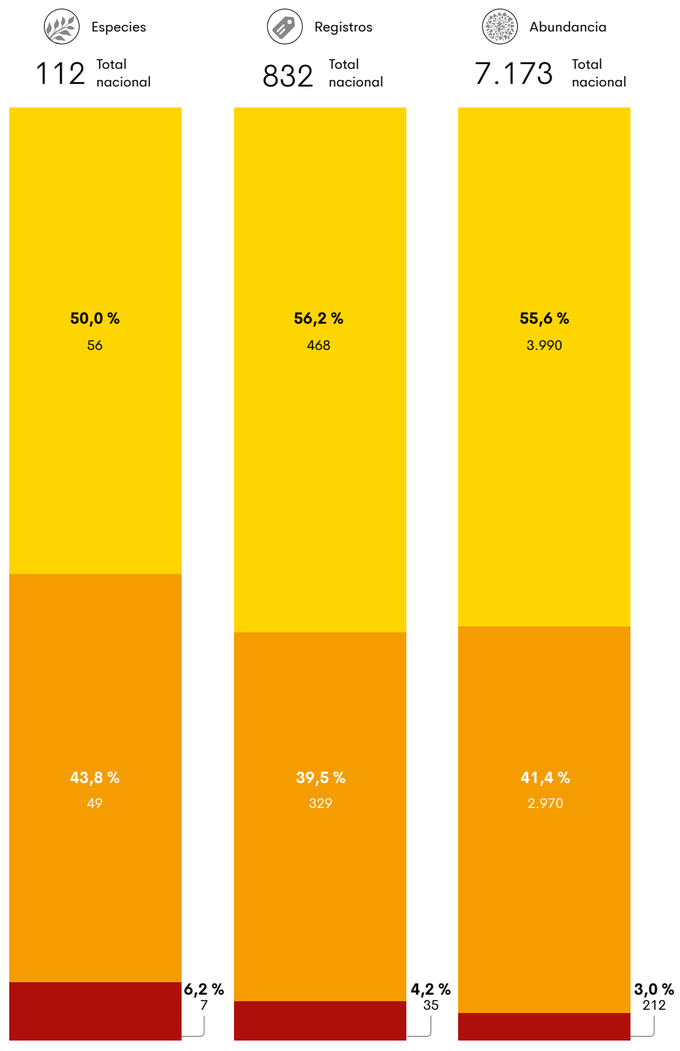
→
Figura 26.
Especies CITES en el IFN



3.10 Especies amenazadas nacionalmente (Res. 0126 del 2024)

A nivel nacional, la Resolución 0126 del 28 de febrero de 2024 (Minambiente, 2024) actualiza el listado de especies de fauna y flora silvestres amenazadas e integra los criterios de la UICN con análisis de amenaza a nivel nacional. En ella, las especies se clasifican en las categorías En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU).

A partir de lo anterior y del cruce con los registros del IFN, se determinaron 112 especies con algún nivel de amenaza nacional, para un total estimado de 7.173 individuos (0,89 % de la abundancia total del IFN; Figura 27). Su baja presencia a nivel nacional da cuenta de la escasez de estas especies, que, por su importancia ecológica y en términos de gobernanza, requieren la priorización de acciones de manejo y conservación. Entre ellas se incluyen especies dominantes y clave para la estructura del bosque, como *Wettinia hirsuta*, *Quercus humboldtii*, *Cedrela odorata*, *Aniba perutilis* y *Swietenia macrophylla*. Como se mencionó en la sección anterior, algunas de estas especies también están incluidas en CITES.



→ ***Figura 27.***
Especies amenazadas, de acuerdo con el análisis de la Resolución 0126 de 2024, registradas en el IFN por categoría de criticidad

4,2 %

De las siete especies En Peligro Crítico (CR) según la Resolución 0126 de 2024, se destacan las siguientes:



Aniba perutilis (comino crespo)

Árbol maderable emblemático de las selvas subandinas y la especie CR de mayor abundancia en el inventario. Ha sufrido una reducción histórica de sus poblaciones superior al 85 % durante el último siglo (Cárdenas y Salinas, 2007), como consecuencia de la extracción selectiva de su madera aromática y de alta densidad. El IFN localiza los remanentes más importantes en el Caribe, el Pacífico y los Andes, lo que aporta información de base para la formulación de planes de restauración y medidas de regulación de su aprovechamiento.



Swietenia macrophylla (caoba)

Presenta un marcado contraste entre las evaluaciones global y nacional. Mientras que la UICN la clasifica como En Peligro (EN), Colombia la categoriza como En Peligro Crítico (CR), reconociendo la situación crítica de sus poblaciones en el territorio nacional. La presencia de apenas tres registros en el IFN, todos en el Caribe, evidencia la gravedad del impacto acumulado de décadas de extracción selectiva e ilegal.



Humiriastrum procerum (chanul)

Árbol de dosel de los bosques pluviales del Chocó, registrado exclusivamente en el Pacífico, que enfrenta los efectos combinados de la extracción maderera y la expansión de la frontera agrícola en el hotspot del Chocó biogeográfico (Cárdenas y Salinas, 2007).

56,2 %

En la categoría Vulnerable (VU) se registraron 56 especies, entre las cuales sobresalen las siguientes:



Quercus humboldtii (roble)

Es la especie con la mayor abundancia estimada dentro de esta categoría, equivalente al 0,08 % de la abundancia total del IFN. Su sobreexplotación para usos maderables y la construcción de viviendas, especialmente durante los siglos XIX y XX, produjeron un declive de sus poblaciones superior al 42 % (Cárdenas y Salinas, 2007).



Otoba lehmannii (cuángare, otobo)

Árbol propio de los bosques húmedos tropicales y subandinos de Colombia y Ecuador. Esta especie de dosel ha experimentado una disminución poblacional debido a la pérdida de hábitat y la explotación maderera, que en la región del Bajo Calima se ha orientado a la obtención de pulpa de papel y chapas (García, 2007).



Prumnopitys montana (pino de montaña)

Especie de dosel presente en los bosques andinos y subandinos desde Venezuela hasta Bolivia. En Colombia se distribuye en el Macizo Colombiano y las cordilleras Central y Oriental. Las poblaciones más diezmadas se encuentran en Cundinamarca, en pequeños fragmentos de bosque rodeados por potreros, condición que acentúa su vulnerabilidad a la explotación debido a la cercanía de vías (García, 2007).



Entre las 49 especies En Peligro (EN) incluidas en la Resolución, se destacan las siguientes:



Astrocaryum triandrum (palma cabecinegro)

Es una de las especies amenazadas con mayor abundancia en el IFN, pero fue registrada exclusivamente en la región Caribe, donde se encuentran algunos de los ecosistemas más amenazados del país (Etter *et al.*, 2018).



Cedrela odorata (cedro)

Su estado de amenaza se refleja en el IFN por su baja abundancia a nivel nacional (125 individuos) y la escasa regeneración evidenciada, aun cuando se registraron individuos distribuidos en todas las regiones del país.

Al respecto, debe recordarse que el cedro fue explotado masivamente durante el siglo XX para la fabricación de muebles y cajas de cigarros, así como para la construcción. En las últimas décadas, sus individuos se encuentran de forma dispersa y presentan escasa regeneración natural en bosques intervenidos (Cárdenas y Salinas, 2007). Dado que también está incluido en el Apéndice II de CITES, su aprovechamiento comercial está sujeto a las disposiciones establecidas por esta Convención.



Ceroxylon quindiuense (palma de cera)

Se encuentra entre las especies de menor abundancia del IFN, con un solo registro, correspondiente a los Andes.

Es destacable la discrepancia entre sus categorías de amenaza global y nacional: mientras que la evaluación más reciente de la UICN (2025) la recategoriza como En Peligro Crítico (CR), la Resolución 0126 de 2024 la ubica en la categoría En Peligro (EN). En el estudio *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de la palma de cera del Quindío* se encontró que, a nivel local, la especie presenta patrones de distribución agrupados, especialmente en la cordillera Central de Colombia, en el municipio de Toche, Tolima, donde se han estimado 600.000 individuos adultos (Minambiente, 2015).

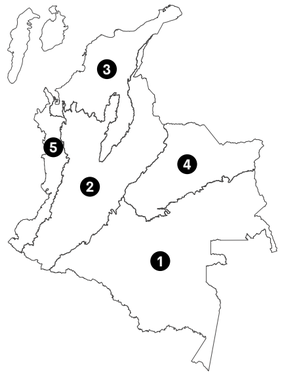
A pesar de lo anterior, y considerando que el individuo registrado en el IFN se encontraba en estadio adulto, es importante prestar atención a la escasa presencia de individuos en estadios juveniles. Esta condición, aunada al largo ciclo de vida, el bajo porcentaje de germinación y el lento crecimiento, agrava la mortalidad de la especie durante la transición entre los estadios de plántula y juvenil (Minambiente, 2015). Estos factores, junto con los procesos de expansión de la frontera agropecuaria en las áreas donde se distribuye la especie, evidencian su alta vulnerabilidad y respaldan la categoría de amenaza asignada a nivel global.



● *Mabea occidentalis*

En la Figura 28 se presentan las diferentes categorías de amenaza establecidas en la Resolución 0126 de 2024, y en el Anexo H, el listado completo de especies del IFN amenazadas a nivel nacional según esta resolución.

↓
Figura 28.
Especies amenazadas, de acuerdo con el análisis de la Resolución 0126 de 2024, en el IFN por región natural



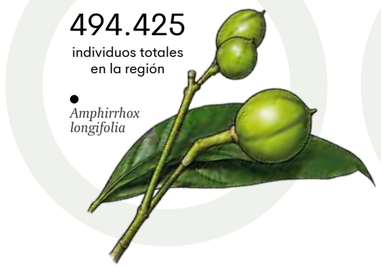
1 Amazonía

11 especies	41 registros

0,06 % 278 individuos amenazados

494.425 individuos totales en la región

● *Amphirrhox longifolia*



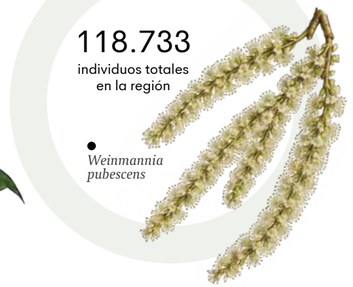
2 Andes

72 especies	440 registros

2,86 % 3.400 individuos amenazados

118.733 individuos totales en la región

● *Weinmannia pubescens*



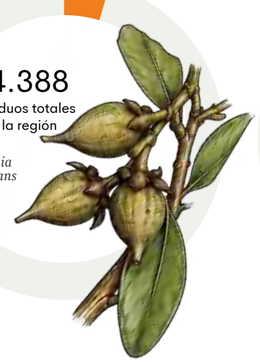
3 Caribe

30 especies	222 registros

4,60 % 2.503 individuos amenazados

54.388 individuos totales en la región

● *Avicennia germinans*



4 Orinoquía

7 especies	11 registros

0,03 % 22 individuos amenazados

87.071 individuos totales en la región

● *Cyathea microdonta*



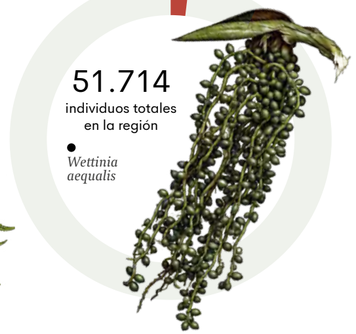
5 Pacífico

20 especies	118 registros

1,88 % 971 individuos amenazados

51.714 individuos totales en la región

● *Wettinia aequalis*



3.11 *Vedas nacionales y regionales*

En esta sección se sintetiza el conjunto de especies registradas en el Inventario Forestal Nacional que cuentan con un acto administrativo de veda vigente, expedido por una autoridad nacional (Ministerio de Ambiente, ANLA o Congreso de la República) o regional (corporaciones autónomas regionales [CAR], corporaciones de desarrollo sostenible [CDS] o establecimientos públicos ambientales [EPA]), para cada una de las cinco regiones naturales de Colombia[14].

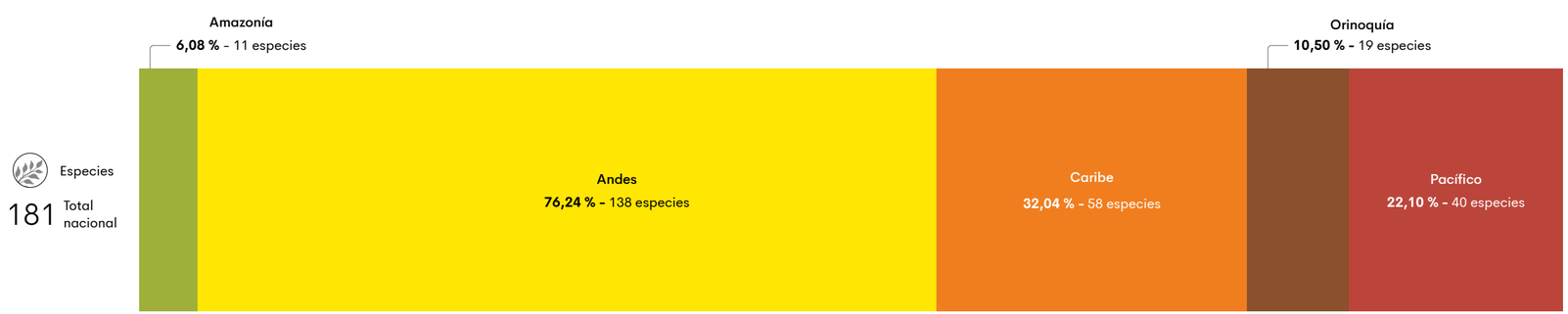
Del análisis se obtuvo que, a nivel nacional, un total de 181 especies registradas en el IFN cuentan con alguna declaratoria de restricción para su aprovechamiento (Figura 29). Esta información, disponible de manera completa en el Anexo I, busca orientar tanto a las autoridades nacionales como a las regionales en la toma de decisiones frente a especies que han recuperado sus poblaciones y presentan una menor vulnerabilidad o, por el contrario, frente a especies sensibles o con poblaciones críticas que deben ser consideradas dentro de las vedas de aprovechamiento.

En la Figura 30 se presentan los registros totalizados por especie vedada a nivel de región natural, de acuerdo con criterios de abundancia alta, media y baja. Los resultados muestran una marcada asimetría: unas pocas especies concentran gran parte de la abundancia —*Siparuna guianensis* en la Orinoquía (2.136,72) y *Astronium graveolens* en el Caribe (1.099,88)—, frente a un gran número de taxones con presencia marginal (abundancia mínima de uno).

Se evidencia, además, que 63 especies están vedadas en más de una región. Tres de ellas presentan vedas en cuatro regiones —*Cedrela odorata, Ceiba pentandra* y *Alsophila cuspidata*— y corresponden a taxones de alto valor maderable o a helechos arborescentes de amplia distribución.

En el corredor Andes–Caribe–Pacífico predomina de forma consistente la veda de especies como *Anacardium excelsum*, *Cariniana pyriformis* y *Symphonia globulifera*, patrón coherente con la continuidad biogeográfica transandina de las tierras bajas húmedas. Desde el punto de vista de la gestión, las especies con vedas exclusivas de una región demandan estrategias de conservación de alcance regional, mientras que aquellas con vedas en varias regiones requieren una armonización normativa interregional que evite vacíos o duplicidades en su protección.

→
Figura 29.
Especies vedadas por región natural*
*El análisis excluye especies indeterminadas.



↓
Figura 30.
Especies vedadas más destacadas por región

Registros Abundancia

Amazonía



Iriartea deltoidea
VEDA: Corpoamazonia
117 856



Cyathea traillii
VEDA: Corporinoquía; Inderena
34 850



Cyathea platylepis
VEDA: Corporinoquía; Inderena
2 50



Samanea saman
VEDA: CRC
2 9

Andes



Quercus humboldtii
VEDA:MAVDT; Cortolima; CDMB; Corpourabá; Corpocaldas; Corporinoquía; CAR; Carder; CAM
106 644



Cyathea squamipes
VEDA: Inderena; Corporinoquía; CDMB; Corpocaldas; Corpourabá
64 593



Symphonia globulifera
VEDA: Corpourabá
5 36



Pouteria caimito
VEDA: Corpourabá
1 1

Caribe



Astronium graveolens
VEDA: Corantioquia; Corpourabá
73 1.100



Spondias mombin
VEDA: Corpourabá
80 653



Brosimum utile
VEDA: Corpourabá
2 30



Pachira aquatica
VEDA: Corpourabá
1 1

Orinoquía



Siparuna guianensis
VEDA: Corpochivor
92 2.137



Pseudolmedia laevigata
VEDA: Corpochivor
13 195



Hasseltia floribunda
VEDA: Corpochivor
2 30



Pochota fendleri
VEDA: Corpoamazonia
1 1

Pacífico



Eschweilera reversa
VEDA: Corpourabá
72 660



Brosimum utile
VEDA: Corpourabá
89 582



Orphanodendron bernalii
VEDA: Corpourabá
13 55



Cariniana pyriformis
VEDA: Codechocó; Corpourabá; Corantioquia
1 1

14. La información se obtiene, en su mayor parte, de la plataforma Eureka de la ANLA (2025).

3.12 Alertas para especies de importancia para la conservación

Como se evidencia en el análisis efectuado, durante el primer ciclo de implementación del Inventario Forestal Nacional (IFN) se registraron, en sus unidades de muestreo, especies de alto interés para la conservación que actualmente carecen de instrumentos de veda vigentes, tanto en el ámbito nacional como en el regional.

A la luz de lo anterior, y con el fin de alertar a las autoridades ambientales regionales sobre la necesidad de establecer restricciones para estas especies debido a su baja abundancia y al estado crítico de sus poblaciones, en la Figura 31 se presenta la distribución de 15 taxones incluidos en el Apéndice II de CITES —principalmente de los géneros *Cedrela*, *Dalbergia*, *Dipteryx*, *Handroanthus* y *Tabebuia*—. Por su parte, en la Figura 32 se resaltan 19 especies amenazadas y con baja abundancia dentro del IFN, clasificadas en las categorías CR, EN y VU de la Resolución 0126 de 2024 (Minambiente, 2024).

Es importante resaltar que, en este último caso, el 78,79 % de las especies señaladas son endémicas y se concentran en las regiones Andina, Pacífica y Caribe. Entre ellas se destacan *Jupunba laeta*, en la Amazonía; *Erythroxylum riverae* y *Sloanea helianthoides*, ambas endémicas y clasificadas como CR, en los Andes; *Hirtella leonotis*, en el Caribe y la Orinoquía; y la especie endémica *Vochysia pacifica*, en el Caribe y el Pacífico, estas dos últimas clasificadas como EN.

En consonancia con lo anterior, cabe señalar que la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas ya advertía que, de 1.853 taxones evaluados en los libros rojos de flora del país, el 36 % se encontraba en alguna categoría de amenaza, lo que constituye una alerta sobre el elevado riesgo de pérdida de flora en el corto plazo (García *et al.*, 2010).

Dado que ninguna de las especies descritas en este apartado cuenta con resoluciones de veda vigentes —lo que incrementa su vulnerabilidad frente al aprovechamiento y la transformación del hábitat—, se recomienda que las CAR competentes y las entidades nacionales evalúen la adopción de medidas normativas de protección para estos taxones, articuladas con las acciones de priorización, monitoreo poblacional y conservación *in situ* establecidas en la Estrategia Nacional.

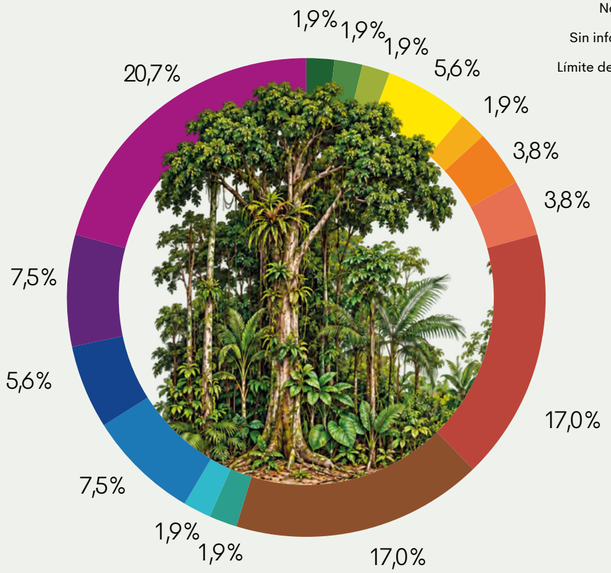
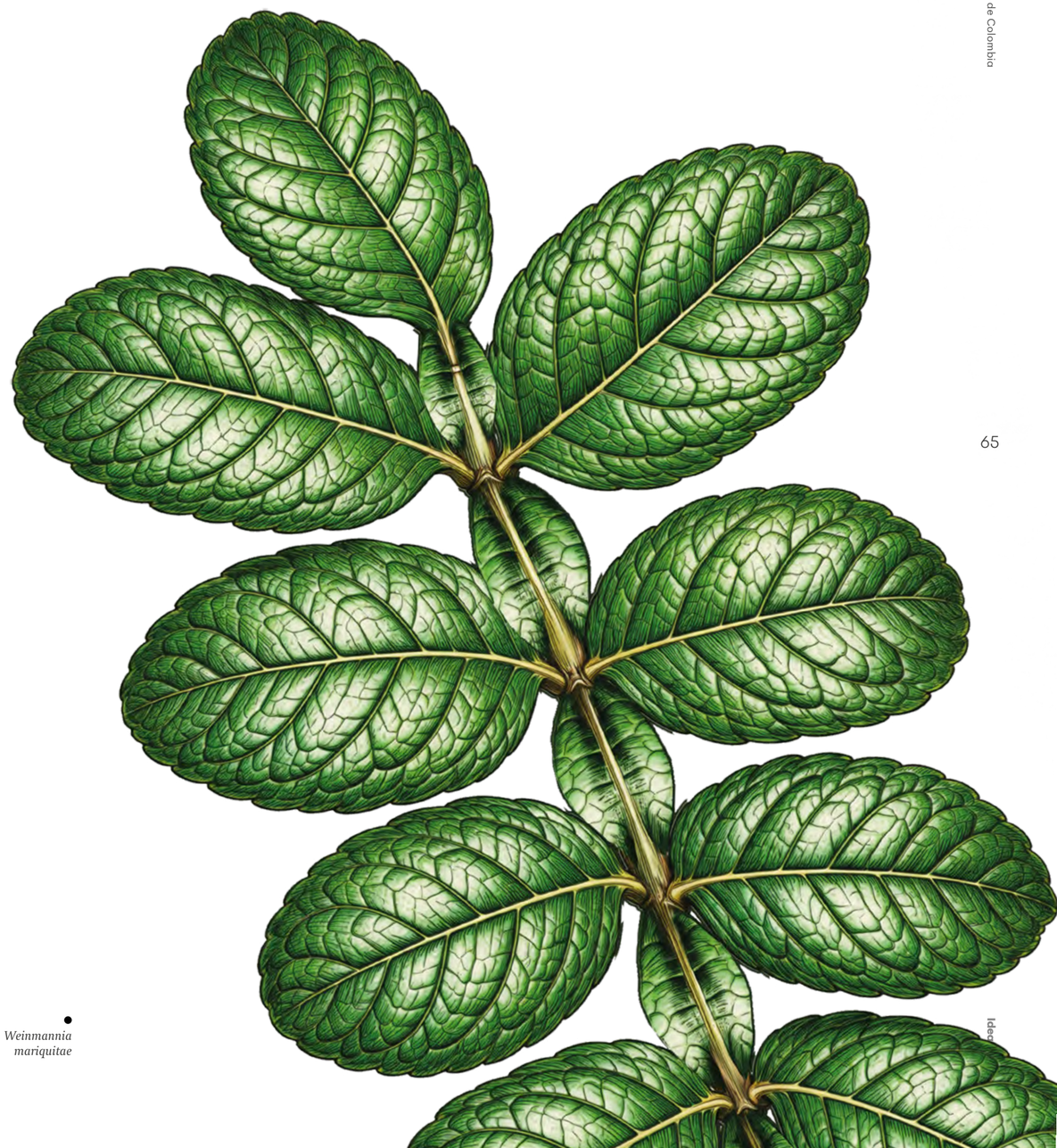




Figura 31.
Mapa de distribución de especies CITES (Apéndice II), priorizadas en el Inventario Forestal Nacional, dentro de la jurisdicción de las CAR



Figura 32.
Mapa de distribución de especies priorizadas por amenaza y endemismo en el Inventario Forestal Nacional, dentro de la jurisdicción de las CAR



Weinmannia mariquitae

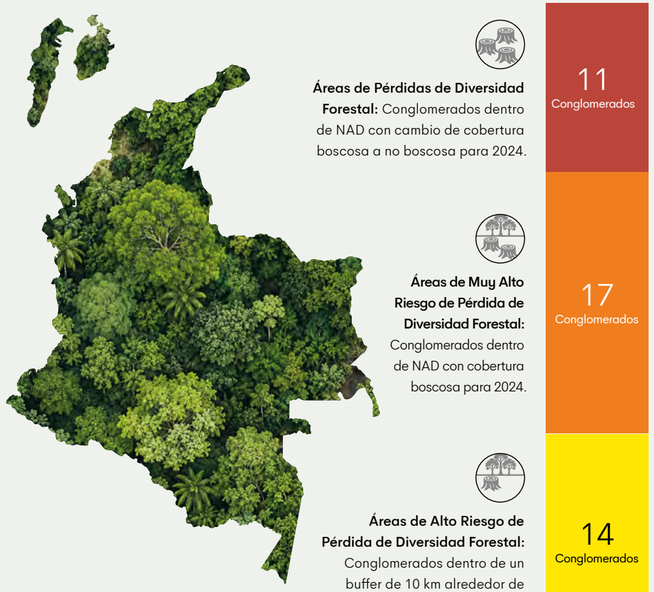
3.13 Análisis de la pérdida de la diversidad forestal en los núcleos activos de la deforestación

En Colombia, una de las principales problemáticas ambientales es la deforestación, que anualmente ocasiona la pérdida de miles de hectáreas de bosque. De acuerdo con el último boletín de alertas tempranas de deforestación, en 2024 el área deforestada alcanzó las 113.608 ha, y una de las zonas más afectadas se ubicó en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (Ideam y Minambiente, 2025)[15]. Este fenómeno tiene diversos orígenes, pero, entre sus causas, la tala ilegal de madera para su comercialización constituye uno de los principales factores impulsores.

En línea con lo anterior y a partir del análisis presentado por Ideam (2025)[16], en el que se describe en detalle la metodología empleada, se realizó un cruce entre los Núcleos Activos de Deforestación (NAD), identificados por el SMByC del Ideam, y los conglomerados del IFN.

Como resultado, se definieron tres tipos de zonas en las que se configura la pérdida de diversidad forestal (Figura 33): "áreas de pérdida completa dentro del núcleo activo de deforestación (NAD), áreas de muy alto riesgo de pérdida (ubicadas dentro del NAD) y áreas con riesgo alto de pérdida, fuera del NAD. Este último se enmarca en un rango de 10 km alrededor del área de influencia del núcleo activo de deforestación" (Ideam, 2025b).

↓
Figura 33.
Categorización de áreas de pérdida de diversidad forestal sobre NAD
Fuente: adaptado de Ideam (2025), Anexo 5.12.



Áreas de Pérdidas de Diversidad Forestal: Conglomerados dentro de NAD con cambio de cobertura boscosa a no boscosa para 2024.

11 Conglomerados

Áreas de Muy Alto Riesgo de Pérdida de Diversidad Forestal: Conglomerados dentro de NAD con cobertura boscosa para 2024.

17 Conglomerados

Áreas de Alto Riesgo de Pérdida de Diversidad Forestal: Conglomerados dentro de un buffer de 10 km alrededor de los NAD con cobertura boscosa para 2024 .

14 Conglomerados

15. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque – Año 2024. Resumen de resultados de monitoreo (2025).
16. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2025). Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2024. Anexo 5.12. Análisis de la pérdida de la diversidad forestal en los núcleos activos de la deforestación del arco amazónico a partir de los resultados del Inventario Forestal Nacional.

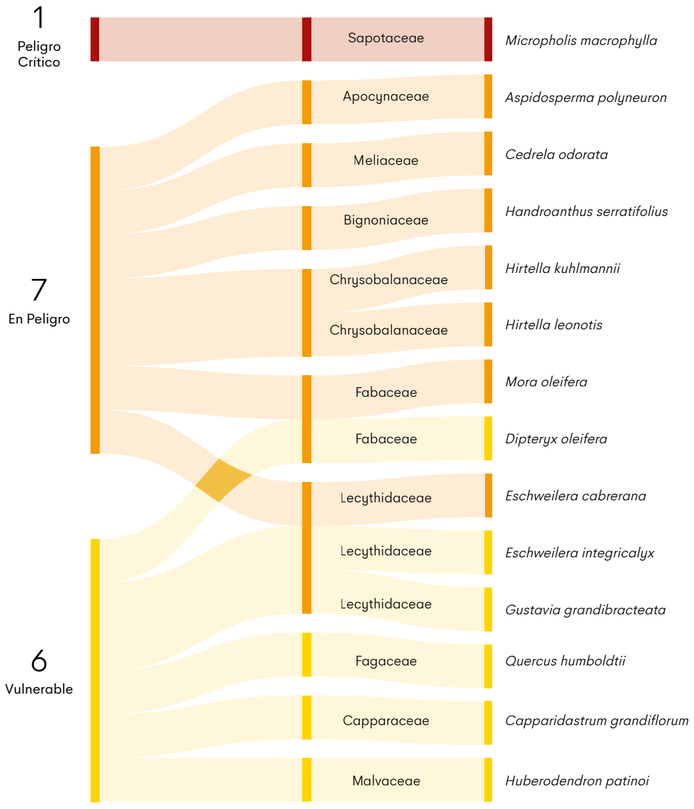
Como resultado del cruce realizado, específicamente dentro del NAD del arco amazónico, se identificaron 42 conglomerados levantados en zonas con puntos activos de deforestación o en sus áreas de influencia directa o indirecta. De estos, en 11 se observaron cambios completos de la cobertura boscosa, lo que significa que las 177 especies de árboles, helechos y palmas registradas en estos conglomerados desaparecieron. Entre las especies afectadas se destacan *Cyathea* cf. *lasiosora*, *Eschweilera pachyderma*, *Iriartea deltoidea*, *Pachira nukakica* y *Piper longicaudatum*, por encontrarse en alguna categoría de amenaza, endemismo o veda (Ideam, 2025).

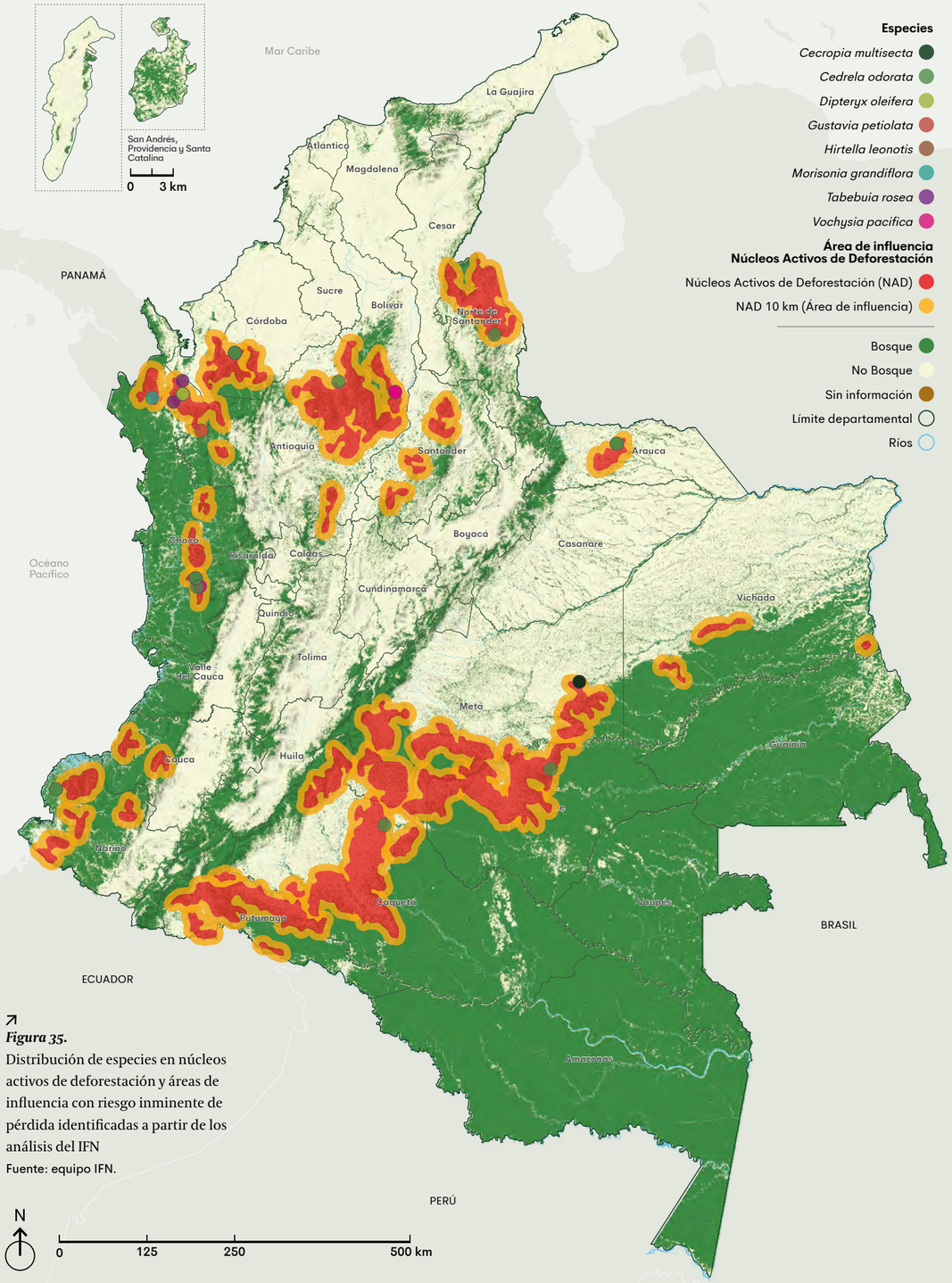
Específicamente, al interior de los NAD se establecieron 17 conglomerados, es decir que, en el momento de su levantamiento, los procesos de deforestación ya se encontraban activos. Por tanto, se puede inferir que las especies registradas en estos conglomerados corresponden a parches o relictos boscosos que no habían sido alterados, pero que presentan un alto riesgo de desaparecer (Ideam, 2025). En la Figura 34 se presenta el listado de estas especies.

Los 14 conglomerados restantes se localizaron en zonas de alta influencia de procesos de deforestación (10 km). Aunque actualmente presentan una buena cobertura boscosa, deben ser objeto de monitoreo permanente, ya que, además de las especies señaladas en la Figura 34, que también están presentes en estas zonas, se registran especies de alto valor comercial y gran demanda en los mercados nacionales, como *Samanea saman, Cedrela odorata*, *Virola sebifera*, *Brosimum utile* y *Dipteryx oleifera*, altamente vulnerables frente a la intervención antrópica.

Como se pone de manifiesto, las pérdidas de cobertura boscosa por deforestación y degradación representan una amenaza para la diversidad forestal en todas las regiones biogeográficas del país. La fragmentación progresiva de los ecosistemas boscosos y la extracción selectiva de especies de alto valor comercial reducen tanto el número de individuos como el volumen de madera, la biomasa y el carbono almacenado. Estos impactos son particularmente graves en especies con distribuciones restringidas, que presentan una alta vulnerabilidad incluso antes de la intervención antrópica. Por ello, es urgente definir programas de protección que contribuyan a impedir el avance de estos fenómenos. En la Figura 35 se presenta el mapa de las especies con algún grado de amenaza o endémicas, identificadas por el IFN en los NAD o en sus áreas de influencia, que deben priorizarse para acciones de conservación o manejo sostenible.

↓
Figura 34.
Especies identificadas dentro de los núcleos activos de deforestación (NAD) con alto riesgo





↗
Figura 35.
Distribución de especies en núcleos activos de deforestación y áreas de influencia con riesgo inminente de pérdida identificadas a partir de los análisis del IFN
Fuente: equipo IFN.

Resultados de diversidad forestal

| 4.1. Índices de diversidad alfa. P. 74 | 4.2. Índices de diversidad beta. P. 81 |
| 4.3. Índices de diversidad gamma (escala nacional). P. 95 |

La muestra analizada reúne 764.112 individuos, de los cuales el 63,56 % está en la Amazonía. Los bosques colombianos superan el umbral de alta diversidad de Shannon-Wiener (H′ > 3,5). Aun así, riqueza y equilibrio no coinciden: la Amazonía tiene más especies, pero sus individuos se concentran en pocas, mientras que los Andes reparten mejor las abundancias y alcanzan la mayor diversidad efectiva. La Orinoquía, con más individuos que el Caribe y el Pacífico, muestra la menor diversidad efectiva.

En la diversidad beta, la Amazonía es la región florísticamente más distinta: su disimilitud con el Pacífico es de 0,80, con el Caribe de 0,79 y con los Andes de 0,74. En la escala nacional, el estimador Jackknife proyecta 7.997 especies, lo que implica que el IFN ha registrado cerca del 63 % del conjunto potencial de especies arbóreas del país. Esta cifra debe tomarse como una aproximación y no un valor definitivo, atendiendo a los umbrales de incertidumbre asociados al proceso estadístico.

63,1 %
de la riqueza nacional proyectada ya registrada

El concepto de diversidad β fue propuesto por primera vez por Robert H. Whittaker en 1956, a partir de sus estudios sobre la variación en la composición de la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal en la cordillera de las Great Smoky Mountains, en el sureste de los Estados Unidos. Hacia 1960, el mismo Whittaker acuñó el término diversidad β en su artículo "Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California", en el que analizó la diversidad de la flora de esa zona y encontró que la riqueza de especies se incrementaba desde la costa hacia el interior del continente.

Whittaker concluyó que el cambio en la composición de especies era producto de la diversidad de los sitios individuales y de la diferenciación relativa de los patrones de diversidad de la vegetación a lo largo de una combinación de gradientes topográficos y de humedad. Estos factores llevaron al investigador a distinguir tres aspectos o niveles de la diversidad de especies en las comunidades naturales:

- La riqueza de especies de un sitio o comunidad particular o, en el caso del Inventario Forestal Nacional, de una unidad de análisis, denominada diversidad alfa (α).

- La magnitud del cambio en la composición de las comunidades o el grado de diferenciación entre ellas en relación con un gradiente ambiental complejo o con patrones ambientales, denominada diversidad beta (β).

- La diversidad de especies de un conjunto de muestras o comunidades correspondiente a un grupo de ambientes, combinados de tal forma que su valor de diversidad, denominado diversidad gamma (γ), es resultado tanto de la diversidad α como de la diversidad β de dichas muestras.

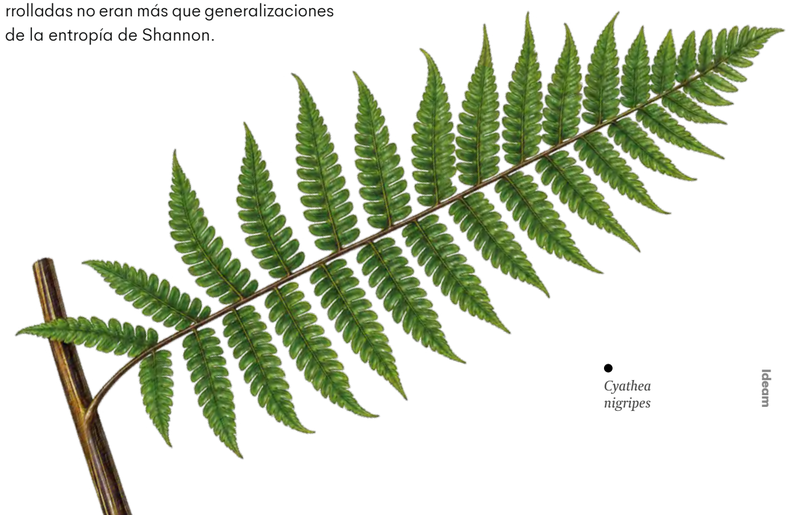
La diversidad β, en contraste con las diversidades α y γ, que presentan un carácter dimensional diferente, se basa en tasas o diferencias. Para distintos propósitos de investigación, dichas tasas o diferencias deben medirse a lo largo de clinas —entendidas como el cambio gradual de rasgos fenotípicos de una misma especie por efecto de las condiciones ambientales— o a partir de un conjunto de muestras que difieren entre sí a lo largo de varios ejes del hábitat o del hiperespacio de la comunidad. Por lo tanto, existen diferentes aproximaciones para evaluar la diversidad β, que se define como "la magnitud de cambio en la composición de las especies a lo largo de un gradiente ambiental o entre diferentes comunidades en un paisaje" (Whittaker, 1977).

Chao *et al.* (2012) demostraron, mediante derivaciones teóricas y simulaciones, que la discusión sobre la dependencia o relación entre los distintos componentes de la diversidad de especies radica en las diferentes condiciones y restricciones que cada autor ha impuesto a su modelo o a sus ejercicios de simulación. De esta manera, concluyeron que la independencia estadística entre los valores de α y β depende principalmente de la naturaleza del muestreo. Esto permite entender que, para ciertos ecosistemas, es posible que una gran diferenciación esté asociada con una alta diversidad dentro de los grupos (Jost, 2010; Chao *et al.*, 2012). Este problema se logra resolver cuando Chao *et al.* (2012) recurren a los números de Hill o medidas de "diversidad verdadera", que constituyen una alternativa para medir la diversidad de especies.

A finales del siglo XX, diversos científicos de campos como la ecología, la economía, la teoría de la información y la física llegaron a la conclusión de que tres cálculos de la diversidad aparentemente no relacionados —o transformaciones simples de estos— podían generarse mediante una única fórmula maestra. Muchas de las ecuaciones desarrolladas no eran más que generalizaciones de la entropía de Shannon.

Rényi (1961) y Tsallis (1988) desarrollaron fórmulas pertenecientes a una familia de entropías. Estas fórmulas maestras permiten generar cada uno de los tres cálculos de diversidad —o transformaciones simples de estos— mediante la variación de un parámetro q, que controla la sensibilidad del cálculo a las abundancias relativas de las especies. Cuando $q = 0$, cada una de estas fórmulas proporciona la riqueza de especies o una transformación simple de esta; cuando $q = 1$, las fórmulas no están definidas, pero en el límite cuando q tiende a 1 proporcionan la entropía de Shannon o una transformación simple de esta; y cuando $q = 2$, proporcionan el índice de Gini-Simpson o una transformación simple de este. Esta representación constituyó una primera aproximación a la posibilidad de concebir una "matemática de la diversidad".

Estas fórmulas maestras no se limitan a los valores 0, 1 o 2 del parámetro q. Es posible utilizar cualquier valor de $q \geq 0$ y, al representar gráficamente la fórmula maestra en función de q, generar una curva suave denominada "espectro de entropía (de Rényi o de Tsallis)" de la comunidad. Estas curvas ofrecen una forma alternativa de expresar la información contenida en la distribución de abundancias de las especies de una comunidad. Al comparar dos comunidades, si un perfil se encuentra por encima del otro, puede determinarse cuál presenta mayor diversidad. Si los perfiles se cruzan, el orden de diversidad resulta ambiguo y depende de la ponderación de las abundancias relativas de las especies.



Cyathea nigripes

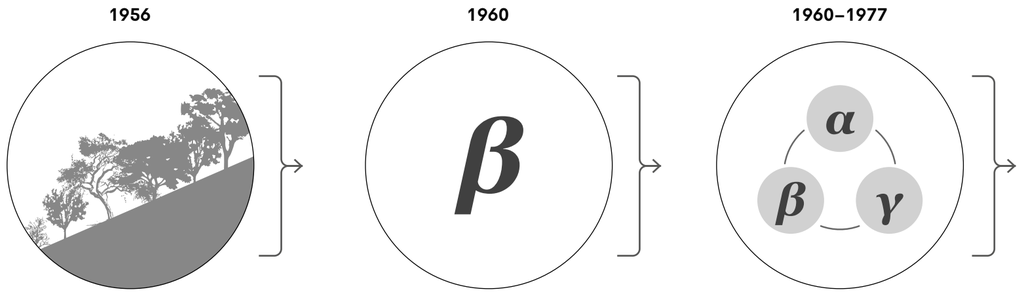
Ideam

El ecólogo Mark Hill y los economistas Hannah y Kay dieron un paso adicional al mostrar que las fórmulas maestras podían transformarse para generar un conjunto de cálculos expresados en la misma métrica sencilla de la riqueza de especies, en lugar de entropías no lineales (Hill, 1973; Hannah y Kay, 1977). Los cálculos generados por esta nueva fórmula maestra obedecen a un principio que ya era fundamental en la economía moderna y que estaba implícito en muchos de los razonamientos de los biólogos sobre la diversidad. De esta forma, los números de Hill —o número efectivo de especies— constituyen una fórmula maestra que permite expresar de manera sencilla el número efectivo de especies en función del parámetro *q*, que determina la sensibilidad del cálculo a la abundancia relativa de las especies.

Considerando lo anterior, en este capítulo se presenta una revisión de los índices empleados para medir la diversidad y la riqueza de especies a partir de los conglomerados levantados durante el primer ciclo del Inventario Forestal Nacional, con el fin de comprender la diversidad de los bosques de Colombia.

A continuación, se presentan los principales resultados de los indicadores de diversidad forestal. En el Anexo J se puede consultar el resumen de las fórmulas de cálculo empleadas.

↓
Figura 36.
Cronología de los índices de diversidad



Whittaker y el gradiente

Estudia la variación de la vegetación a lo largo de gradientes ambientales.

Nace la diversidad

Whittaker acuña el término en sus estudios florísticos.

Tres niveles de diversidad

α: riqueza local.
β: recambio.
γ: diversidad del conjunto.

Fórmulas maestras

Rényi y Tsallis generalizan medidas de diversidad con el parámetro q.

Números de Hill y diversidad verdadera

Permiten expresar la diversidad como número efectivo de especies.

Aplicación en este capítulo

Base conceptual para analizar diversidad y recambio en los bosques de Colombia.



● *Siparuna guianensis*

4.1 Índices de diversidad alfa

La diversidad alfa permite describir la riqueza (número de especies) y la estructura (dominancia o equitatividad) de las comunidades de especies forestales al interior de cada región. Los índices alfa seleccionados, entre la amplia variedad disponible en la literatura, permiten comparar de manera conjunta no solo la riqueza de especies, sino también su distribución en términos de abundancia y la completitud de los hallazgos florísticos obtenidos por el Inventario Forestal Nacional en cada una de las regiones biogeográficas.

La muestra nacional estuvo conformada por 764.112 individuos. La Amazonía registró la mayor cantidad, con 485.670 individuos, equivalentes al 63,56 % del total. Esta región comprendió el 65,65 % de la superficie de bosque considerada y el 49,62 % de los conglomerados evaluados (Figura 37).

Por su parte, la región Andina ocupó el segundo lugar, con 105.981 individuos, correspondientes al 13,87 % de la muestra nacional, seguida por la Orinoquía, con 82.591 individuos. El Pacífico, con 46.019 individuos, y el Caribe, con 43.851, ocuparon los últimos lugares.

→
Figura 37.
Número de individuos contenidos en la muestra del IFN y su relación porcentual por abundancia, superficie y conglomerados



4.1.1 *Número de individuos*

El número de individuos equivale a la cantidad de organismos vivos presentes en una muestra, independientemente de la especie, y está asociado con el tamaño y la intensidad del muestreo. Este valor permite contextualizar el índice de riqueza de especies.

El número absoluto de individuos de la muestra corresponde a los organismos vivos acumulados en cada región, independientemente de la especie, y constituye un reflejo de la intensidad del muestreo regional (Figura 37), factor determinante en la precisión de las estimaciones.

* Esta figura excluye los individuos que no fueron identificados taxonómicamente considerando que para los análisis de diversidad se requiere algún nivel de certeza taxonómica, por lo que difieren de la tabla de hábitos de crecimiento del IFN del capítulo tres (hábitos de crecimiento). Adicionalmente, es importante mencionar que los valores totales de abundancia (Individuals en Past) reportados para este capítulo se ajustan al menor valor entero.

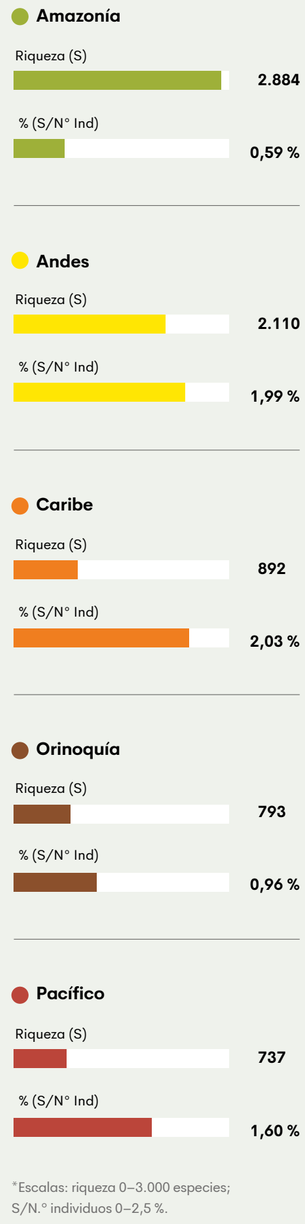
4.1.2 *Riqueza de especies (S)*

La riqueza de especies es una medida básica y de uso común para representar la diversidad y corresponde al número total de especies registradas en un mismo ecosistema. Si bien una mayor cantidad de especies implica una mayor riqueza, el valor obtenido depende de la intensidad del muestreo y del área abarcada.

Como se evidencia a partir del número de individuos (Figura 37), cuanto mayor es la cantidad de individuos registrados, mayor es la probabilidad de detectar especies raras. Por esta razón, la riqueza de especies no puede compararse directamente entre muestreos desbalanceados (Gotelli y Colwell, 2001), sino que proporciona una aproximación a las especies registradas en cada muestra. La Amazonía es la región que presenta la mayor riqueza de especies (Figura 38), lo que concuerda con el patrón de hiperdiversidad de las tierras bajas amazónicas (ter Steege *et al.*, 2013). Sin embargo, debido a la intensidad del muestreo, presenta la relación más baja entre especies e individuos muestreados (0,59 %), es decir, por cada mil individuos muestreados se registran aproximadamente seis especies. Por su parte, el Pacífico, con casi la mitad de los individuos muestreados en comparación con la Orinoquía, duplica a esta región en la proporción de riqueza.

764.112 Total de individuos

↓
Figura 38.
Riqueza de especies en la muestra del IFN



*Escalas: riqueza 0–3.000 especies; S/N.° individuos 0–2,5 %.

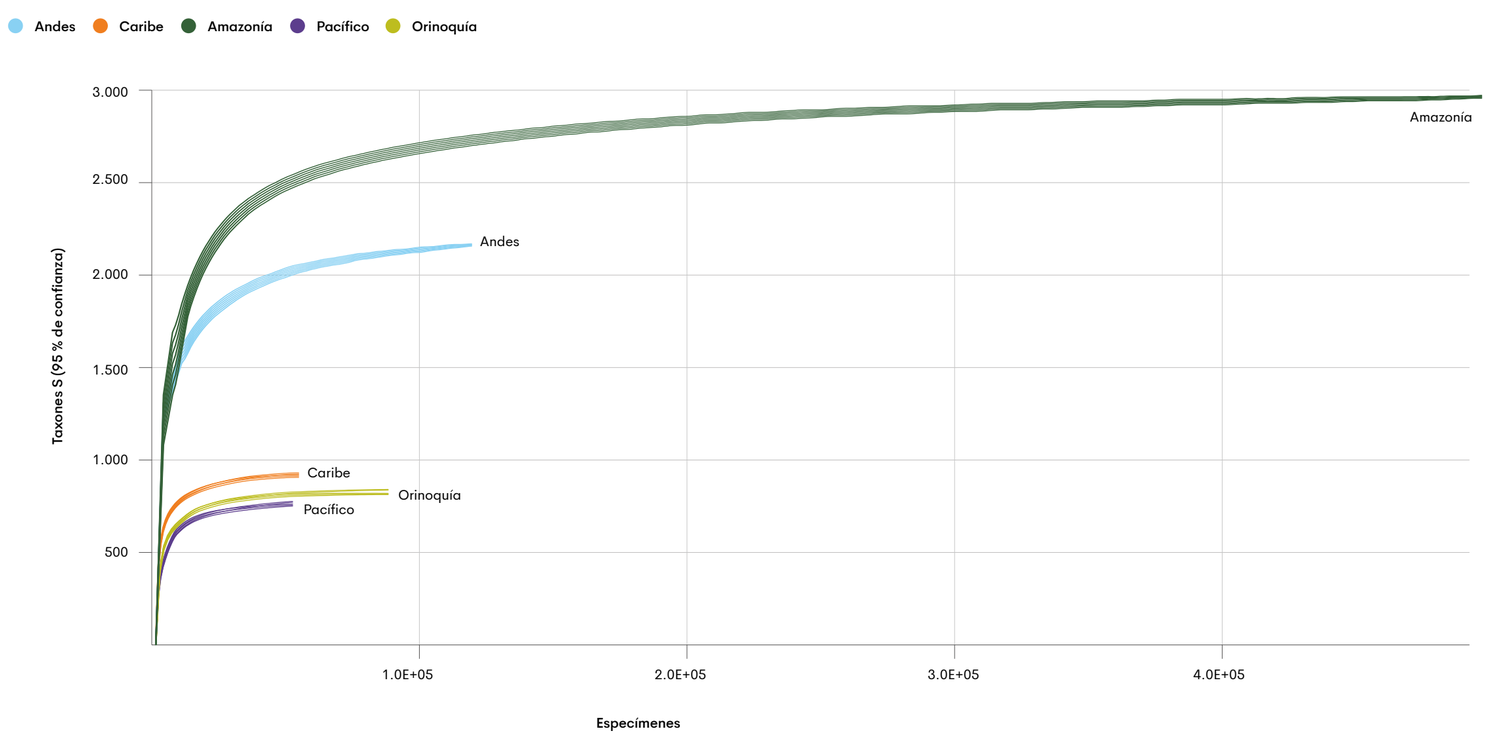
4.1.3
Curva de rarefacción individual

Este método permite estandarizar el esfuerzo de muestreo y evaluar las diferencias de diversidad entre regiones o sitios de manera más comparable (Gotelli y Colwell, 2001). La curva describe la relación entre el número acumulado de individuos muestreados y el número de especies registradas. En general, se espera un incremento inicial rápido en el número de especies a medida que aumenta el número de individuos muestreados, seguido de una reducción progresiva en la incorporación de nuevas especies, hasta aproximarse a una asíntota cuando el muestreo captura la mayor parte de la riqueza esperada.

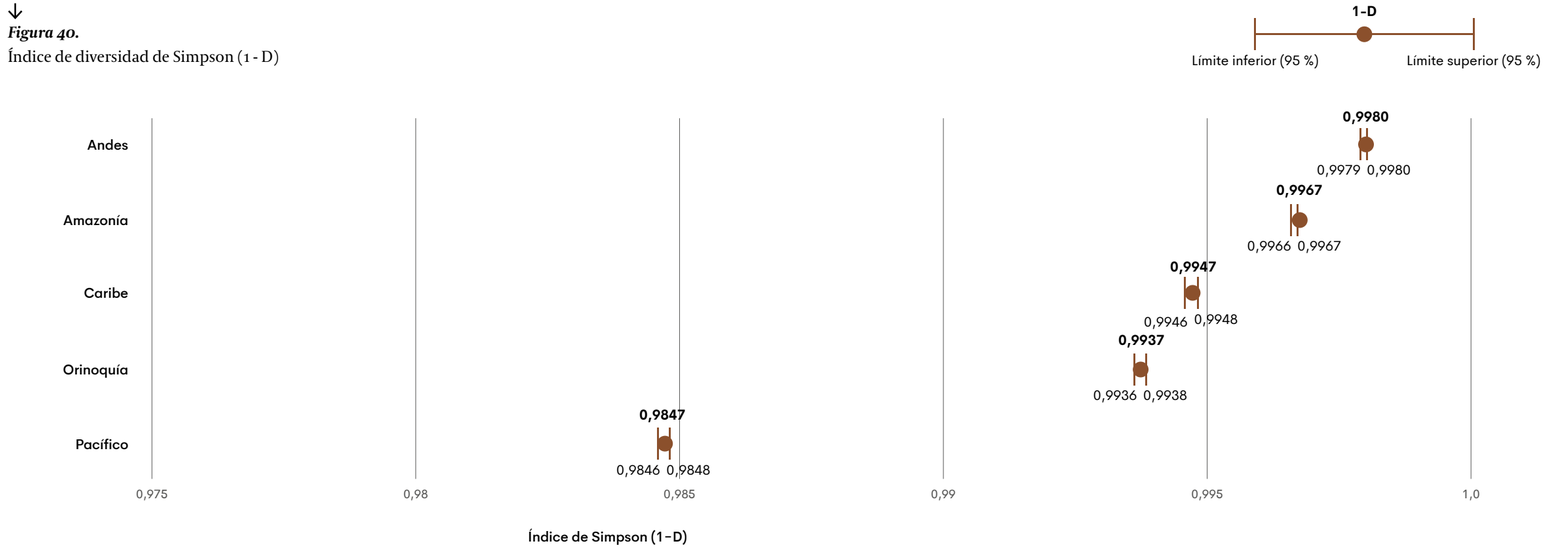
En las curvas de acumulación de especies por individuos se observó un incremento en el número de especies a medida que aumentó el número de individuos muestreados. La Amazonía presentó la mayor riqueza, con 2.884 especies, lo que evidencia una mayor riqueza esperada frente a las demás regiones evaluadas (Figura 39). Además, la curva mantuvo una ligera pendiente positiva hacia el final, lo que indica que el muestreo aún no alcanza la asíntota y que el registro de un mayor número de individuos podría permitir la detección de nuevas especies, particularmente aquellas raras o de baja frecuencia.

Los Andes ocuparon el segundo lugar, con 2.110 especies y una rápida acumulación de especies a medida que aumentó el número de individuos analizados. En contraste, el Caribe, a pesar de presentar el menor número de individuos, registró una diversidad mayor que la Orinoquía y el Pacífico. Por último, la región Pacífica presentó la menor diversidad entre las regiones evaluadas (Figura 39).

↓
Figura 39.
Curva de rarefacción individual



↓
Figura 40.
Índice de diversidad de Simpson (1 - D)



4.1.4
Índice de Simpson (1-D)

De manera complementaria, se calculó el índice de Simpson en su forma de diversidad (1 – D), que representa la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos pertenecientes a especies diferentes dentro de una comunidad. Sus valores oscilan entre 0 y 1: los valores cercanos a 1 indican comunidades más diversas y con menor dominancia, mientras que los valores cercanos a 0 reflejan una mayor concentración de individuos en pocas especies.

$$1 - D = 1 - \sum_{i} \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

Donde n_i es el número de individuos del taxón i y n es el número total de individuos de todas las especies de la comunidad.

El índice de diversidad de Simpson (1 – D) adopta valores cercanos a cero cuando existe dominancia de pocas especies y valores cercanos a uno cuando se presenta una mayor heterogeneidad de especies dentro de las formaciones vegetales (Vélez y Fresneda, 1992). Los valores obtenidos para las cinco regiones presentaron poca variación (Figura 40), lo que indica una baja dominancia relativa y una amplia distribución de los individuos entre las especies. El Pacífico presentó el valor más bajo, aunque este sigue siendo elevado en términos ecológicos, lo que podría reflejar una mayor concentración relativa de individuos en algunas especies o una menor equidad en la distribución de las abundancias.

4.1.5
Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice permite representar la riqueza y la equitatividad de una comunidad a partir de la incertidumbre asociada con la selección al azar de un individuo perteneciente a una especie determinada.

$$H' = -\sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

Donde n_i es el número de individuos del taxón i y n es el número total de individuos de todas las especies de la comunidad.

Como se evidencia en la Figura 41, los bosques de Colombia superan el umbral de alta diversidad (H′ > 3,5; $e^{3.5}$ = 33 especies).

El exponencial de Shannon evidenció diferencias en la diversidad efectiva entre las regiones biogeográficas. Los Andes presentaron el mayor número efectivo de especies, seguidos por la Amazonía, mientras que el Caribe ocupó una posición intermedia. Los valores más bajos se registraron en el Pacífico y la Orinoquía, siendo esta última la región con la menor diversidad efectiva. Aunque la Amazonía presentó la mayor riqueza observada, los Andes alcanzaron un valor más alto del exponencial de Shannon, lo que indica que las abundancias estuvieron distribuidas de manera más equilibrada entre las especies. En contraste, en la Amazonía una mayor proporción de individuos se concentró en unas pocas especies, lo que evidencia que la diversidad no depende únicamente de la riqueza registrada, sino también de la distribución de las abundancias entre las especies.

4.1.6
Índice de Pielou (J)

El índice de Pielou (J) se basa en la distribución de las abundancias de las especies para estimar su uniformidad o equitatividad. Sus valores varían entre 0 y 1; los valores cercanos a 1 representan comunidades en las que las abundancias se distribuyen de manera más equitativa entre las especies presentes.

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde H' es el índice de Shannon-Wiener y S es la riqueza de especies.

Los valores obtenidos para el índice de Pielou son consistentes con lo observado en los índices de Simpson (Figura 40) y Shannon-Wiener (Figura 41). La región de los Andes presenta la mayor equitatividad en términos de abundancia (Figura 42), aunque las demás regiones también muestran una distribución relativamente equilibrada de sus abundancias.

4.1.7
Estimador de riqueza de Chao (Chao1)

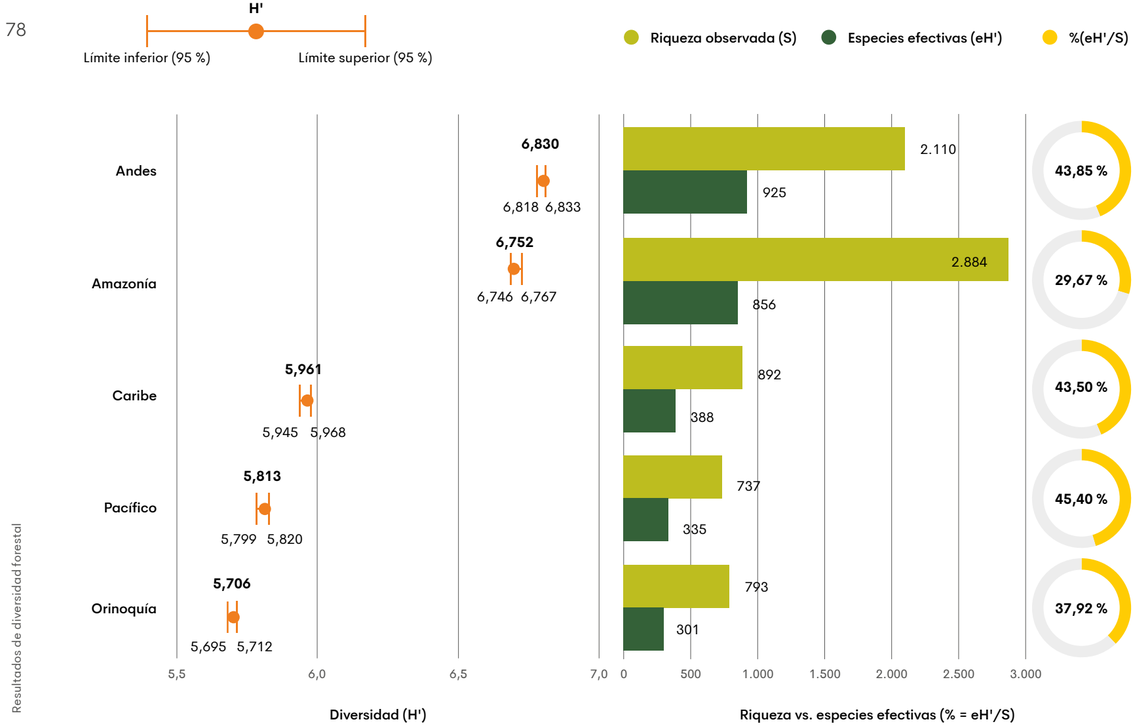
El estimador de riqueza Chao1 permite proyectar la riqueza total esperada a partir de las especies raras, es decir, aquellas representadas por uno o dos individuos en el muestreo. La comparación entre la riqueza observada y la riqueza estimada permite evaluar la representatividad del inventario e identificar la proporción aproximada de especies potencialmente no registradas en cada región.

El valor obtenido mediante este estimador se contrasta con la riqueza de especies observada. A partir de la diferencia entre ambos valores, es posible estimar el número de especies faltantes para alcanzar la riqueza esperada del inventario.

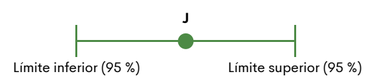
$$S_{Chao1} = S + \left(\frac{n-1}{n}\right)\frac{F_1^{\,2}}{2F_2}$$

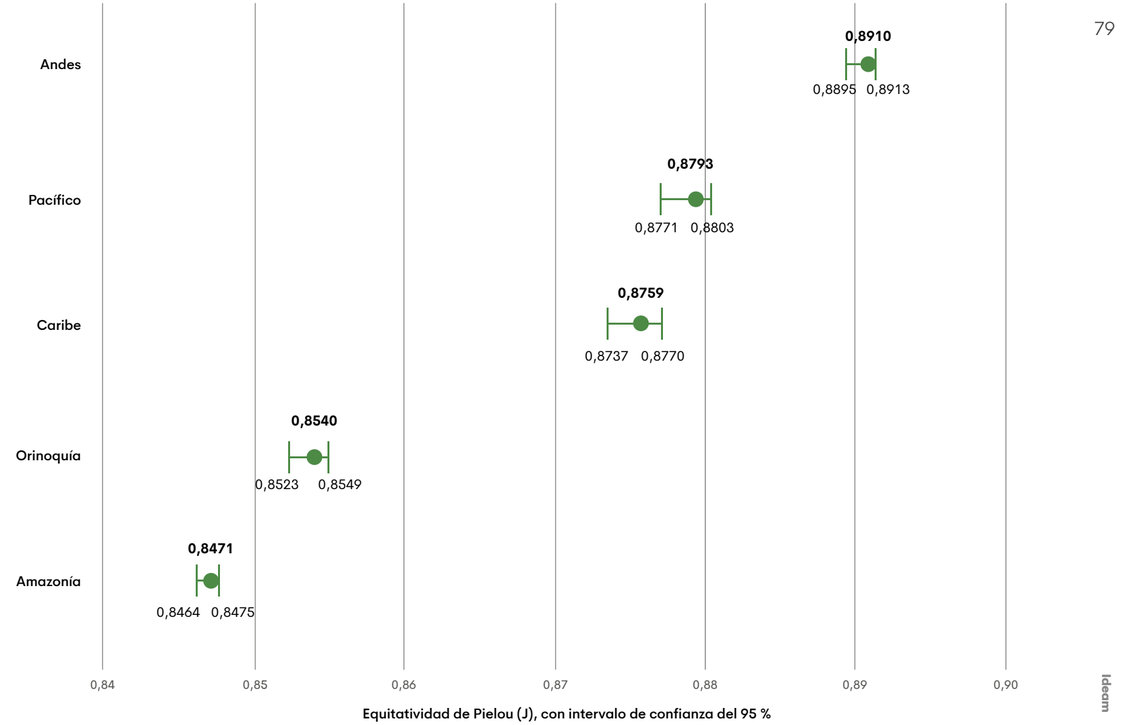
Donde S es la riqueza de especies, F_1 es el número de especies representadas por un solo individuo (*singletons*), F_2 es el número de especies representadas por exactamente dos individuos (*doubletons*) y n es el número total de individuos de la muestra.

↓
Figura 41.
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

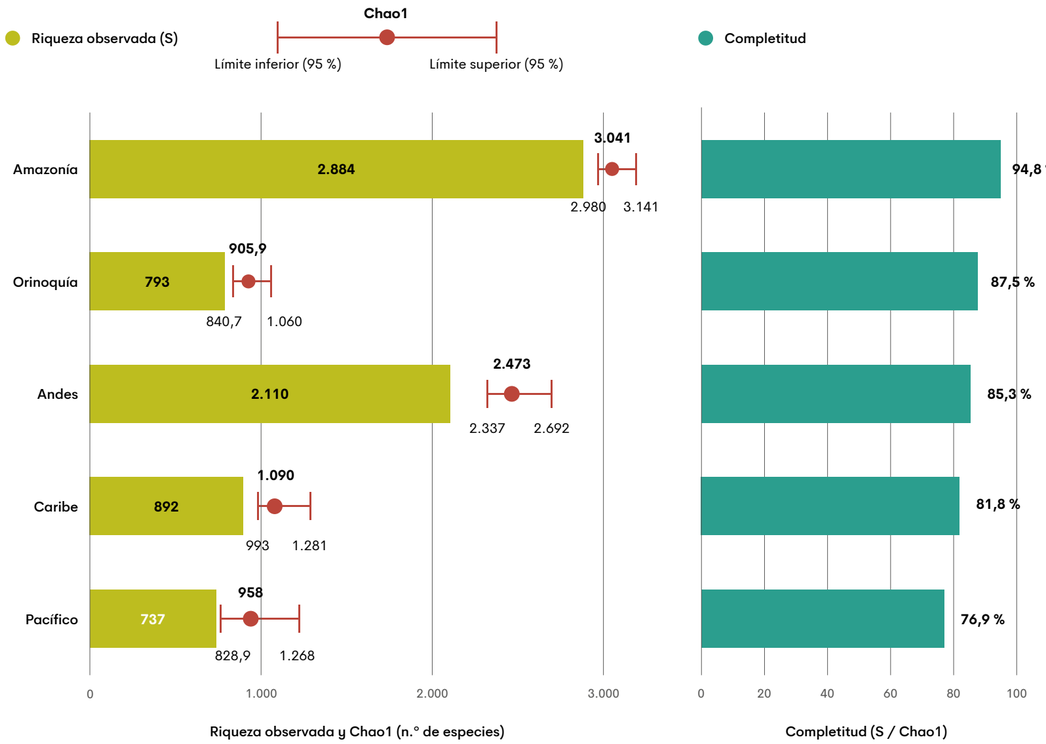


↓
Figura 42.
Índice de diversidad de Pielou (J)





↓
Figura 43.
Estimador de riqueza Chao1



Como se muestra en la Figura 43, la Amazonía presentó la mayor riqueza estimada, con 3.041 especies esperadas frente a 2.884 especies registradas, lo que corresponde a una representatividad del 94,84 %. Esta estrecha relación entre la riqueza observada y la estimada indica que el IFN logró registrar una proporción considerable de la diversidad arbórea de la región, a pesar de su elevada complejidad florística y de la posible presencia de especies raras o de baja frecuencia.

Los Andes registraron la segunda mayor riqueza estimada, con 2.473 especies esperadas y 2.110 observadas, lo que equivale a una representatividad del 85,32 %. La diferencia entre ambos valores sugiere la existencia de una fracción de especies no detectadas, posiblemente asociada con la alta heterogeneidad ambiental andina y la presencia de especies de distribución restringida.

Entre las demás regiones, la Orinoquía presentó una representatividad relativamente alta, con el 87,54 % de la riqueza estimada, seguida por el Caribe, con el 81,83 %. En contraste, el Pacífico registró la menor representatividad del análisis, con el 76,93 %, lo que sugiere que su riqueza arbórea real podría estar subestimada. Este resultado puede estar relacionado con la presencia de especies raras o poco frecuentes, las diferencias en el esfuerzo y la representatividad del muestreo, las limitaciones de acceso a determinadas áreas y las dificultades asociadas con la identificación taxonómica de las especies.

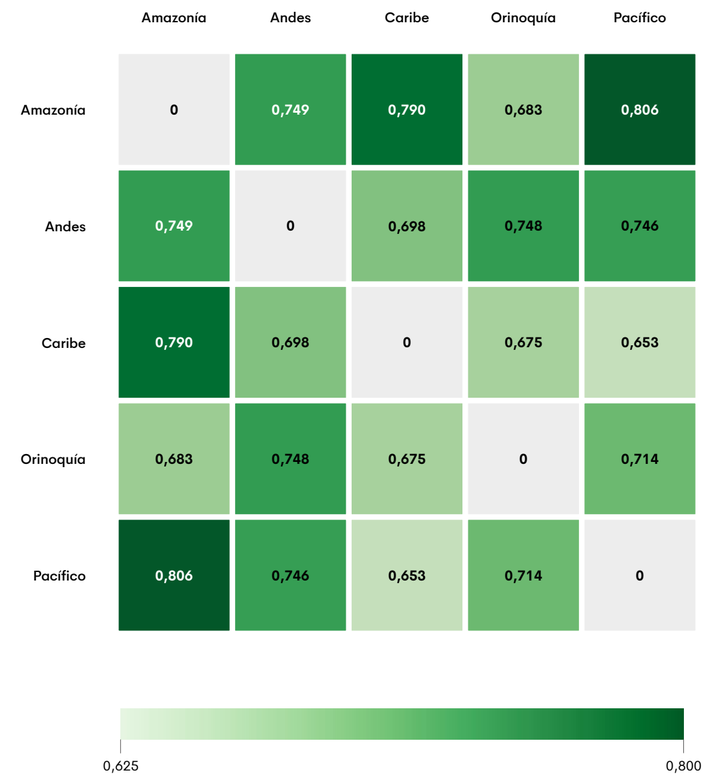
4.2 Índices de diversidad beta

La diversidad beta complementa los resultados obtenidos mediante los índices de diversidad alfa al evaluar el grado de recambio de especies entre regiones biogeográficas. Mientras que la diversidad alfa describe la riqueza, la dominancia y la equitatividad dentro de cada región, la diversidad beta permite analizar qué tan similar o diferente es la composición florística entre regiones e identificar especies compartidas, exclusivas o reemplazadas entre ellas.

Los resultados del índice de Whittaker evidencian un recambio florístico elevado entre las regiones biogeográficas, con valores comprendidos entre 0,65 y 0,80 (Figura 44). Este patrón indica que la composición de especies difiere considerablemente entre las regiones evaluadas.

Las mayores diferencias se registraron entre la Amazonía y el Pacífico (0,80), la Amazonía y el Caribe (0,79) y la Amazonía y los Andes (0,74). En conjunto, estos resultados evidencian la marcada diferenciación florística de la Amazonía respecto de las demás regiones.

↓
Figura 44.
Índice de reemplazo cualitativo de Whittaker (βw)



4.2.1 *Índice de reemplazo cualitativo de Whittaker (βw)*

En primer lugar, se calculó el índice de reemplazo cualitativo de Whittaker (βw), que permite evaluar el grado de diferenciación florística entre regiones a partir de la composición de especies. Este índice es útil para comparar regiones con condiciones ambientales, climáticas, edáficas o biogeográficas contrastantes. Los valores cercanos a 0 indican una mayor similitud florística, mientras que los valores cercanos a 1 reflejan un alto recambio de especies y, por tanto, una mayor diferenciación entre comunidades.

El índice se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\beta w = \frac{S}{\bar{a}} - 1$$

Donde S es la riqueza de especies y $\bar{a}$ es el número promedio de especies.

4.2.2
Índice de reemplazo cualitativo de Williams (βwms)

El índice de Williams (βwms) se emplea para estimar el grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de regiones. Este índice permite identificar qué tan diferentes son las comunidades florísticas comparadas y complementa el índice de Whittaker al ofrecer una medida adicional del recambio entre regiones biogeográficas.

El índice mide la disimilitud en la composición de especies entre dos sitios (1 – S Sørensen). Valores cercanos a 0 corresponden a sitios de muy baja disimilitud.

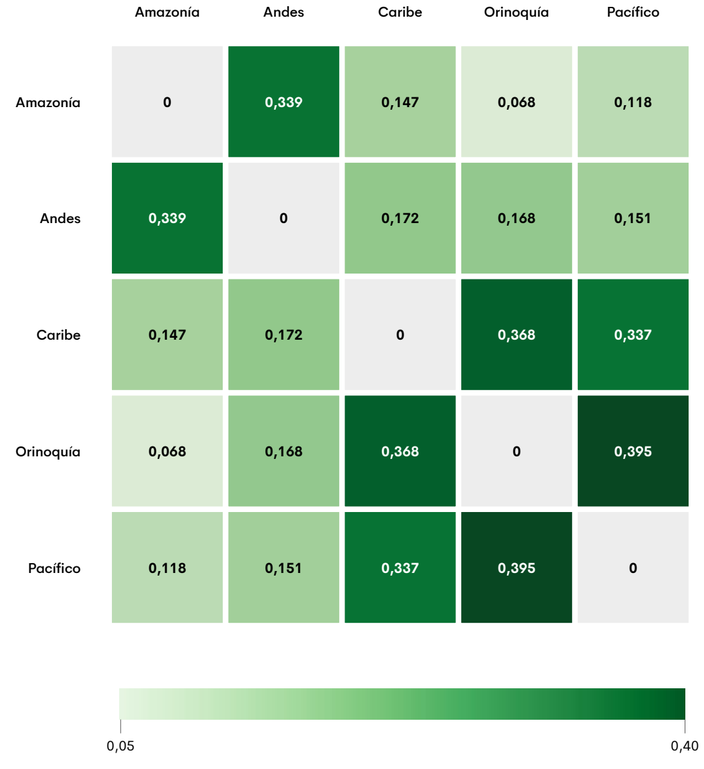
$$\beta wms = 1 - \frac{a_{max}}{\bar{S}}$$

Donde $\bar{S}$ es la riqueza promedio de especies y a_{max} es el número máximo de especies.

El índice de Williams mostró diferencias en la intensidad del recambio florístico entre pares de regiones. Bajo una interpretación basada en la disimilitud, los valores más altos indican una mayor diferenciación en la composición de especies, mientras que los valores más bajos reflejan una mayor similitud relativa (Figura 45).

Los mayores valores se registraron entre la Orinoquía y el Pacífico (0,39512), el Caribe y la Orinoquía (0,36782), la Amazonía y los Andes (0,33944), y el Caribe y el Pacífico (0,3373) (Figura 45). Estos resultados sugieren un mayor reemplazo de especies entre regiones con condiciones ecológicas contrastantes, asociadas con diferencias en el clima, la humedad, la estacionalidad, los tipos de bosque, la historia biogeográfica y la estructura del paisaje.

↓
Figura 45.
Índice de reemplazo cualitativo de Williams (βwms)



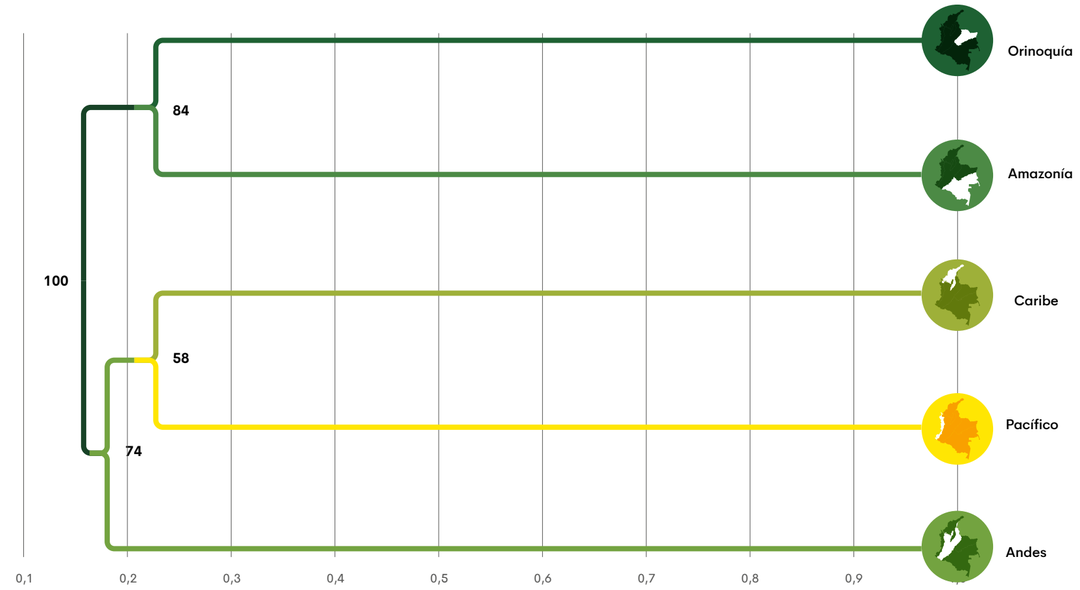
4.2.3
Índice de disimilitud de Bray-Curtis[17]

Para los análisis multivariados se empleó el índice de disimilitud de Bray-Curtis, una medida ampliamente utilizada en estudios de comunidades biológicas porque incorpora la abundancia de las especies. A diferencia de los índices basados únicamente en la presencia o ausencia, Bray-Curtis permite evaluar diferencias tanto en la composición florística como en la estructura de las abundancias entre regiones. Además, no considera las ausencias compartidas como evidencia de similitud, lo que resulta adecuado para datos de biodiversidad con numerosas especies raras o de distribución restringida.

Los resultados del análisis de disimilitud de Bray-Curtis se presentan mediante el método de agrupamiento jerárquico UPGMA, que permite representar las relaciones de similitud florística entre regiones mediante un dendrograma e identificar agrupamientos regionales asociados con patrones compartidos de composición y abundancia de especies.

17. Debido a que el esfuerzo de muestreo varía sustancialmente entre sitios, la distancia Bray-Curtis se verá distorsionada por las diferencias en la masa total de conteo; bajo este escenario, se convierte la matriz a abundancias relativas (porcentajes)

↓
Figura 46.
Dendrograma de agrupamiento jerárquico basado en la disimilitud de Bray-Curtis entre las regiones biogeográficas



De esta manera, el dendrograma facilita la interpretación visual del recambio florístico y permite reconocer las regiones más próximas o diferenciadas entre sí.

El dendrograma generado (Figura 46) evidencia una baja similitud florística general entre las regiones biogeográficas, lo que refleja un importante recambio en la composición y abundancia de las especies. El primer agrupamiento se presentó entre el Caribe y el Pacífico, con un soporte *bootstrap*[18] del 58 %.

Esto significa que dicha asociación se repitió en el 58 % de las réplicas de remuestreo, lo que indica una baja estabilidad, posiblemente asociada con las particularidades del diseño.

Posteriormente, los Andes se integraron al grupo conformado por el Caribe y el Pacífico. Sin embargo, este agrupamiento presentó un soporte *bootstrap* moderado, del 74 %, lo que indica que la asociación presenta una estabilidad intermedia y podría variar ante cambios en la composición de los datos.

Finalmente, la Amazonía y la Orinoquía conformaron un mismo núcleo, aun cuando presentan una baja similitud. Su separación respecto de las demás regiones presentó un soporte *bootstrap* del 100 %, lo que indica que este patrón se mantuvo en todas las réplicas de remuestreo y constituye el resultado más robusto del dendrograma. Esta diferenciación es coherente con la elevada riqueza y heterogeneidad ambiental de los bosques amazónicos y orinocenses.

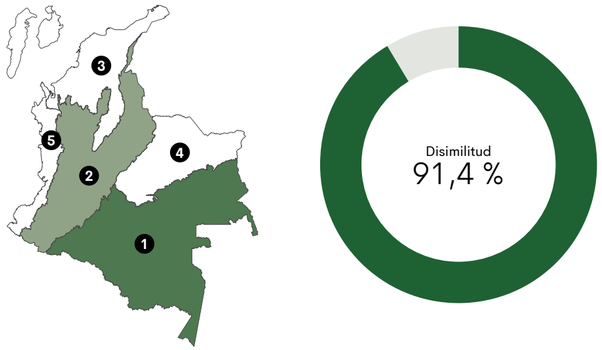
El coeficiente de correlación cofenética de 0,70 indica que el dendrograma representa adecuadamente las relaciones de disimilitud presentes en la matriz original. En conjunto, los resultados muestran un alto recambio florístico entre las regiones y destacan el agrupamiento Amazonía–Orinoquía como el más diferenciado. No obstante, el bajo soporte del agrupamiento Caribe–Pacífico indica que esta asociación es poco estable y podría estar influenciada por gradientes ambientales, zonas de transición biogeográfica, diferencias en el esfuerzo de muestreo y variaciones en la representatividad taxonómica de los datos.

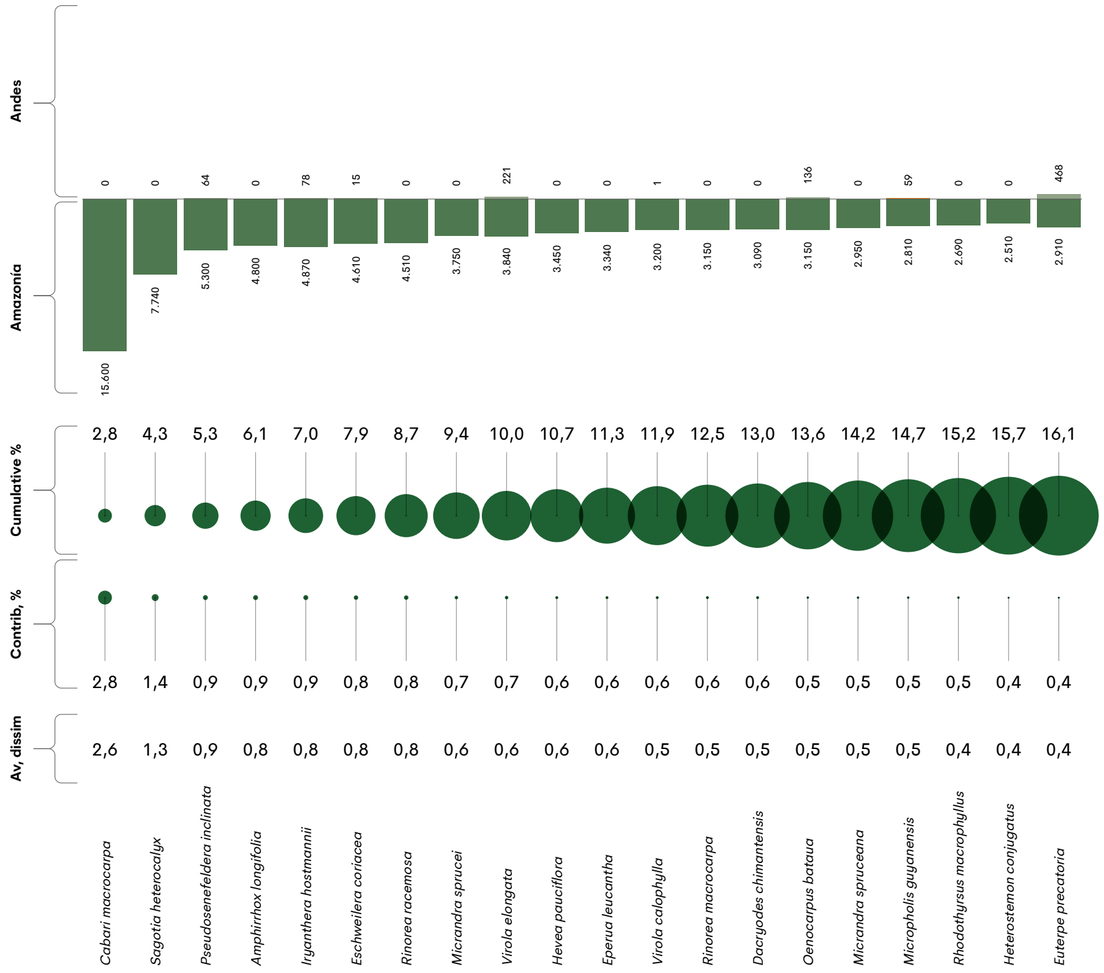
18. Los valores de *bootstrap* inferiores al 70 % indican condiciones inestables; es decir, pequeños cambios en la composición florística pueden modificar el grado de similitud entre las regiones, como ocurre en el caso de la asociación Caribe–Pacífico.

4.2.4
Análisis del Porcentaje de Similitud (Simper)

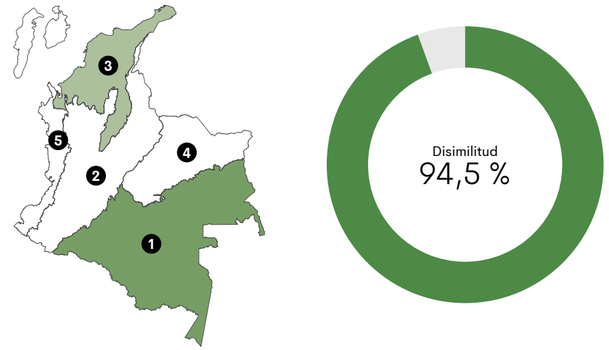
El análisis Simper permite identificar las especies que contribuyen de manera específica y cuantitativa a la disimilitud entre regiones. A continuación se presentan los resultados del análisis para las diferentes especies y pares de regiones.

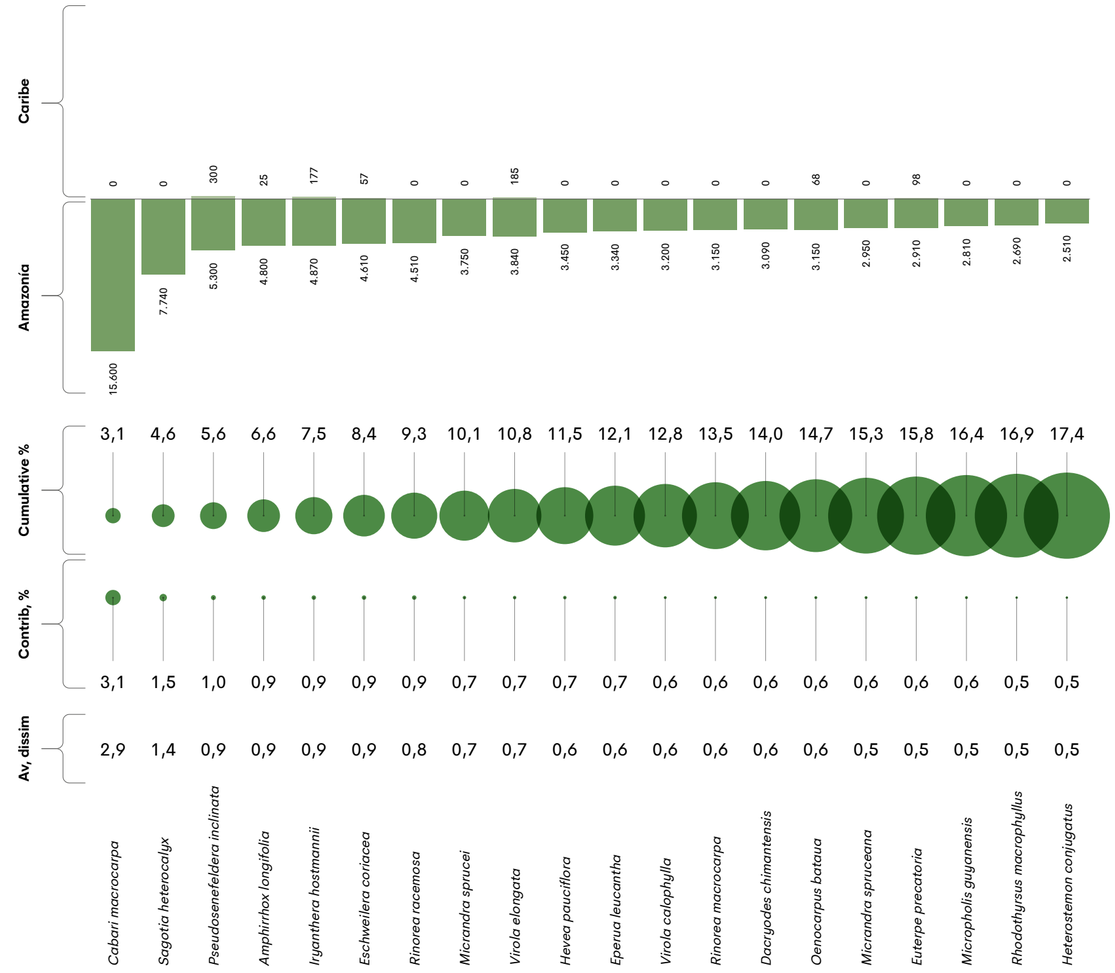
↓
Figura 47.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y los Andes



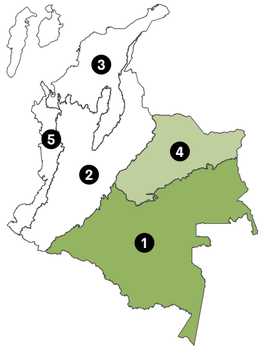


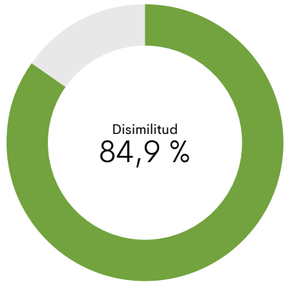
↓
Figura 48.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y el Caribe

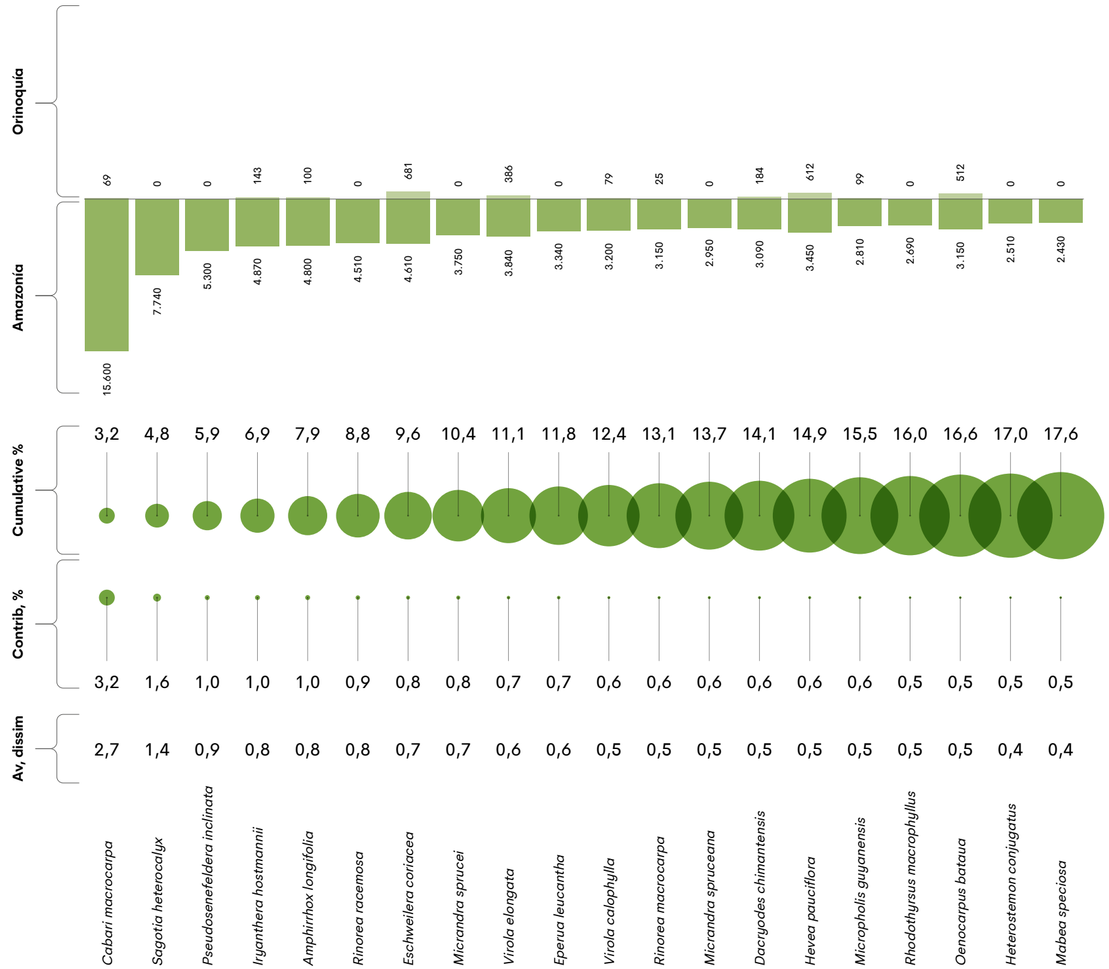




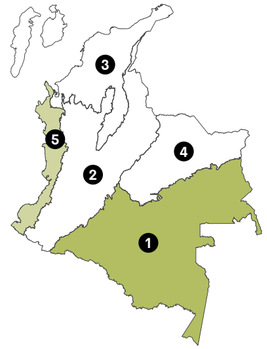
↓
Figura 49.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y la Orinoquía

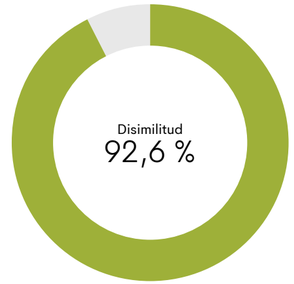


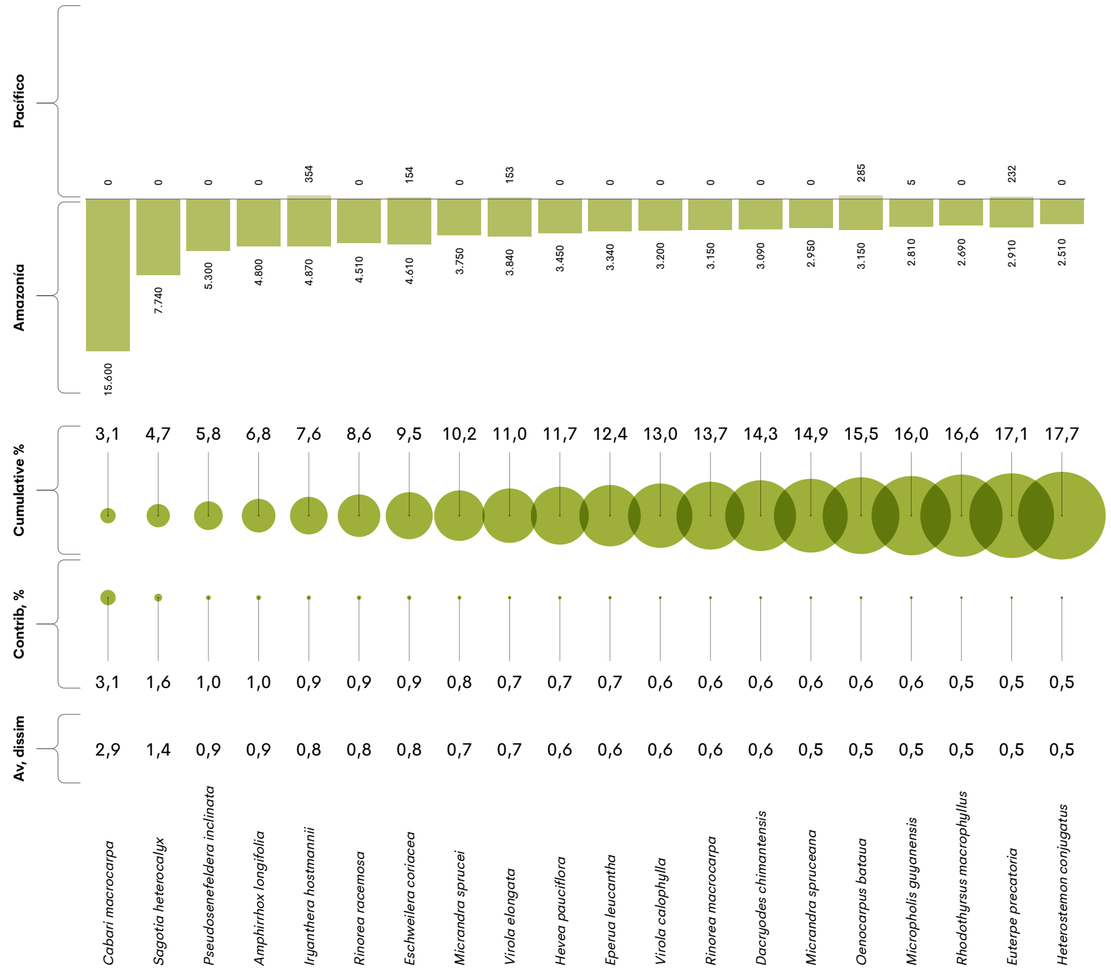




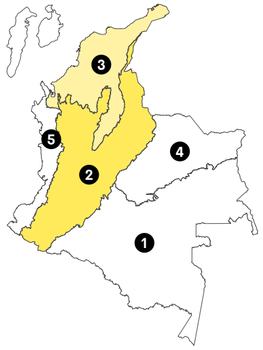
↓
Figura 50.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Amazonía y el Pacífico

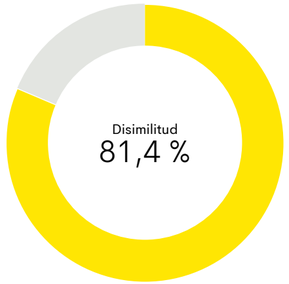


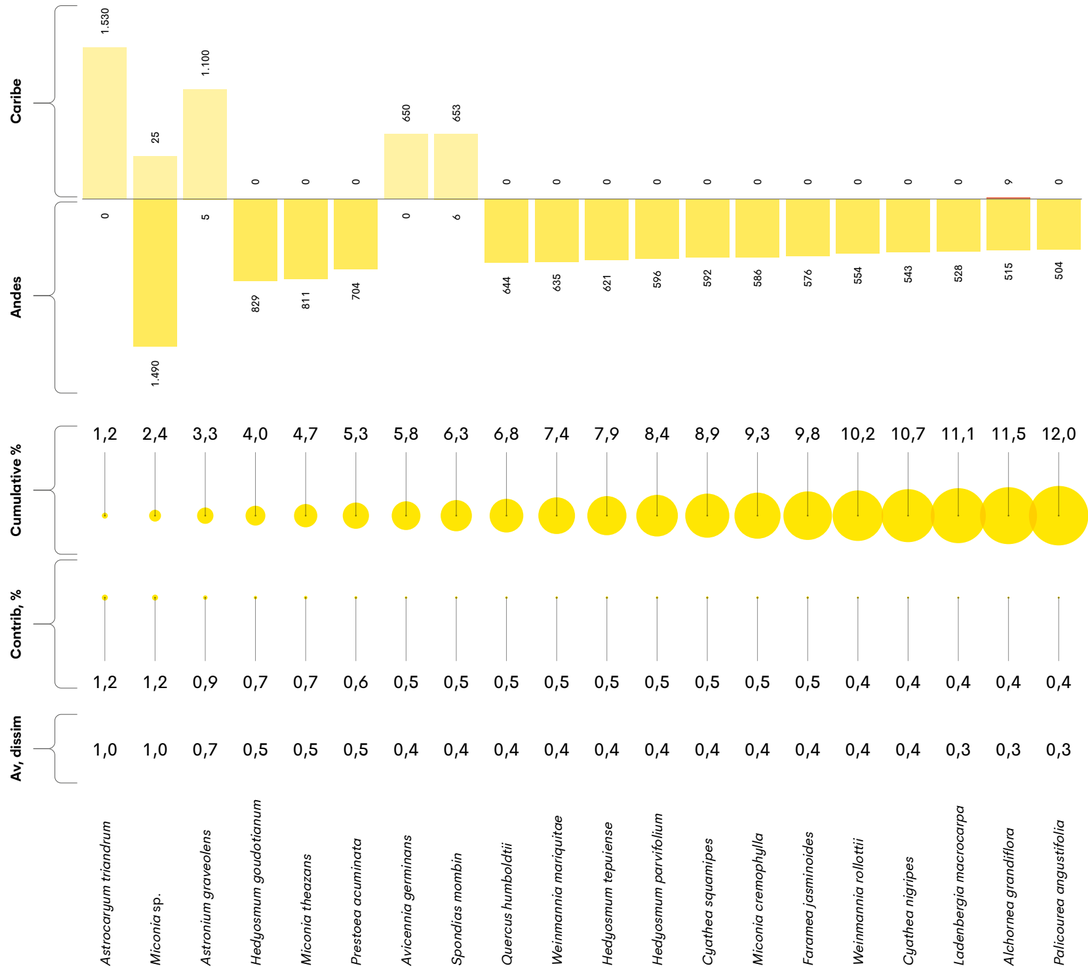




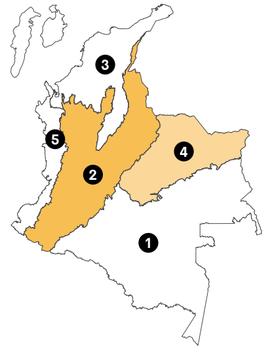
↓
Figura 51.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre los Andes y el Caribe

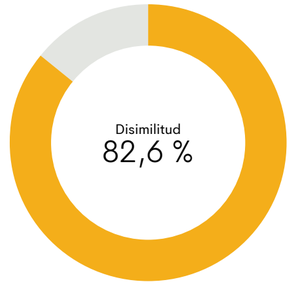


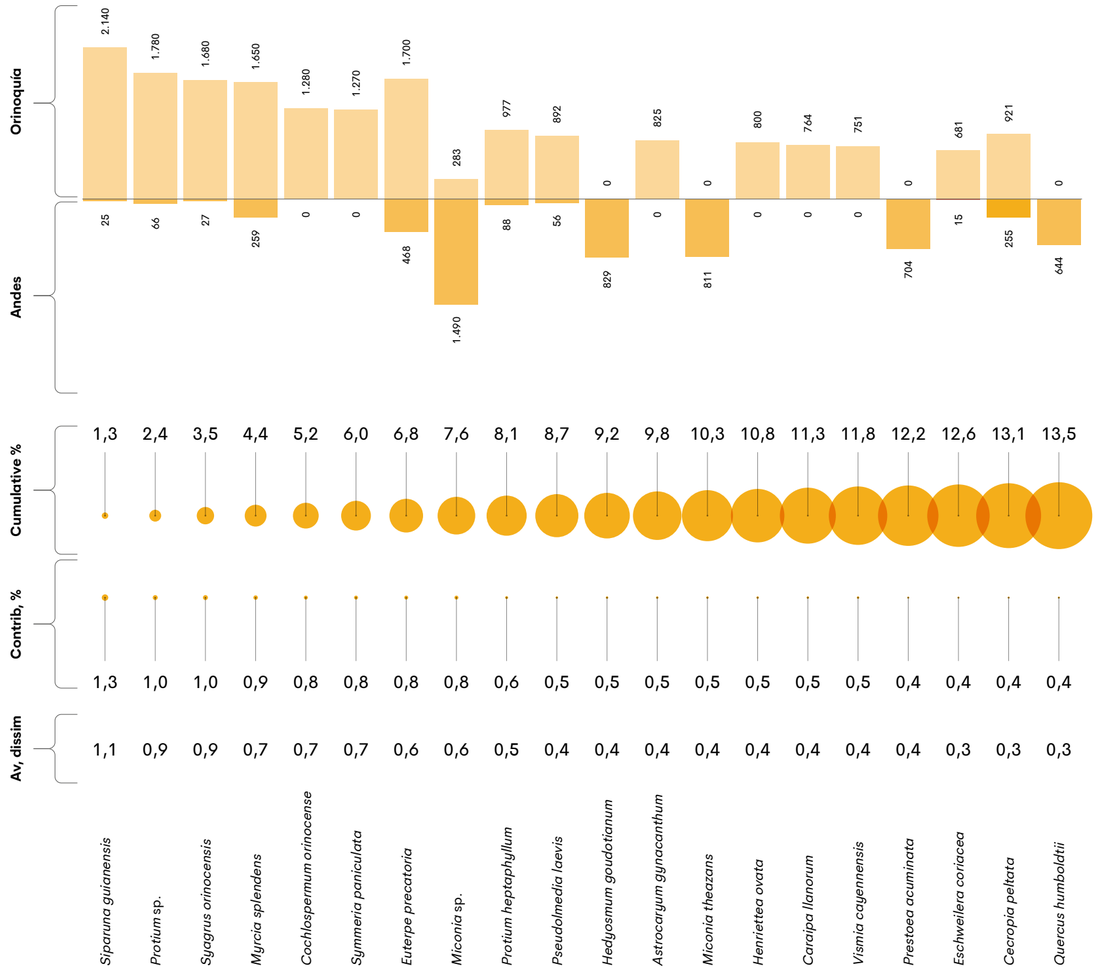




↓
Figura 52.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre los Andes y la Orinoquía

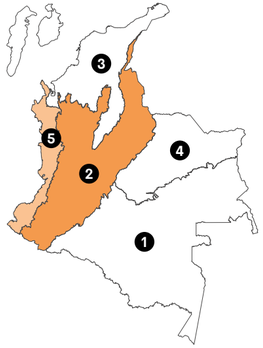


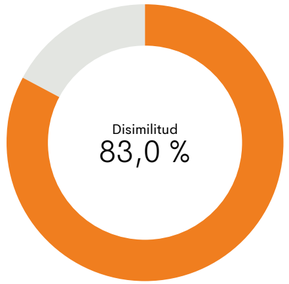


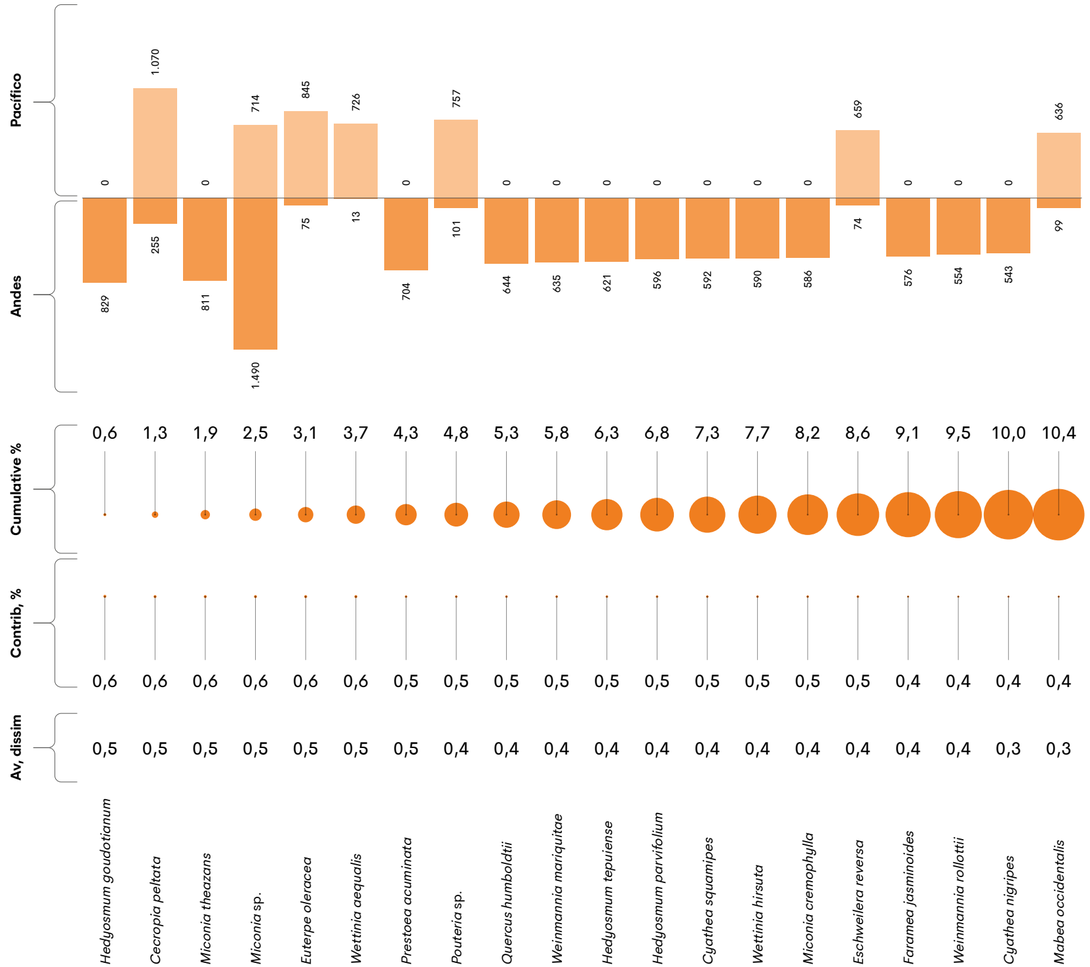


↓

Figura 53.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre los Andes y el Pacífico

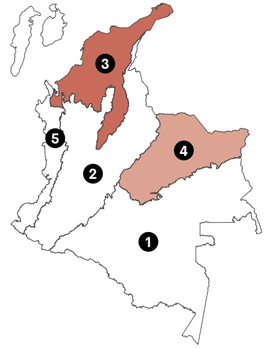


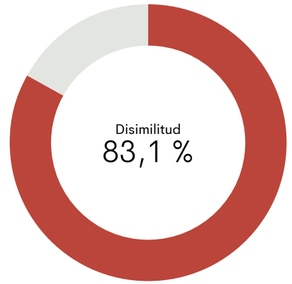


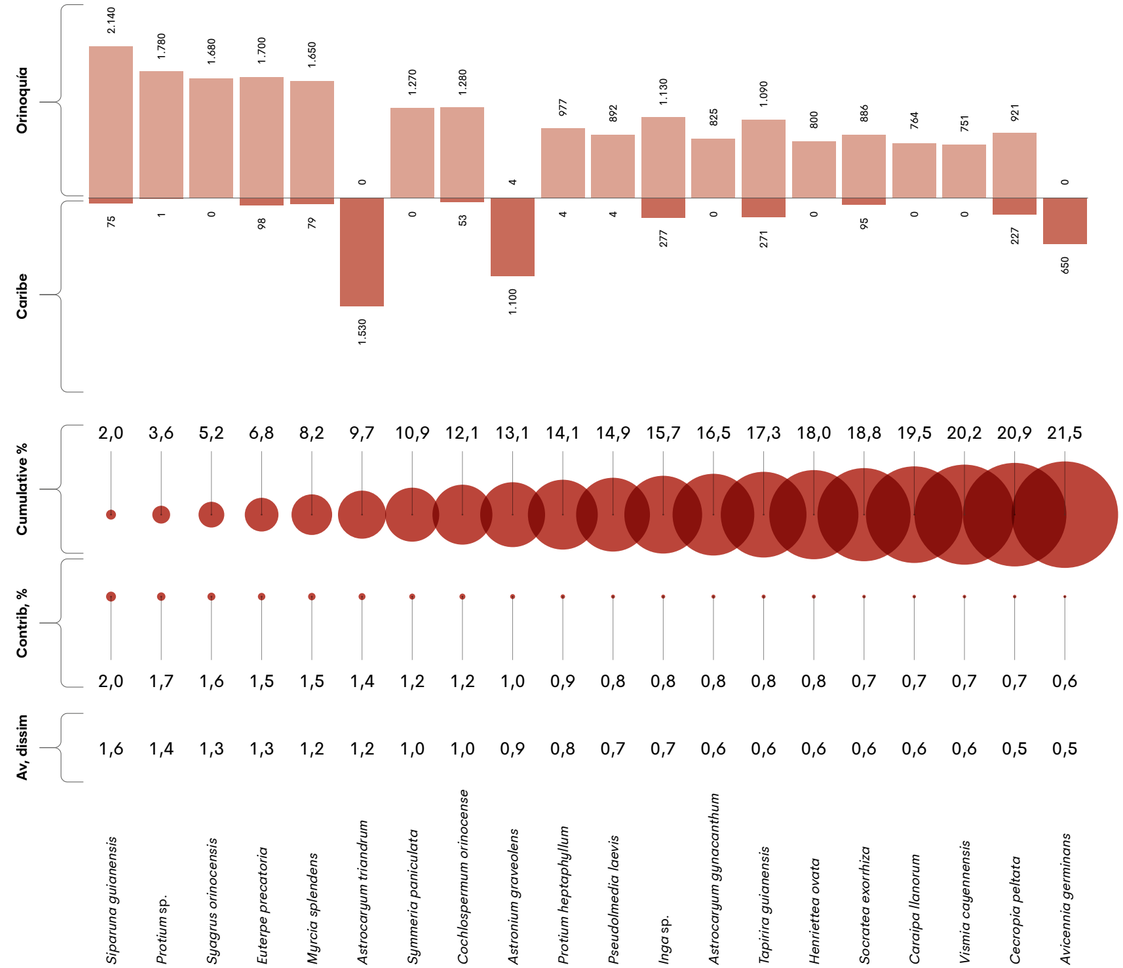


↓

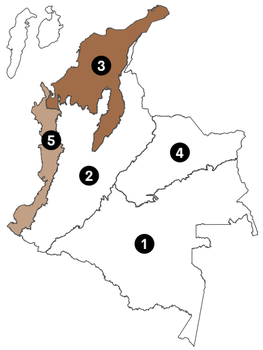
Figura 54.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre el Caribe y la Orinoquía

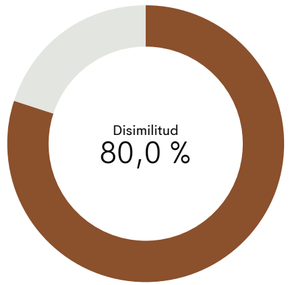


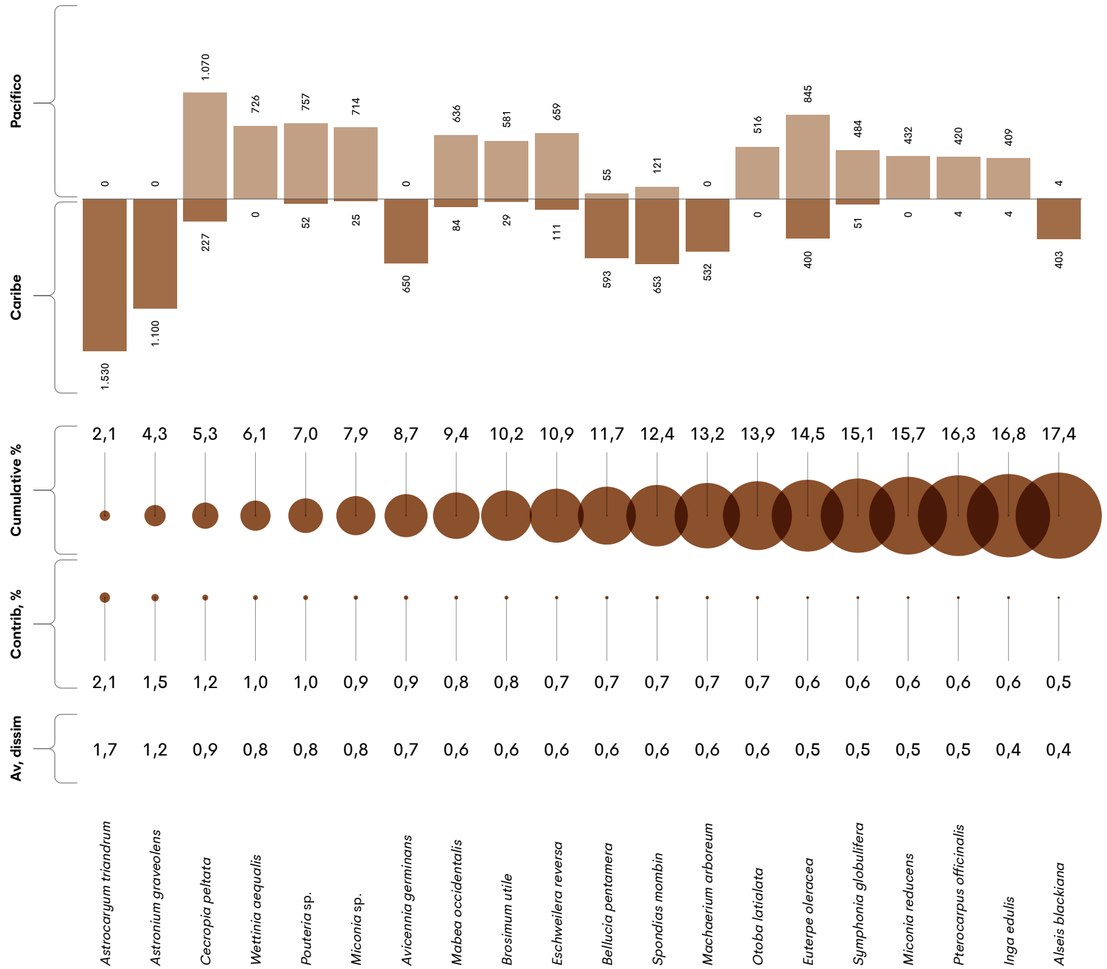




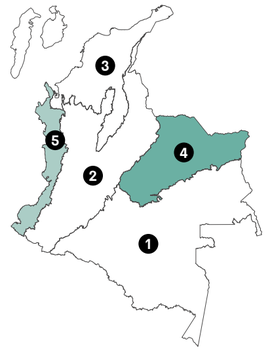
↓
Figura 55.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre el Caribe y el Pacífico

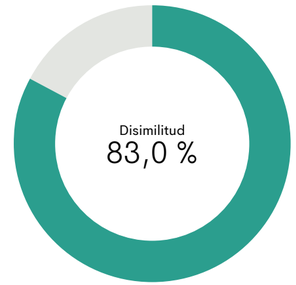


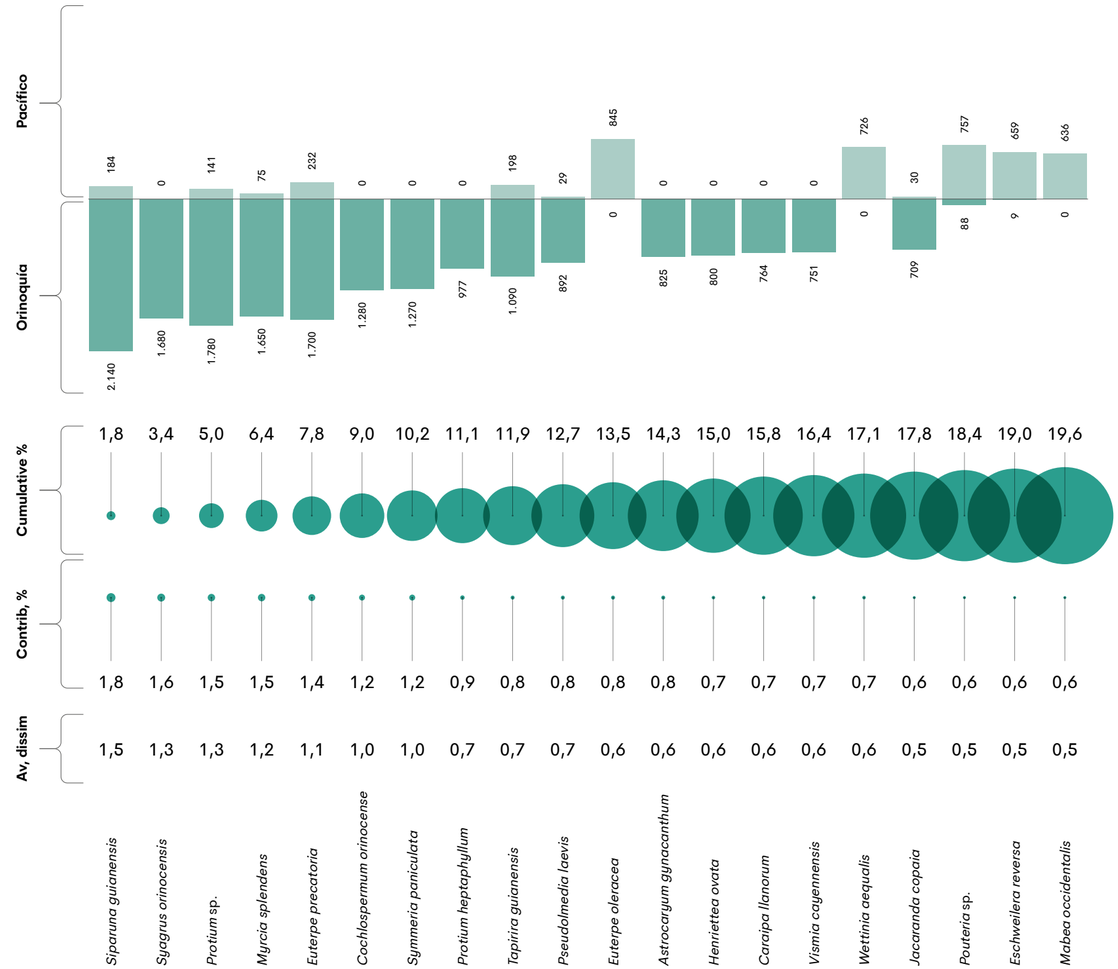




↓
Figura 56.
Análisis del porcentaje de similitud (Simper) entre la Orinoquía y el Pacífico









Hedyosmum goudotianum

© Corporación Universidad forestal

4.3 Índices de diversidad gamma (escala nacional)

Los estimadores del *pool* de especies comprenden un conjunto de modelos matemáticos no paramétricos —como Chao2, Jackknife y Bootstrap— diseñados para predecir la riqueza biológica total teórica del ecosistema a partir de datos de incidencia (presencia-ausencia) en las unidades de muestreo.

$$S_{Chao2} = S_{Obs} + \left(\frac{m-1}{m}\right)\frac{Q_1(Q_1-1)}{2(Q_2-1)}$$

Donde S_{Obs} es el número total de especies observadas, m es el número de muestras, Q_1 es el número de especies únicas (especies que ocurren en exactamente una muestra) y Q_2 es el número de especies duplicadas (especies que ocurren en exactamente dos muestras).

$$S_{Jack1} = S_{Obs} + \left(\frac{m-1}{m}\right) Q_1$$

Donde S_{Obs} es el número total de especies observadas, m es el número de muestras y Q_1 es el número de especies únicas (especies que ocurren en exactamente una muestra).

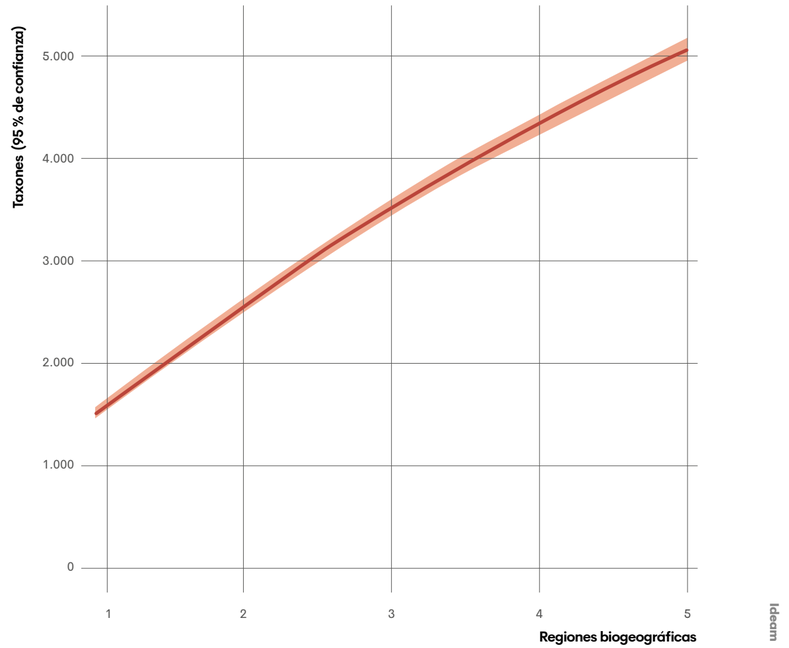
$$S_{Jack2} = S_{Obs} + \frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)^2}{m(m-1)}$$

Donde S_{Obs} es el número total de especies observadas, m es el número de muestras, Q_1 es el número de especies únicas (especies que ocurren en exactamente una muestra) y Q_2 es el número de especies duplicadas (especies que ocurren en exactamente dos muestras).

El estimador Jackknife de primer orden corrige la riqueza observada a partir del número de especies únicas, es decir, aquellas registradas en una sola unidad de muestreo. Este método permite aproximar la riqueza que podría detectarse con un mayor esfuerzo de muestreo, especialmente cuando existen especies poco frecuentes dentro del inventario (Figura 58).

Como se observa, a escala nacional se registró una riqueza de 5.047 especies. El estimador Jackknife de primer orden proyectó una riqueza total de 7.997 especies, lo que representa 2.950 especies adicionales respecto del valor observado (Figura 58). De acuerdo con esta estimación, el Inventario Forestal Nacional habría registrado aproximadamente el 63,1 % del conjunto potencial de especies arbóreas del país.

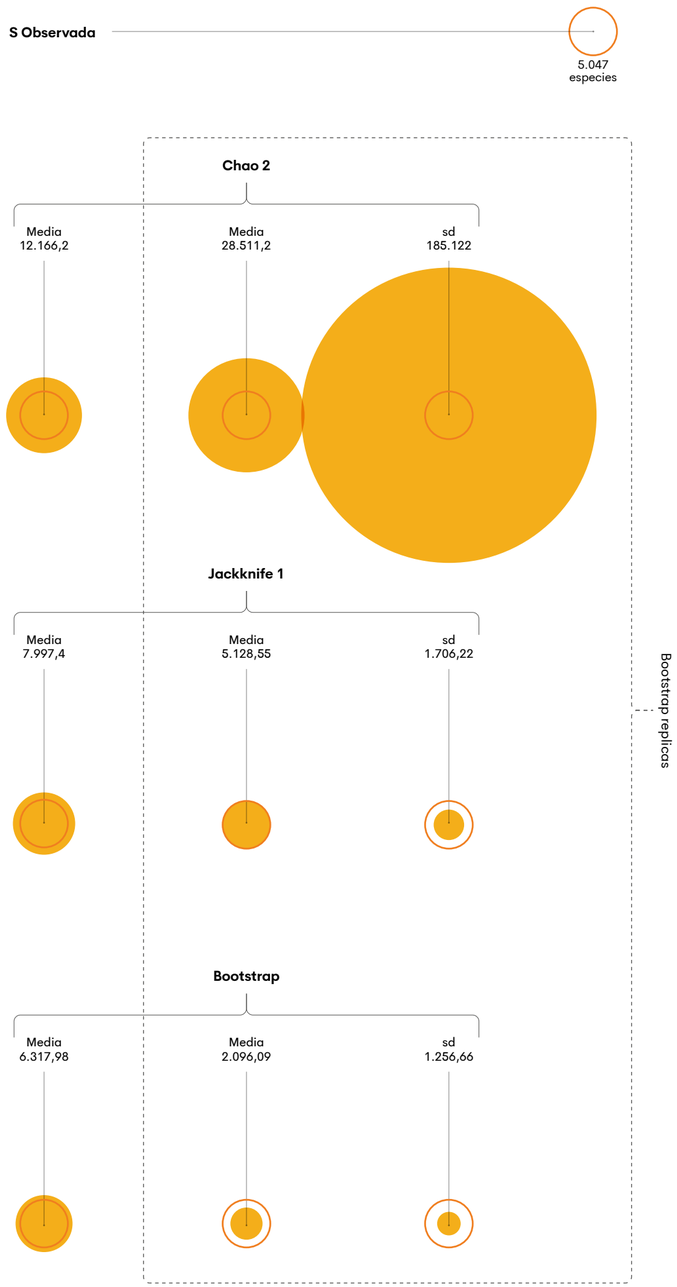
↓
Figura 57.
Curva de rarefacción global



Por su parte, el estimador Bootstrap calcula la riqueza esperada a partir de la probabilidad de detección de cada especie en las unidades de muestreo. A diferencia de los estimadores basados principalmente en especies raras, Bootstrap suele producir estimaciones más conservadoras, ya que pondera la frecuencia con la que las especies fueron registradas en el inventario.

En las réplicas *bootstrap* asociadas con el estimador Jackknife 1 se obtuvo una media de 6.318 especies y una desviación estándar de 1.257. La magnitud de esta desviación evidencia una variación considerable entre las estimaciones obtenidas mediante remuestreo. En conjunto, los resultados sugieren que aún podría existir una proporción importante de especies no detectadas, particularmente especies raras, de baja frecuencia, de distribución restringida o presentes en pocas unidades de muestreo. Por tanto, la riqueza estimada mediante Jackknife 1 debe interpretarse como una aproximación al tamaño potencial del conjunto nacional de especies y no como una cifra definitiva.

↓
Figura 58.
Estimación del *pool* de especies a escala nacional



5

Análisis de estructura y existencias de los bosques

| 5.1. Análisis estructural. P. 100 | 5.2. Volumen de los bosques naturales de Colombia. P. 121 |
| 5.3. Biomasa y carbono almacenado en los bosques naturales de Colombia. P. 124 |

Los bosques naturales colombianos tienen una estructura típica del trópico húmedo. Los latizales, los individuos más jóvenes, concentran la mayor cantidad de individuos por hectárea, y la abundancia cae de forma abrupta en los fustales y los fustales grandes (menos del 5 % de la registrada en los latizales). Ese patrón de "J invertida" favorece la continuidad del bosque.

A nivel nacional se estiman 2.784,3 ± 35,64 individuos forestales por hectárea con un diámetro ≥ 2,5 cm, siendo la región Amazónica la de mayor cantidad de individuos por hectárea con 3.083, y la de menor la región Caribe con 1.978.

El diámetro cuadrático promedio nacional estimado corresponde a 22,52 ± 0,12 cm. El volumen promedio nacional es de 345,49 m^3/ha, similar al de los bosques húmedos densos de la Amazonía brasileña. En los Andes baja a 198,58 m^3/ha, pese a su historia de explotación y fragmentación. En carbono, el IFN entrega las primeras estimaciones para Colombia obtenidas con un muestreo probabilístico nacional. La biomasa aérea almacena 6,16 ± 0,09 Pg de C, de los cuales 4,98 Pg están en la Amazonía. Sumando la biomasa subterránea, las reservas totales llegan a 7,43 ± 0,10 Pg de C.

7,43 ± 0,10 Pg de C

de carbono almacenado en los bosques naturales

Uno de los elementos esenciales para evaluar la capacidad productiva de los bosques naturales es el conocimiento del carbono almacenado en la biomasa aérea (BA), aspecto que cobra cada vez mayor relevancia ante la necesidad de implementar acciones de mitigación que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y, por tanto, sus efectos sobre el cambio climático (Aragão *et al.*, 2009; Malhi *et al.*, 2009).

De acuerdo con los datos más recientes, en Colombia "el promedio histórico nacional de las emisiones por deforestación es de 54,1 Mt-CO_2e/año" (Minambiente e Ideam, 2024)[19]. De ahí que algunos de los principales mecanismos de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), como los proyectos de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD), fundamenten una parte importante de sus acciones en el control de la pérdida de ecosistemas boscosos (Gibbs *et al.*, 2007).

En Colombia, donde aproximadamente el 51,8 % del territorio continental está cubierto por bosques y el promedio de deforestación de los últimos 24 años es de 145.802 ha (Minambiente e Ideam, 2024), resulta primordial evaluar y comprender mejor la forma en que el carbono se almacena y distribuye en la BA de los bosques naturales, con el fin de emprender acciones que maximicen la reducción de las emisiones por deforestación y, por ende, contribuyan a reducir la pérdida de biodiversidad (Duque *et al.*, 2014).

En este contexto, los inventarios forestales nacionales (IFN) constituyen herramientas clave para la gestión sostenible de los bosques naturales, pues, mediante datos estandarizados obtenidos a partir de diseños probabilísticos, aportan información fundamental para comprender la heterogeneidad de estos ecosistemas (Chave *et al.*, 2004; Mitchard *et al.*, 2014) y sus cambios a lo largo del tiempo.

En este capítulo, con base en la información proveniente de la implementación del primer ciclo del IFN, se presentan los resultados de las estimaciones para los bosques naturales de Colombia referentes a:

- El número de individuos por hectárea.
- El área basal y el diámetro cuadrático medio.
- La distribución espacial de los individuos.
- El volumen, la biomasa y las reservas de carbono almacenadas en los bosques de Colombia para cada una de las cinco regiones biogeográficas definidas para el país: Amazonía, Andes, Caribe, Pacífico y Orinoquía.

19. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam (2024). Propuesta del nivel de referencia de las emisiones forestales de Colombia para el periodo 2023 – 2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. Versión 2.0. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam – Programa ONU REDD Colombia. 121



Alsophila cuspidata

5.1 Análisis estructural

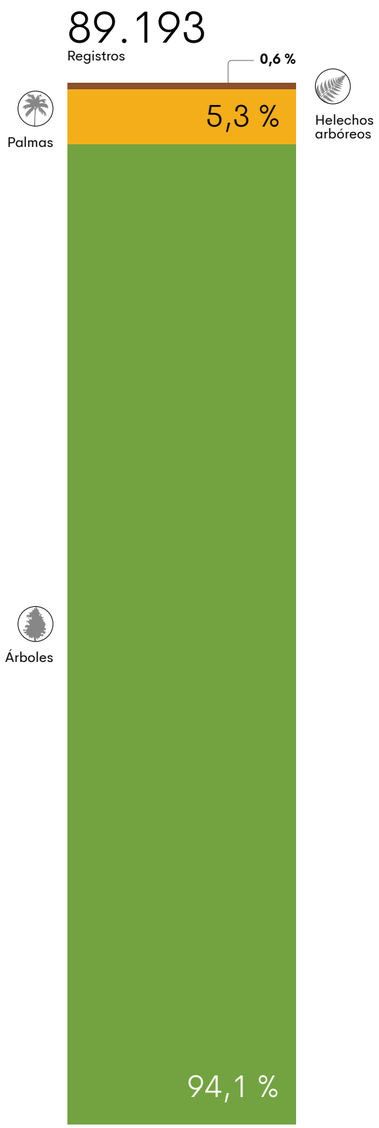
La estructura de un bosque, definida por el número de individuos, el diámetro cuadrático medio, el área basal y la distribución de diámetros y alturas, refleja las dinámicas de competencia al interior de un ecosistema. En los ecosistemas boscosos, la arquitectura forestal está directamente relacionada con la acumulación de biomasa y el almacenamiento de carbono (Rödig *et al.*, 2017). Por consiguiente, su evaluación proporciona los elementos biométricos necesarios para interpretar los patrones de almacenamiento de carbono en los diferentes compartimentos.

En este sentido, y con el fin de comprender la organización física del bosque, tanto en su estructura vertical como horizontal, en el IFN se registran tres hábitos de crecimiento: árboles, palmas y helechos arborescentes. Para estos grupos se miden todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho ≥ 2,5 cm.

Para los análisis de estructura de los bosques, es importante resaltar que se analizan de manera conjunta los árboles de tallo único y los de tallos múltiples, puesto que, en el caso de estos últimos, cada bifurcación por debajo de 1,30 m se considera un individuo independiente en términos biométricos (Conafor, 2012); es decir, cada tallo contribuye de manera independiente a las existencias de volumen, biomasa y carbono[20].

Considerando lo anterior, el análisis de la estructura de los bosques de Colombia se realiza a partir de 89.193 registros, de los cuales el 94,12 % corresponde a árboles; el 0,58 %, a helechos arbóreos; y el 5,30 %, a palmas, registrados durante los muestreos de campo del primer ciclo de implementación del IFN.

A continuación, se presenta un análisis detallado de las existencias forestales por unidad de superficie (hectárea) y totales por región biogeográfica. Este análisis cuantifica la biomasa aérea viva e integra la biomasa subterránea para la estimación del carbono total, junto con el carbono orgánico del suelo (COS), medido hasta una profundidad de 30 cm. Para estas mediciones se toman como referencia las directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.



→ ***Figura 59.***
Porcentaje de participación de los diferentes hábitos de crecimiento

20. Es importante recordar que, en el caso del componente botánico el número de registros se evalúa por individuo (independiente de que sea un tallo único o múltiple), por lo que el número de registros analizados es siempre menor al estimado en los componentes dasométricos y de existencias, pues en este último, los registros hacen referencia al número de tallos de cada individuo muestreado.

5.1.1 *Número de individuos por hectárea en coberturas boscosas*

El número de individuos por hectárea —es decir, la densidad de individuos por unidad de superficie— es uno de los principales indicadores estructurales para representar las características de un bosque natural. La cantidad de individuos presentes por categoría diamétrica (latizales, fustales y fustales grandes) representa la densidad de individuos que soporta un sitio. En los bosques tropicales puede presentarse una alta variabilidad entre sitios. Por ejemplo, en los bosques húmedos tropicales de la Amazonía se estiman entre 500 y 600 ind. ha^{-1}, considerando individuos con diámetro normal ≥ 10 cm (ter Steege *et al.*, 2013).

Según Phillips (1998), en parcelas monitoreadas periódicamente este indicador permite identificar cambios estructurales en la dinámica de un bosque natural, como los asociados con la acumulación de biomasa y, en otro ámbito, con el recambio de especies. Así, por ejemplo, un mismo número de individuos (abundancia) puede corresponder a diferentes niveles de riqueza florística. Esto convierte el número de individuos por hectárea en una variable esencial para comprender tanto la dinámica poblacional de los bosques naturales como las existencias de volumen, biomasa y carbono en una superficie determinada.

De acuerdo con los análisis derivados del primer ciclo de implementación del IFN, a escala nacional y exclusivamente en coberturas boscosas se estiman 2.784,3 ± 35,64 individuos forestales por hectárea (Φ ≥ 2,5 cm), para un total aproximado de 156.165 (± 1,33 %) millones de árboles, 6.165 (± 5,92 %) millones de helechos arbóreos y 10.697 (± 5,70 %) millones de palmas.

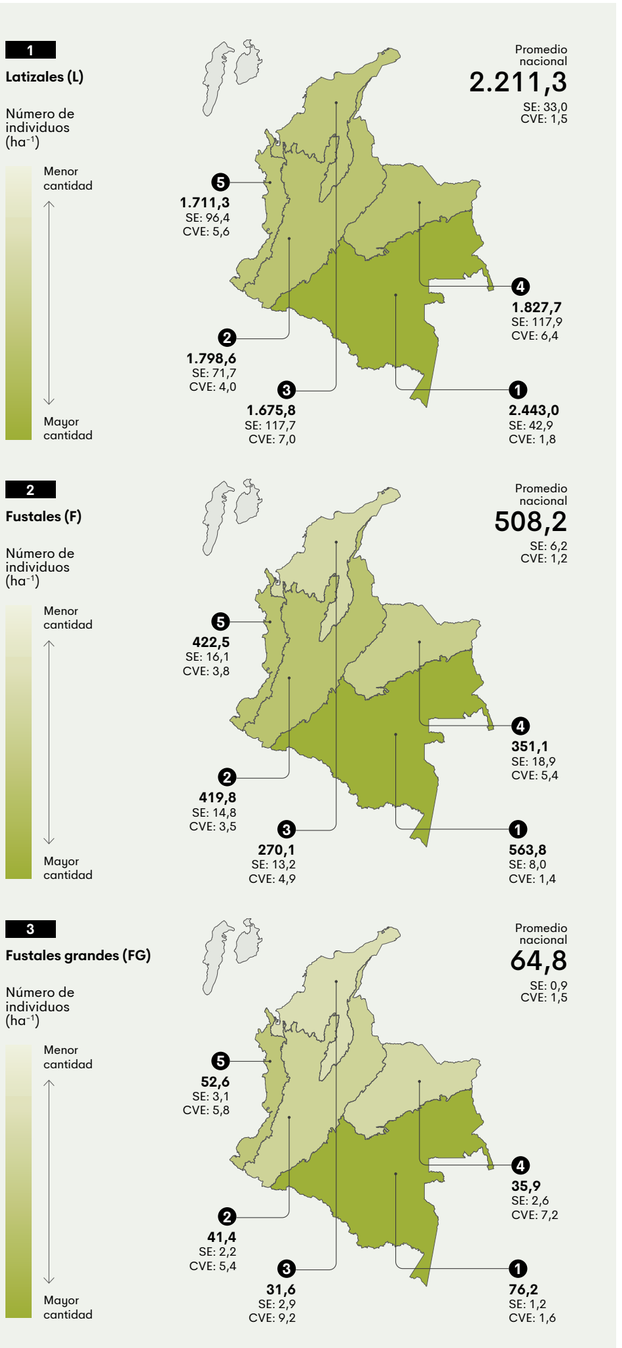
La mayor densidad de individuos por hectárea, independientemente de la categoría diamétrica, se presenta en la Amazonía y la menor, en el Caribe. Asimismo, la Amazonía fue la única región que presentó niveles de alta precisión (CVE < 5 %) en las tres categorías diamétricas. Las demás regiones presentan uno o dos casos con niveles similares de precisión y, en los restantes, condiciones de precisión moderada (CVE < 10 %). En la Orinoquía se registraron niveles de precisión moderada en las tres categorías.

Asimismo, independientemente de la región biogeográfica analizada, la categoría de latizales (L) concentra la mayor cantidad de individuos, lo que refleja una distribución en forma de J invertida, común en los bosques tropicales, en la que la abundancia de individuos en estadios juveniles favorece la continuidad de la formación boscosa. No obstante, se presenta un decrecimiento abrupto al pasar de latizales a fustales y fustales grandes. En esta última categoría, la abundancia corresponde a menos del 5 % de la registrada en los latizales. Este patrón puede estar asociado con la competencia por nutrientes y con las condiciones del sitio, así como con la mortalidad dependiente de la densidad poblacional.

La cantidad de individuos forestales en los bosques húmedos tropicales de la Amazonía supera la de las demás regiones en todas las categorías diamétricas (Figura 60), con una alta precisión (CVE < 5 %). En contraste, el Caribe, con tan solo 31,6 ± 2,9 ind. ha^{-1} en la categoría correspondiente, presenta el coeficiente de variación más alto (9,2 %), aunque este valor se mantiene dentro del rango de precisión moderada.



Sagotia heterocalyx



←
Figura 60.
Número de individuos arbóreos en coberturas boscosas, clasificados por categoría diamétrica

A escala regional, las especies con mayores densidades de individuos con diámetro normal ≥ 2,5 cm son:

- En la Amazonía, *Bactris major*, *Meriania urceolata*, *Cecropia putumayonis*, *Bactris acanthocarpa* y *Eumachia astrellantha*.
- En los Andes, *Pithecellobium dulce*, *Palicourea andrei*, *Psammisia urichiana*, *Citrus* sp. y *Piper montanum*.
- En el Caribe, *Astrocaryum triandrum*, *Grias cauliflora*, *Amaioua guianensis*, *Mimosa arenosa* y *Bactris major*.
- En la Orinoquía, *Zanthoxylum* sp., *Symmeria paniculata*, *Bonyunia* sp., *Cybianthus amplus* y *Hevea pauciflora*.
- En el Pacífico, *Myrciaria floribunda*, *Palicourea scandens*, *Croton chocoanus*, *Vochysia ferruginea* y *Urera caracasana*.

Al considerar únicamente los individuos con diámetro normal ≥ 10 cm, las especies con mayores densidades son:

- En la Amazonía, *Cecropia putumayonis*, *Coccoloba acuminata*, *Oxandra polyantha*, *Micrandra sprucei* y *Caraipa multinervia*.
- En los Andes, *Miconia floribunda*, *Miconia puracensis*, *Weinmannia mariquitae*, *Graffenrieda comostegioides* y *Alsophila incana*.
- En el Caribe, *Avicennia germinans*, *Xylopia discreta*, *Pochota fendleri*, *Pseudosenefeldera inclinata* y *Phyllostylon rhamnoides*.
- En la Orinoquía, *Symmeria paniculata*, *Alchornea fluviatilis*, *Podocalyx loranthoides*, *Cespedesia spathulata* y *Maclura tinctoria*.
- En el Pacífico, *Wettinia oxycarpa*, *Mora oleifera*, *Zanthoxylum panamense*, *Oenocarpus minor* y *Lacmellea panamensis*.

5.1.2
Diámetro cuadrático medio (Dq) en coberturas boscosas

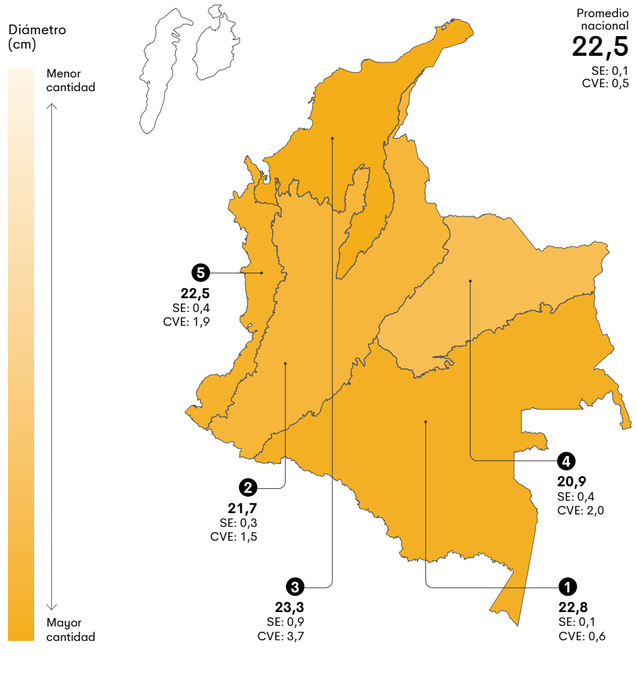
El diámetro cuadrático medio (Dq), a diferencia del diámetro promedio (aritmético), es una medida de tendencia central que representa una ponderación en función del área basal y el número de individuos (Prodan *et al.*, 1997). En bosques naturales heterogéneos, como los bosques tropicales, el Dq representa mejor la estructura diamétrica del árbol representativo del sitio que el diámetro promedio.

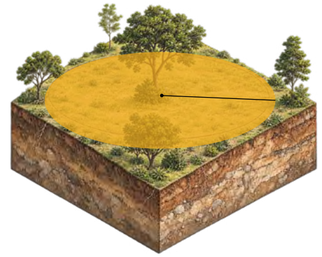
El Dq permite caracterizar el estado sucesional de un bosque. Los valores bajos pueden corresponder tanto a bosques en estadios juveniles como a bosques perturbados, mientras que aquellos en estados avanzados de sucesión ecológica alcanzan valores mayores. No obstante, este indicador está fuertemente condicionado por las variaciones locales asociadas con la calidad del sitio (Malhi *et al.*, 2006). Además, el Dq se emplea en el monitoreo del crecimiento relativo de los bosques, ya que facilita la comparación entre diferentes tipos de bosque sin el sesgo asociado con el promedio aritmético (Prodan *et al.*, 1997). Por ello, su cuantificación es fundamental para caracterizar estructuralmente cualquier cobertura boscosa.

Los valores del Dq oscilan entre un mínimo de 20,87 ± 0,43 cm en la Orinoquía y un máximo de 23,29 ± 0,86 cm en el Caribe. Este estrecho rango indica que, pese a las diferencias registradas en el número de individuos (Figura 60), el árbol representativo de cada región biogeográfica presenta dimensiones diamétricas comparables con las de los individuos representativos de las demás regiones (Figura 61).

Si bien el Dq se estima únicamente para individuos con DAP ≥ 10 cm, su ponderación por el área basal otorga un mayor peso a los individuos de mayor diámetro. Sin embargo, los valores obtenidos muestran una dominancia de los árboles de porte medio (fustales) en la determinación del Dq.

↓
Figura 61.
Diámetro cuadrático medio de las especies forestales en coberturas boscosas





El diámetro cuadrático medio es una medida de tendencia central que representa una ponderación en función del área basal y el número de individuos. Los valores oscilan entre un mínimo de 20,87 ± 0,43 cm y un máximo de 23,29 ± 0,86 cm.

Amazonía 1
Andes 2
Caribe 3
Orinoquía 4
Pacífico 5

*SE: Error estándar
CVE: Coeficiente de variación estimado

5.1.3
Área basal (G) en coberturas boscosas

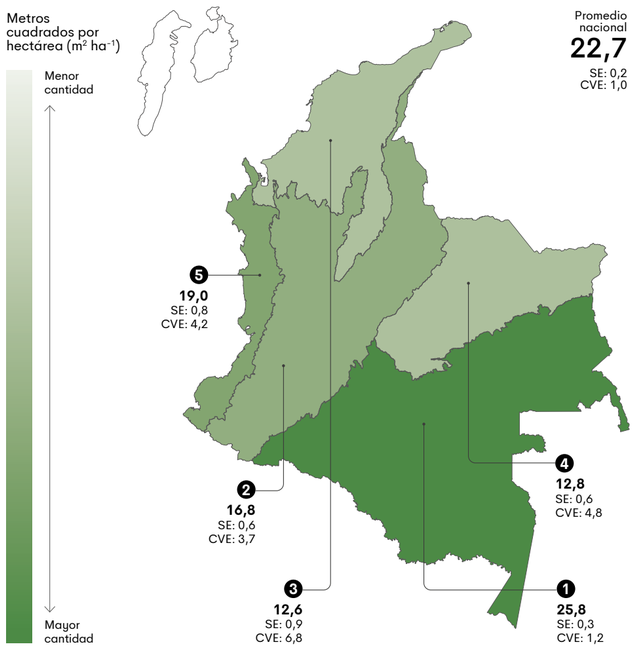
El área basal (G) representa el grado de ocupación de un sitio por la cobertura boscosa. Este indicador es fundamental y está estrechamente relacionado con las estimaciones de volumen, biomasa y carbono. Por esta razón, muchos de los modelos alométricos empleados en la literatura científica para estimar la biomasa la consideran una variable con alta capacidad predictiva (Chave *et al.*, 2005). Por lo general, en los bosques tropicales, áreas basales entre 25 y 40 m^2 ha^{-1} corresponden a bosques bien desarrollados e incluso pueden superarse estos valores en condiciones de alta productividad (Malhi *et al.*, 2006). Al igual que el Dq, el área basal es altamente sensible a fenómenos de perturbación y mortalidad, lo que convierte este indicador en un parámetro clave para definir líneas de referencia (Brown y Lugo, 1992). Por ello, el área basal constituye una variable fundamental en cualquier inventario forestal, particularmente por la sencillez de su medición en campo y por su relación directa con la superficie ocupada.

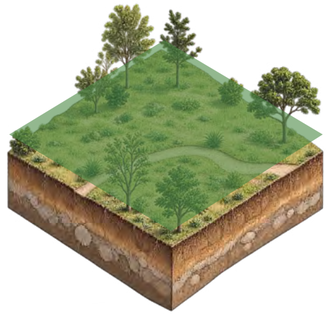
En términos de área basal, se encontró que la mayor dominancia por hábito corresponde a los árboles, con 22,81 ± 0,12 m^2 ha^{-1}, seguidos por las palmas, con 18,00 ± 0,30 m^2 ha^{-1}.

Los bosques húmedos tropicales de la Amazonía, dado que combinan un Dq alto (22,82 ± 0,14 cm) con una alta densidad de fustales grandes (76,2 ± 1,2 ind. ha^{-1}), duplican el área basal registrada en los bosques secos tropicales del Caribe. Estos últimos, aunque presentan el Dq más alto (23,29 ± 0,86 cm), poseen la menor densidad de fustales grandes (31,6 ± 2,9 ind. ha^{-1}) (Figura 62).

Los bosques del Caribe fueron los únicos en presentar un coeficiente de variación superior al 5 %. Aunque este nivel de variación es aceptable en inventarios forestales, puede estar asociado con la distribución de estos bosques en pequeños fragmentos.

↓
Figura 62.
Área basal de las especies forestales en coberturas boscosas





El área basal (G) representa el grado de ocupación de un sitio por la cobertura boscosa. En términos de área basal, se encontró que la mayor dominancia por hábito corresponde a los árboles, con 22,81 ± 0,12 m^2 ha^{-1}, seguidos por las palmas, con 18,00 ± 0,30 m^2 ha^{-1}.

Amazonía 1
Andes 2
Caribe 3
Orinoquía 4
Pacífico 5

*SE: Error estándar
CVE: Coeficiente de variación estimado

5.1.4
Distribución espacial de los individuos

Los individuos forestales de los bosques tropicales presentan patrones característicos de distribución espacial y rara vez se distribuyen de manera aleatoria. En la mayoría de los casos, presentan patrones agregados, particularmente en estadios juveniles, como consecuencia de la dispersión limitada de algunas semillas (Condit *et al.*, 2000), la competencia intraespecífica, la facilitación y diversos factores abióticos asociados con la calidad del sitio.

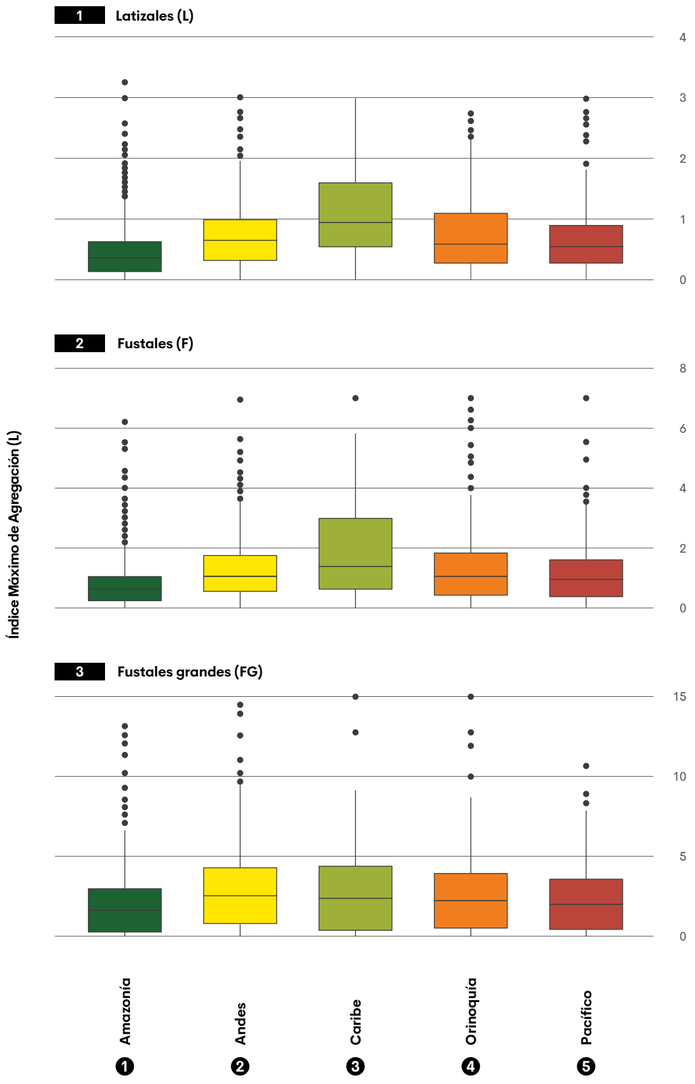
Analizar la distribución espacial de los individuos al interior de los conglomerados de una misma región biogeográfica permite comprender mejor las estimaciones del número de individuos y del área basal. Las altas densidades pueden intensificar la competencia por nutrientes y otros recursos del sitio, mientras que las bajas densidades pueden favorecer la formación de claros e incentivar la regeneración natural de especies que requieren una mayor disponibilidad de luz (Wiegand *et al.*, 2007).

Para comprender el comportamiento espacial se utilizan funciones de densidad espacial de puntos, entre ellas, el índice máximo de agregación L(r), derivado de la función K de Ripley (Ripley, 1977). Para facilitar su interpretación visual, esta función se transforma linealmente en la función L(r), atribuida a Besag (1977). Cuando L(r) > 0, indica que los individuos presentan un patrón de agregación o agrupamiento a una distancia determinada o dentro de un radio específico (r).

Este análisis aporta una dimensión espacial adicional a la caracterización estructural y contribuye a una mejor comprensión de la dinámica forestal en Colombia, como se observa en la Figura 63.

Como se observa en la figura, todas las regiones biogeográficas presentan algún grado de agregación [L(r) > 0]. Los bosques de la Amazonía muestran un mayor espaciamiento entre los árboles, con valores cercanos a cero, en contraste con los del Caribe, que exhiben el mayor grado de agregación. Esto se debe, en parte, a que los árboles amazónicos, al ser de mayor porte, compiten intensamente por los recursos, lo que favorece el distanciamiento entre los individuos. Por el contrario, en los bosques secos tropicales del Caribe, las condiciones adversas inducen a las especies a agruparse; mediante este proceso de facilitación, mejoran las condiciones ambientales locales y se genera un microclima favorable.

↓
Figura 63.
Índice máximo de agregación





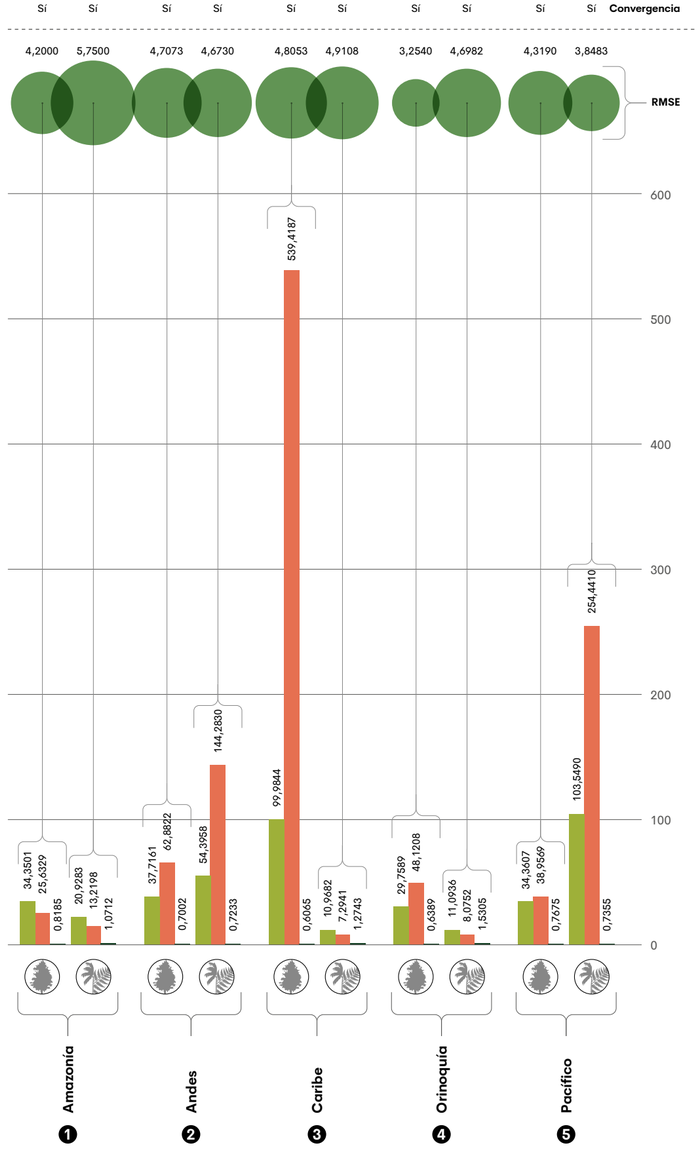
Weinmannia rollottii

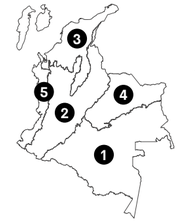
↓

Figura 64.

Parámetros del modelo de Weibull por región y hábito de crecimiento

*Donde: a–b–c son los parámetros del modelo de Weibull y RMSE es la raíz del error cuadrático medio en metros.





5.1.5

Distribución en diámetros y alturas (DAP ≥ 2,5 cm)

Analizar la distribución de los diámetros y las alturas de los bosques naturales proporciona una imagen de su estructura en un momento determinado. En bosques naturales sin un grado significativo de perturbación, la distribución de diámetros adopta, por lo general, la forma de una J invertida, caracterizada por una alta cantidad de individuos producto de la regeneración natural y una mortalidad diferencial entre las distintas clases diamétricas (Condit *et al.*, 1998). Las estructuras que difieren de este patrón pueden evidenciar algún grado de perturbación o la extracción selectiva de individuos forestales.

De manera complementaria, la distribución de alturas permite identificar los estratos verticales del dosel, los cuales pueden variar en función de las condiciones del sitio (Feldpausch *et al.*, 2011). La inclusión de individuos forestales con diámetro normal ≥ 2,5 cm permite realizar un análisis continuo desde el estrato inferior del sotobosque y los estadios juveniles hasta el dosel superior. Esto resulta relevante para considerar las diferentes estructuras de la relación diámetro–altura que contribuyen a la acumulación de biomasa y carbono en una cobertura boscosa (Brown, 1997).

La altura de los árboles es una de las principales variables medidas durante la realización de un inventario forestal. Al igual que el diámetro, el análisis de su variabilidad permite identificar cambios en las características estructurales de los bosques a lo largo de gradientes ambientales (Feldpausch *et al.*, 2011; Peña *et al.*, 2018; Phillips *et al.*, 2019). En la actualidad, una de las principales razones para disponer de información de alturas de buena calidad es reducir las incertidumbres asociadas con las estimaciones del carbono acumulado en la biomasa de los árboles (Chave *et al.*, 2014; Duque *et al.*, 2017).

Para la imputación de alturas faltantes o de datos inconsistentes en términos del índice de esbeltez, se empleó el modelo de Weibull:

$$H = a * \left(1 - e^{-\left(\frac{dap}{b}\right)^{c}}\right)$$

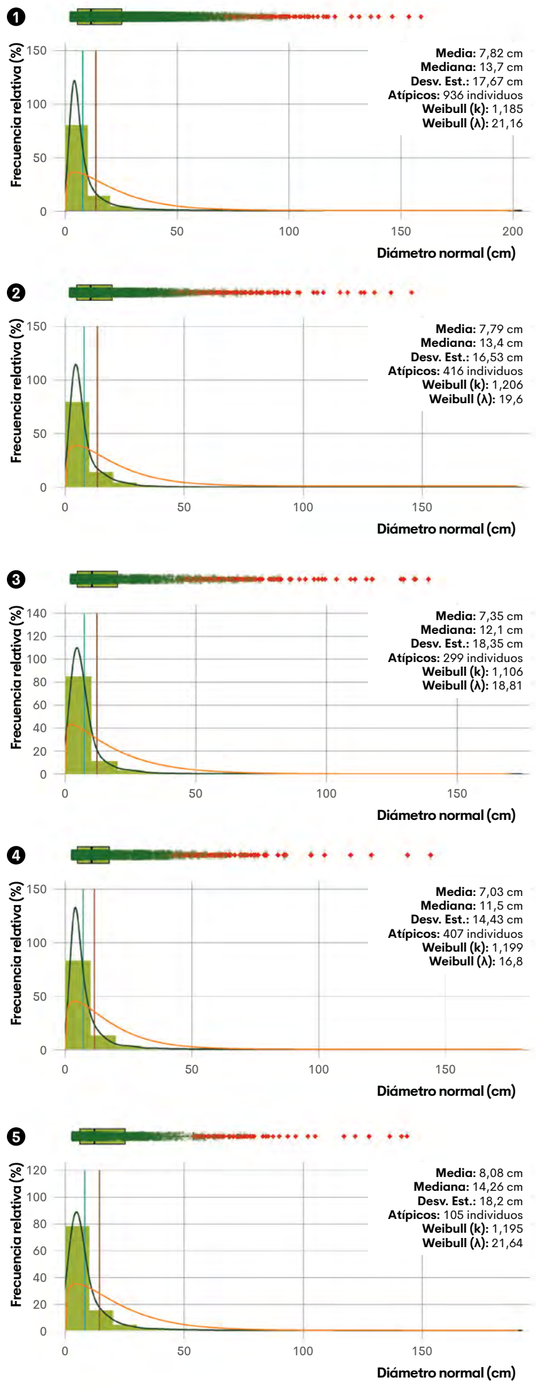
Donde a es la altura máxima asintótica (m); b, el parámetro de escala, relacionado con el diámetro al cual se alcanza aproximadamente el 63 % de la altura asintótica; y c, el parámetro de forma, que controla la curvatura y la tasa inicial de crecimiento en altura.

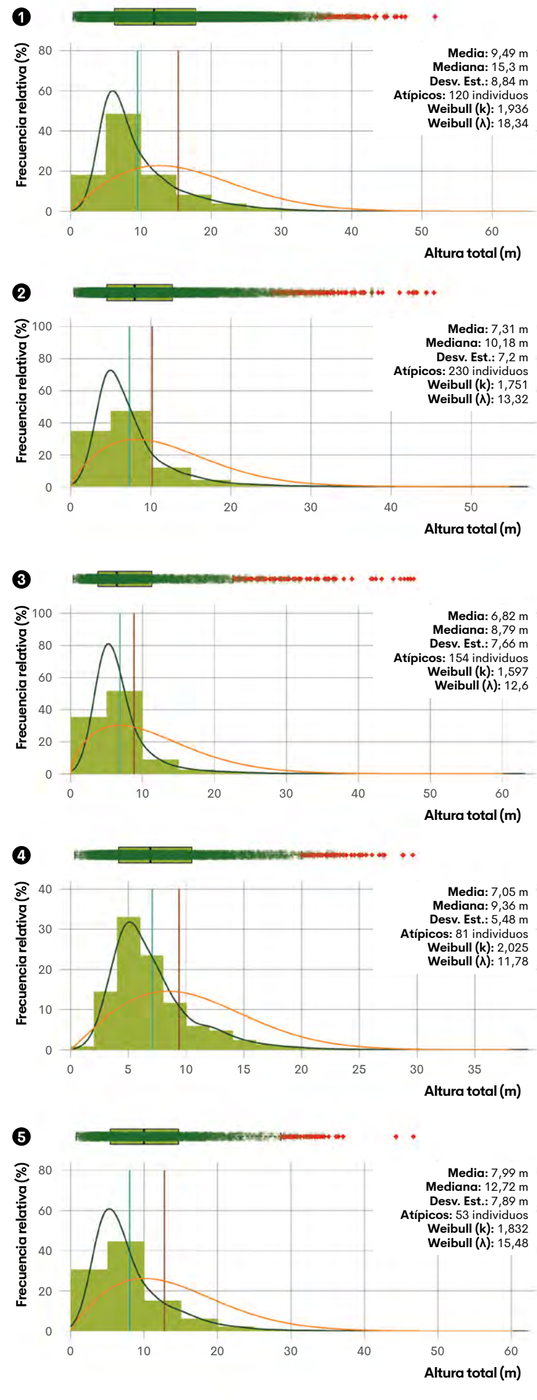
Debe considerarse que se presentan valores anómalos en los casos de los Andes (palmas y helechos), el Caribe (árboles) y el Pacífico (palmas y helechos), con valores de altura (parámetro a) de 54,39 m, 99,99 m y 103,54 m, respectivamente, que no corresponden con la realidad. Asimismo, se presentan valores elevados de la escala (144,28, 539,41 y 254,44), lo que indica que esta no se alcanza dentro del rango real de los datos observados. Esto ocurre cuando se dispone de pocos individuos de gran diámetro y los datos aún presentan una tendencia lineal dentro del rango medido, por lo que el modelo fuerza la convergencia hacia un valor irreal para minimizar el error. En consecuencia, no es posible determinar la altura máxima de un hábito de crecimiento a partir de estos parámetros. Sin embargo, estos pueden emplearse dentro del dominio de los datos, considerando la incertidumbre conocida (RMSE).

Distribución en diámetros y alturas de árboles

Los gráficos de la Figura 65 representan la estructura demográfica, expresada mediante el diámetro normal, y la estructura física, representada por la altura total, de los árboles presentes en las coberturas boscosas de las diferentes regiones biogeográficas. En particular, todas presentan una distribución diamétrica en forma de J invertida (asimetría positiva extrema), caracterizada por una gran cantidad de individuos delgados y unos pocos individuos de gran diámetro, lo que constituye un indicador de bosques naturales con buena regeneración.

En cuanto a la distribución de alturas, si bien presenta la misma asimetría hacia la derecha, las curvas muestran una mayor concentración de individuos cerca del dosel medio del bosque. La diferencia entre las medidas de tendencia central (media y mediana) está influenciada por unos pocos árboles emergentes de gran altura (puntos rojos en el diagrama de caja). Aunque estadísticamente se consideran valores atípicos, estos individuos son ecológicamente fundamentales para la estructura del bosque.

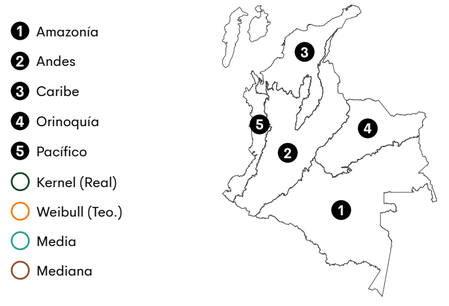




Los bosques húmedos tropicales de la Amazonía presentan el mayor desarrollo estructural, debido a la presencia de una gran cantidad de árboles emergentes. En contraste, el menor desarrollo estructural corresponde a los bosques de galería de la Orinoquía.

Las especies arbóreas con los mayores diámetros son *Trigonobalanus excelsa* (186,5 cm), ubicada en los Andes; *Terminalia grandis* (182,2 cm), en la Amazonía; *Prumnopitys montana* (175,4 cm), en los Andes; *Cedrelinga cateniformis* (174,4 cm), en la Amazonía; *Pochota fendleri* (170,8 cm), en la Orinoquía; *Anacardium excelsum* (168,0 cm), en el Caribe; *Ficus* sp. (166,6 cm), en los Andes; *Eschweilera albiflora* (163,6 cm), en la Amazonía; *Anacardium excelsum* (162,5 cm), en el Pacífico; y *Ficus tonduzii* (161,0 cm), en los Andes.

En contraste, las especies arbóreas con las mayores alturas son *Eschweilera reversa* (59,7 m) y *Spondias mombin* (59,2 m), en el Caribe; *Vismia cayennensis* (58,7 m), en la Amazonía; *Andira macrothyrsa* (58,2 m), en el Pacífico; *Hevea* sp. (58,0 m), *Hydrochorea gonggrijpii* (56,9 m) y *Protium* cf. *sagotianum* (55,5 m), en la Amazonía; *Brosimum utile* (55,3 m), en el Pacífico; *Swartzia schomburgkii* (55,2 m), en la Amazonía; y *Bellucia pentamera* (54,1 m), en los Andes.



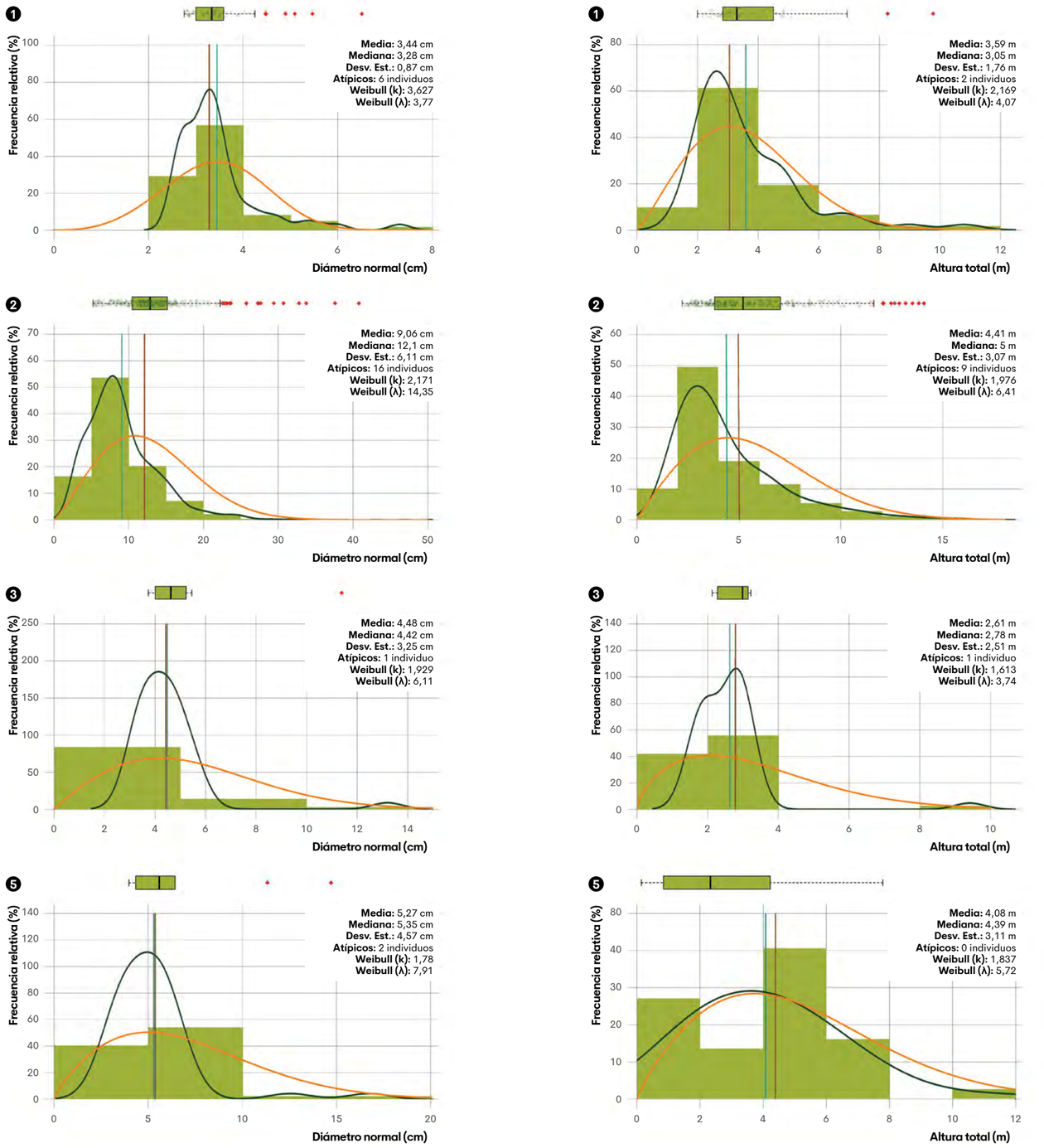
←
Figura 65.
Distribuciones de diámetro y altura de las especies arbóreas

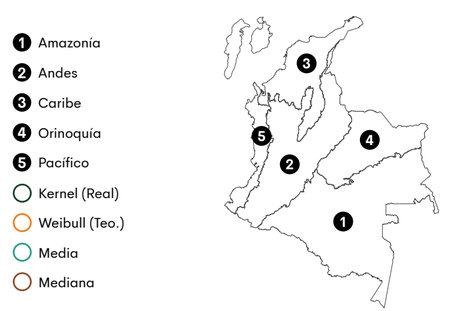
Distribución en diámetros y alturas de helechos arbóreos

A diferencia de los árboles, los helechos arbóreos presentan un crecimiento primario que se refleja en sus distribuciones diamétricas y de alturas (Figura 66). En particular, no presentan una distribución en forma de J invertida, sino distribuciones unimodales. Los Andes presentan la mayor dominancia de helechos arbóreos, tanto en diámetro como en altura, en comparación con las demás regiones.

Las especies de helechos arbóreos con los mayores diámetros son *Dicksonia karsteniana* (47,0 cm), *Cyathea lindeniana* (43,0 cm), *Dicksonia karsteniana* (38,2 cm), *Cyathea gloriae* (37,0 cm), *Dicksonia navarrensis* (34,4 cm), *Cyathea lindeniana* (32,7 cm), *Cyathea squamipes* (30,6 y 30,2 cm), Cyathea lindeniana (30,1 cm) y *Cyathea nigripes* (28,2 cm), todas ellas pertenecientes a los Andes.

Por su parte, las especies de helechos arbóreos con las mayores alturas son *Cyathea cardenasii* (16,0 m), *Cyathea* sp. (15,7 m), *Cyathea squamipes* (15,3 m), *Cyathea lindeniana* (14,9 y 14,5 m), *Cyathea* cf. *poeppigii* (14,2 m), *Alsophila incana* (14,0 m), *Cyathea squamipes* (13,5 m), *Dicksonia navarrensis* (13,5 m) y *Cyathea squamipes* (13,0 m). Al igual que las especies con los mayores diámetros, todas pertenecen a los Andes.





← ***Figura 66.***
Distribuciones de diámetro y altura de los helechos arbóreos

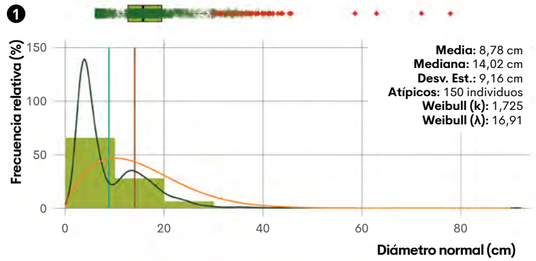
* Para la región de la Orinoquía solo se tiene registro de un individuo de helecho arbóreo (13,5 cm de diámetro y 4,8 m de altura)

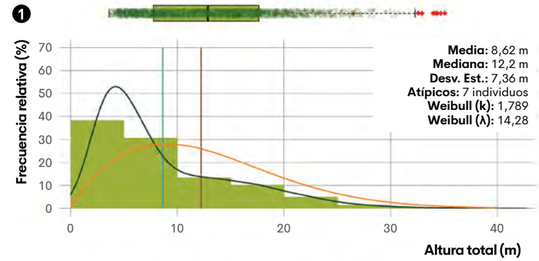
Distribución en diámetros y alturas de palmas

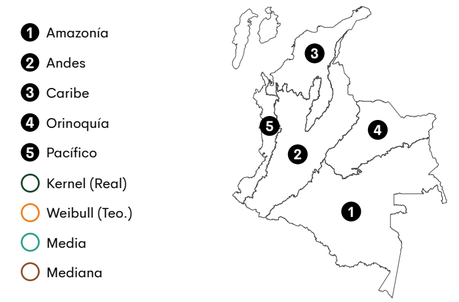
Debe considerarse que las palmas (monocotiledóneas) no presentan crecimiento secundario como los árboles. En algunas especies, el diámetro se define durante los primeros estadios de desarrollo o varía muy poco posteriormente. Por esta razón, una distribución diamétrica en forma de J invertida no está asociada necesariamente con la presencia de individuos juveniles, sino con especies de palmas cuya estructura es naturalmente delgada. En consecuencia, la distribución de diámetros refleja principalmente la composición de especies y no el crecimiento de los individuos. La distribución de alturas, por su parte, sí refleja el crecimiento a lo largo del tiempo. En los bosques de galería de la Orinoquía y en los bosques de la Amazonía se concentran las especies de palmas con troncos de mayor diámetro (Figura 67).

Las especies de palmas con los mayores diámetros son *Attalea butyracea* (93,5 cm), en la Orinoquía; *Attalea* sp. (89,0 cm), en los Andes; *Leopoldinia piassaba* (88,5 cm), en la Amazonía; *Attalea* sp. (88,0 cm), en los Andes; *Attalea butyracea* (87,2 cm), en el Caribe; *Wettinia hirsuta* (85,5 cm), en los Andes; *Manicaria saccifera* (81,5 cm), en la Amazonía; *Attalea* sp. (73,1 cm), en los Andes; *Attalea butyracea* (72,0 cm), en el Caribe; y *Oenocarpus bataua* (70,6 cm), en la Amazonía.

Por su parte, las especies de palmas con las mayores alturas son *Oenocarpus bataua* (39,4 m), en el Caribe; *Oenocarpus bataua* (38,3 m), en la Amazonía; *Wettinia drudei* (38,0 m), en los Andes; *Attalea butyracea* (38,0 m), en la Orinoquía; *Astrocaryum* cf. *chambira* (37,9 m), *Leopoldinia piassaba* (37,5 m), *Astrocaryum* sp. (37,3 m) y *Euterpe precatoria* (37,0 m), en la Amazonía; *Attalea butyracea* (37,0 m), en la Orinoquía; e *Iriartea deltoidea* (35,8 m), en la Amazonía.







←
Figura 67.
Distribuciones de diámetro y altura de las palmas

5.1.6
Índice de valor de importancia (IVI)

De acuerdo con Ideam y DANE (2009), el IVI muestra la importancia ecológica de una especie a partir de tres componentes: su ocurrencia (frecuencia), el número de individuos (abundancia) y su grado de ocupación dentro del sistema (dominancia).

En la Figura 68 se presentan las principales especies que, por la combinación de su abundancia, frecuencia y dominancia, poseen el mayor peso ecológico a escala nacional (mayor IVI).

Los resultados obtenidos reflejan un patrón típico de los bosques neotropicales: unas pocas especies concentran la mayoría de los individuos, mientras que cientos de ellas presentan una baja abundancia (Cooper *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2026).

La especie con mayor IVI[21] a escala nacional es el fariñero (*Cabari macrocarpa,* antes *Clathrotropis macrocarpa*), aun cuando su distribución se restringe a las regiones de la Amazonía y la Orinoquía.

21. El alto valor del IVI obedece a que es la especie más abundante (mayor cantidad de individuos), frecuente (se repite más en los conglomerados) y dominante (ocupa más área basal respecto a las demás especies).

En segundo lugar se encuentra *Eschweilera coriacea*, principalmente debido a su alta dominancia relativa respecto de las demás especies. Sus poblaciones alcanzan la mayor cantidad estimada de fustales grandes del total de la muestra (271); además, la especie fue registrada en todas las regiones del país, con una mayor participación en la Amazonía. Esta tendencia coincide con lo hallado por Durgante *et al.* (2023), quienes señalan la hiperdominancia de la especie en la cuenca amazónica de Brasil y relacionan su crecimiento diamétrico con suelos más fértiles y su sensibilidad al déficit hídrico.

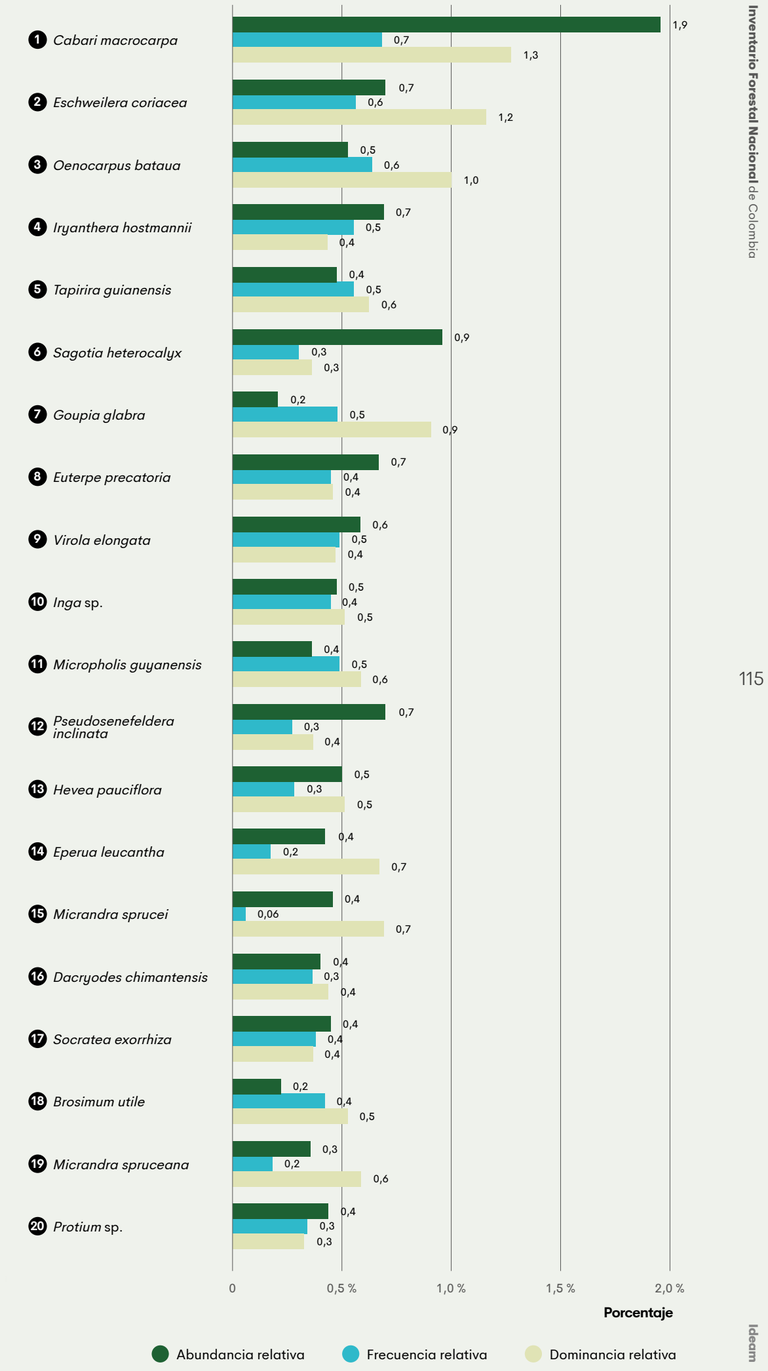
Cabe mencionar que las palmas *Oenocarpus bataua*, *Euterpe precatoria* y *Socratea exorrhiza* son elementos representativos de los bosques húmedos colombianos de tierras bajas (Galeano y Bernal, 2010), y su presencia fue registrada en todas las regiones muestreadas por el IFN. De ellas, *Oenocarpus bataua* ocupa el tercer lugar en el IVI, mientras que *Euterpe precatoria* presentó una abundancia relativa comparativamente mayor, debido a la cantidad estimada de individuos latizales en el total de la muestra (3.750). Esta última se considera la palma más abundante en la Amazonía y puede alcanzar hasta 282 ± 229 individuos ha−1 en bosques de tierra firme (Rocha *et al.*, 2025).

En las Figuras 69 y 70 se presenta el IVI por región natural para las especies de mayor y menor peso ecológico, respectivamente.

→
Figura 68.
Especies con mayor peso ecológico (IVI) a escala nacional







↓

Figura 69.

Especies con mayor peso ecológico (IVI) por región natural

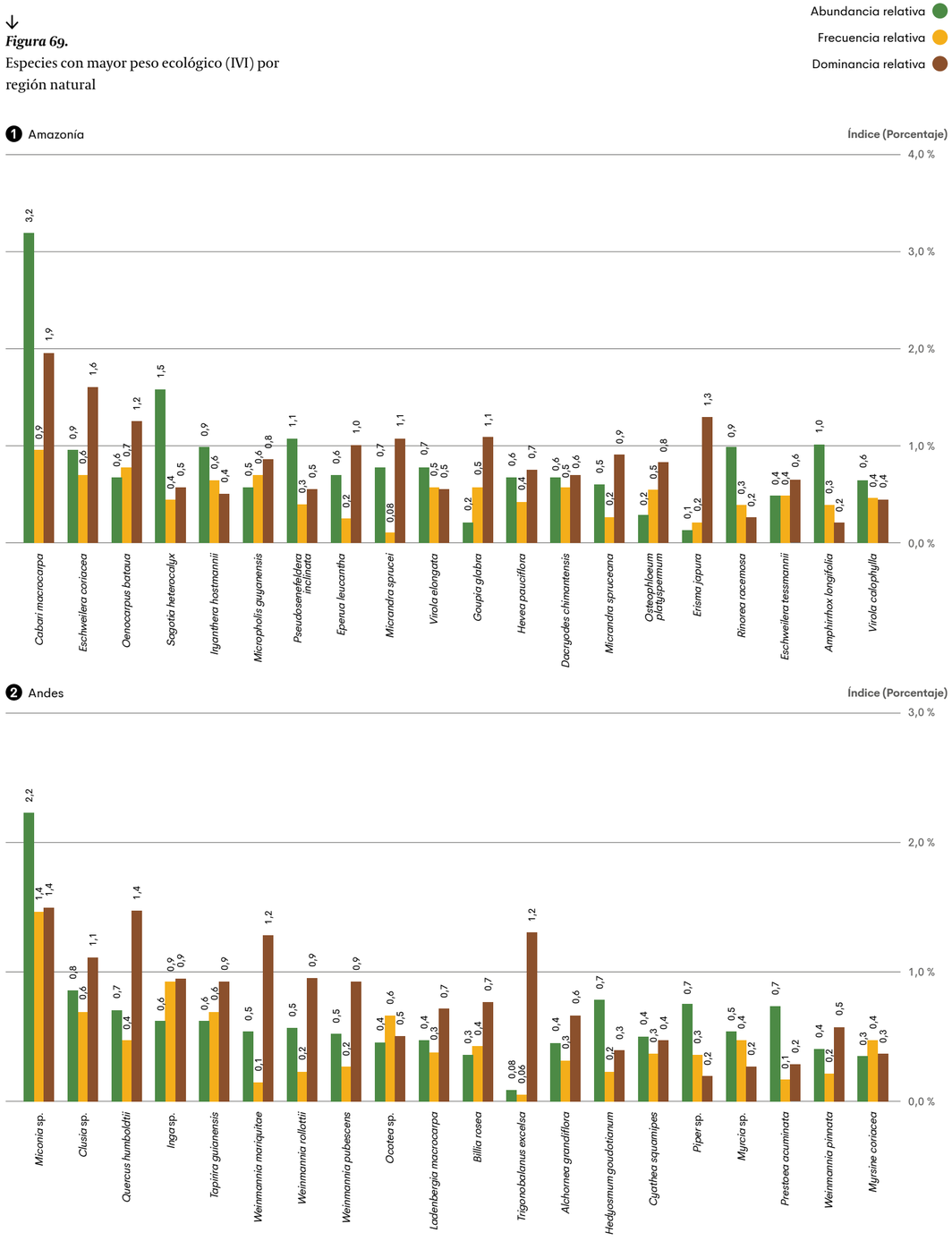
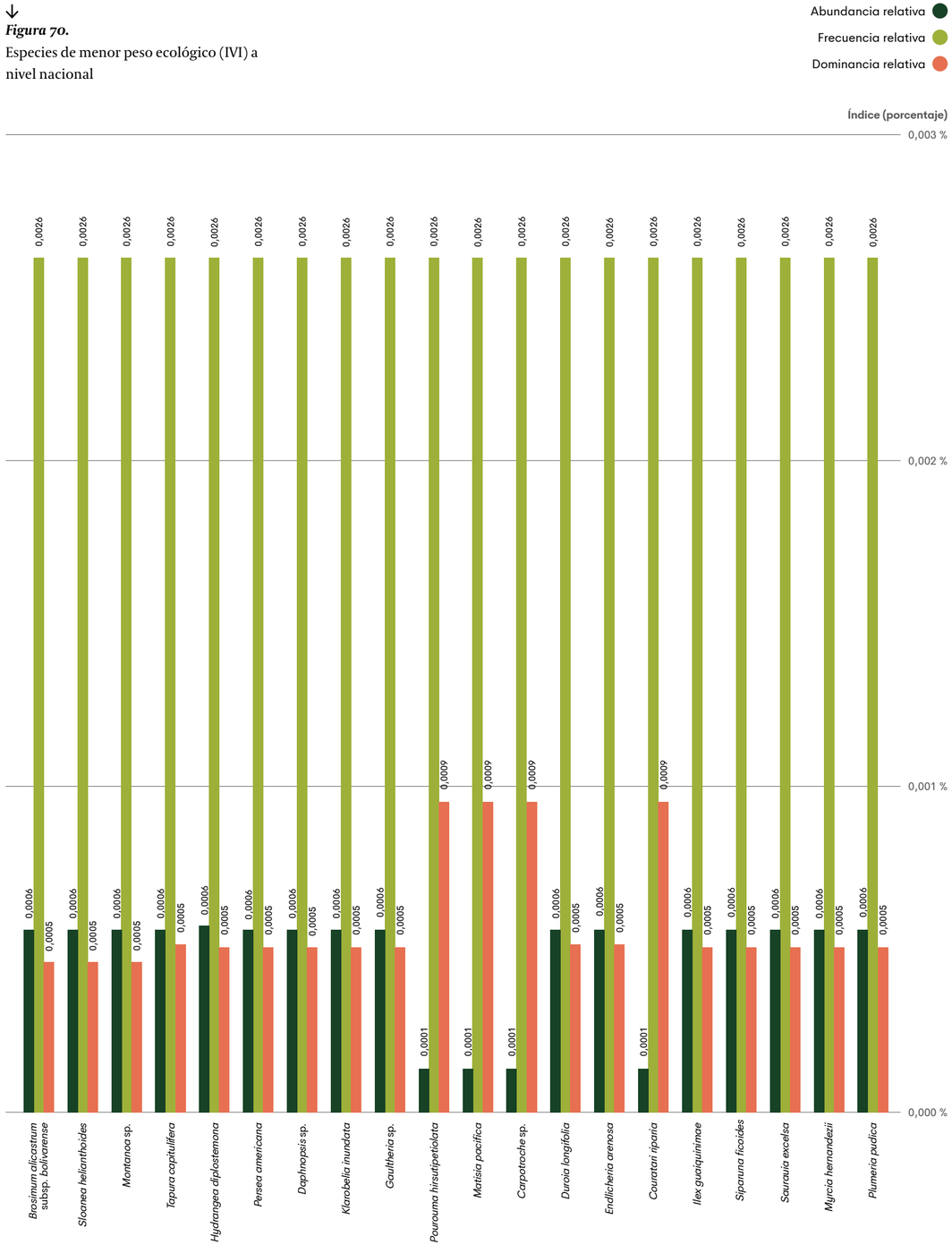


Figura 70.
Especies de menor peso ecológico (IVI) a nivel nacional



5.1.7
Índice de posición sociológica (IPS)[22]

Finol (1971) desarrolló este índice, que permite caracterizar cada especie dentro de un estrato vertical del bosque mediante la asignación de pesos según su pertenencia a los estratos inferior, medio o superior. Mientras que el índice de valor de importancia (IVI) prioriza la dominancia horizontal, el IPS refleja la capacidad competitiva de las especies en el estrato vertical (p. ej., pioneras, tolerantes a la sombra y emergentes) y, de alguna manera, permite predecir su respuesta ante intervenciones que impliquen aperturas del dosel (Lamprecht, 1990).

Del análisis se deriva que los bosques naturales colombianos presentan tres estratos bien definidos: un estrato inferior, entre 1,30 y 16,92 m; un estrato medio, entre 16,93 y 26,64 m; y un estrato superior, por encima de 26,65 m. Entre los árboles emergentes con alturas superiores a 50 m se destacan *Eschweilera reversa* (59,7 m) y *Spondias mombin* (59,2 m), en el Caribe; *Vismia cayennensis* (58,7 m), en la Amazonía; *Andira macrothyrsa* (58,2 m), en el Pacífico; *Hevea* sp. (58,0 m), *Hydrochorea gonggrijpii* (56,9 m) y *Protium* cf. *sagotianum* (55,5 m), en la Amazonía; *Brosimum utile* (55,3 m), en el Pacífico; *Swartzia schomburgkii* (55,2 m), en la Amazonía; y *Bellucia pentamera* (54,1 m), en los Andes.

En el caso de las palmas, aunque sus alturas son menores, se destacan *Oenocarpus bataua* (39,4 m), en el Caribe; *Oenocarpus bataua* (38,3 m), en la Amazonía; *Wettinia drudei* (38,0 m), en los Andes; *Attalea butyracea* (38,0 m), en la Orinoquía; *Astrocaryum* cf. *chambira* (37,9 m), *Leopoldinia piassaba* (37,5 m), *Astrocaryum* sp. (37,3 m) y *Euterpe precatoria* (37,0 m), en la Amazonía; *Attalea butyracea* (37,0 m), en la Orinoquía; e *Iriartea deltoidea* (35,8 m), en la Amazonía.

En las Figuras 71, 72 y 73 se indican las especies con mayor valor fitosociológico en los estratos superior, medio e inferior, respectivamente. Es notable que *Eschweilera coriacea* presenta la mayor plasticidad ecológica y una regeneración activa, al estar presente en los tres estratos verticales. Asimismo, aunque en menor medida, *Oenocarpus bataua* muestra una distribución homogénea en los tres estratos del bosque.

De manera integrada, en la Figura 74 se presenta el índice de posición sociológica de las especies con los valores más altos. Se destaca *Cabari macrocarpa*, que, aunque domina en el estrato inferior debido a su gran adaptación a las condiciones de baja luminosidad del sotobosque, presenta el mayor valor fitosociológico.

22. IPS permite observar la cantidad de registros en cada estrato (superior, medio e inferior).

Figura 71.
Principales especies de mayor valor fitosociológico en el estrato superior

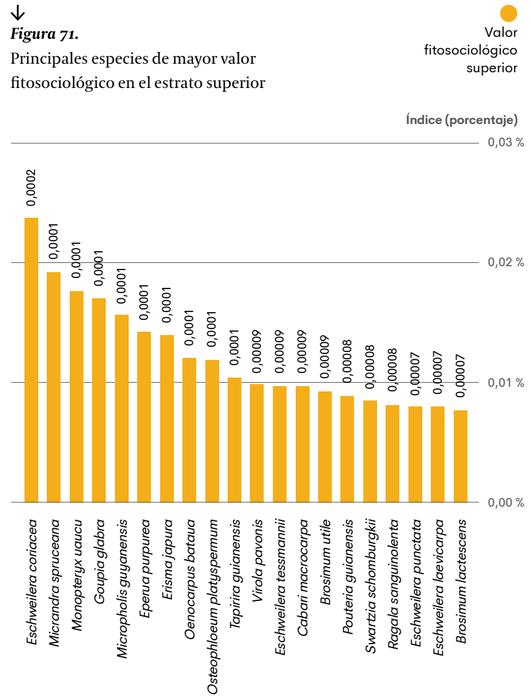


Figura 72.
Principales especies de mayor valor fitosociológico en el estrato medio

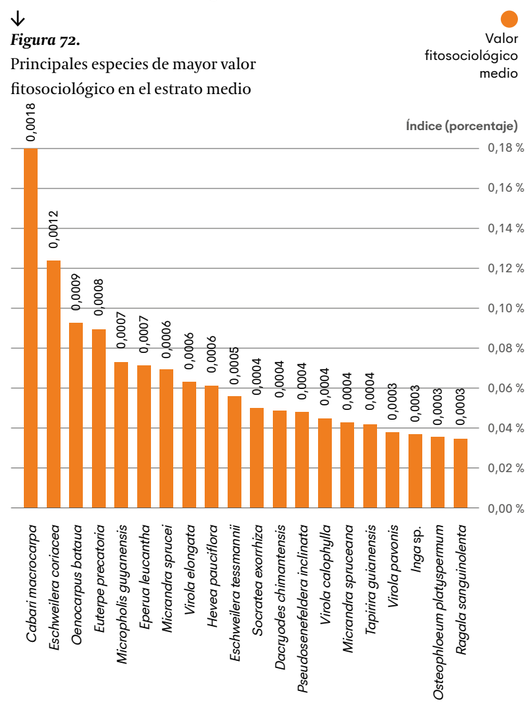


Figura 73.
Principales especies de mayor valor fitosociológico en el estrato inferior

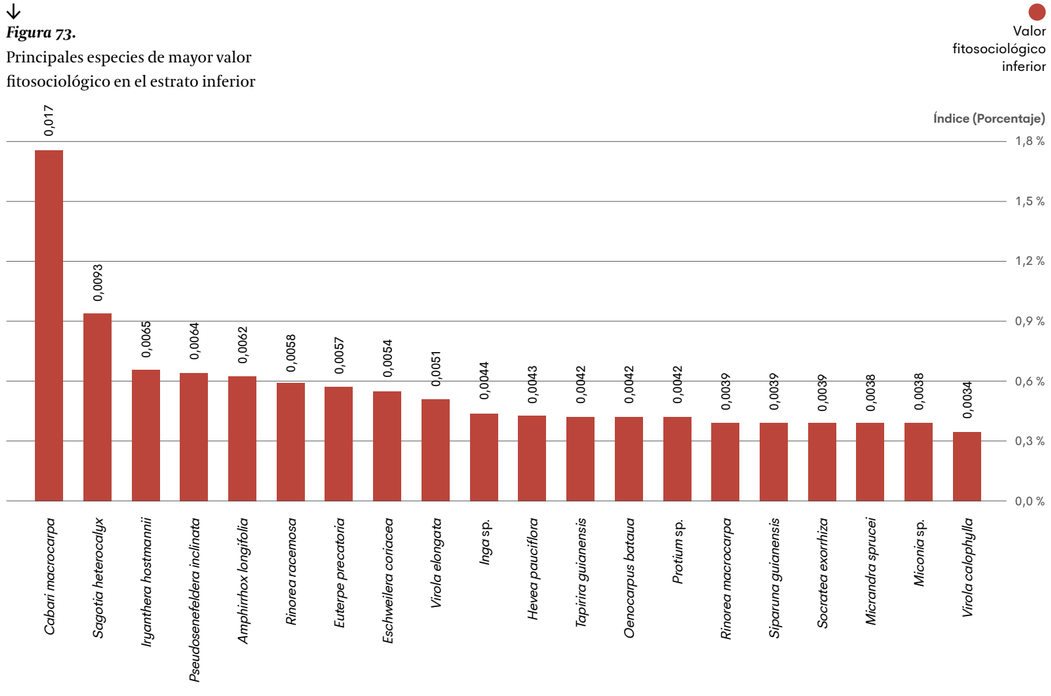
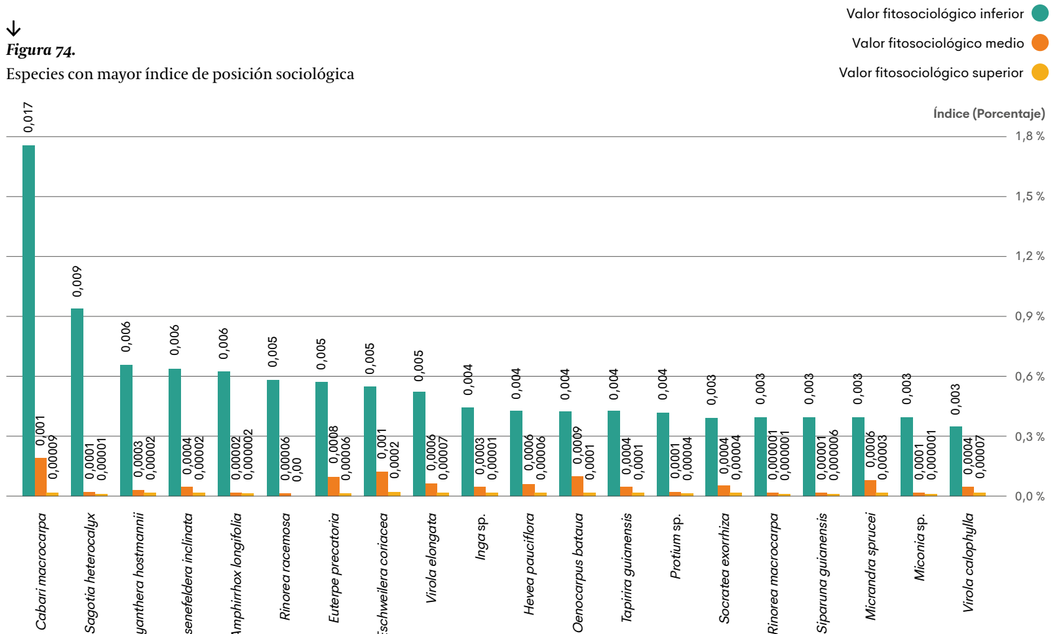


Figura 74.
Especies con mayor índice de posición sociológica



5.2 Volumen de los bosques naturales de Colombia

Uno de los indicadores clásicos de los inventarios forestales es el volumen maderable. Tradicionalmente, el volumen se emplea como una de las principales variables en los modelos epidométricos de rendimiento y crecimiento que permiten sustentar los planes de ordenación forestal en bosques tropicales (Alder, 1995).

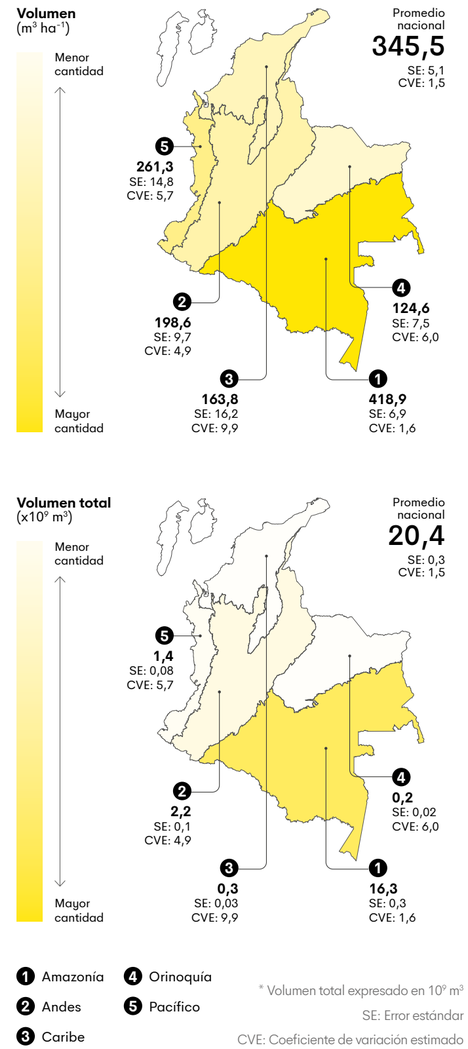
El volumen total del fuste se utiliza comúnmente para evaluar la factibilidad de las concesiones de extracción de madera en bosques naturales, especialmente en bosques multiespecíficos, donde solo algunas especies pueden ser objeto de aprovechamiento por sus usos comerciales. Este indicador permite evaluar de manera diferenciada la productividad de un sitio en función de la presencia de especies de alto valor comercial (Brown, 1997).

Si bien el interés actual en los bosques naturales se centra en la acumulación de biomasa y carbono, la cuantificación del volumen mantiene su relevancia, ya que permite estimar la biomasa acumulada mediante factores de expansión y valores de densidad de la madera (Brown, 1997).

La FAO (2025) señala que "las existencias forestales en formación en el mundo ascienden a 630.000 millones de m^3, y el mayor porcentaje se encuentra en América del Sur (29 %)", donde los bosques tropicales presentan algunos de los mayores registros a escala mundial.

A escala nacional, a partir de los análisis del primer ciclo de implementación del IFN, se estimó un volumen de 345,49 m^3 ha^{-1} (Figura 75), valor similar al registrado en los bosques húmedos densos de la Amazonía brasileña (Olarte *et al.*, 2025).

Figura 75.
Volumen (m^3 ha^{-1}) y volumen total por región natural



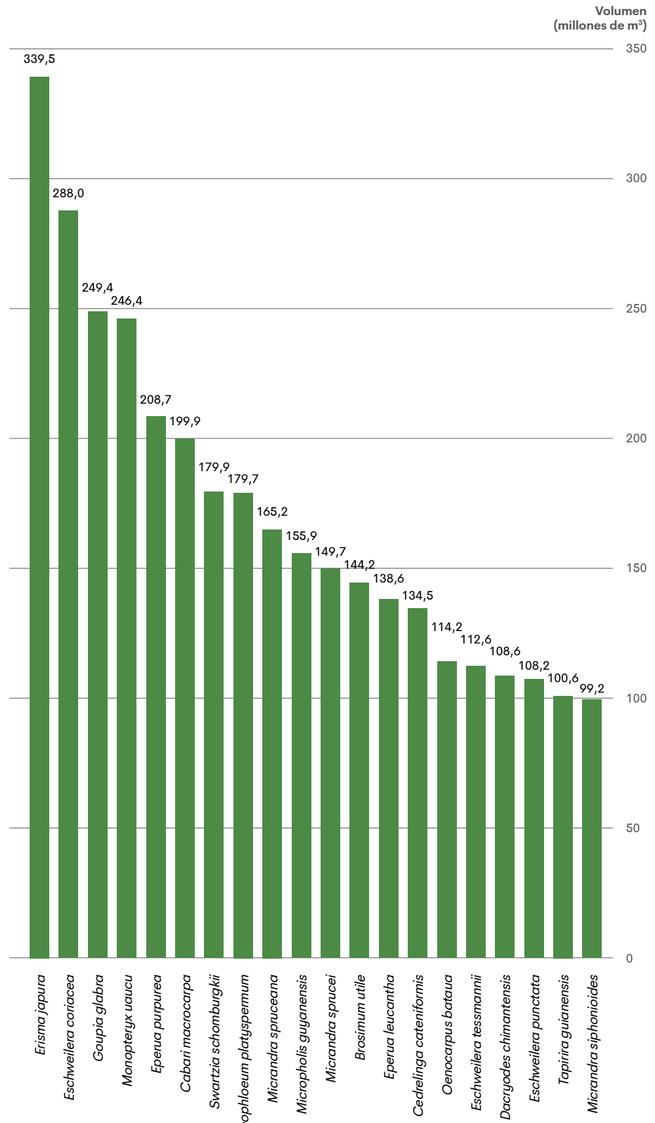
El mayor volumen acumulado por unidad de superficie en los bosques naturales colombianos se encuentra en la Amazonía, con 418,93 m^3 ha^{-1}, valor que supera ampliamente el de las demás regiones. Este resultado es consistente con la estructura de bosques maduros de alta productividad, caracterizados por un diámetro cuadrático medio (Dq) moderado, una elevada área basal y una cantidad considerable de fustales grandes. La segunda región con mayor volumen de madera por hectárea es el Pacífico, con 261,34 m^3 ha^{-1}. Estas dos regiones coinciden con las áreas de mayor abastecimiento de madera a escala nacional (Ortega y Garzón, 2023)[23].

Por su parte, los Andes ocupan el tercer lugar, con un volumen de 198,58 m^3 ha^{-1}, pese a la explotación histórica que han sufrido estos bosques y a los procesos actuales de fragmentación y deforestación (Calbi *et al.*, 2021; Rubiano *et al.*, 2026).

En el Caribe, aun cuando se presenta la mayor área basal, el volumen por unidad de superficie es moderado debido a la escasez de individuos de gran porte por unidad de área. Además, es la única región biogeográfica donde el coeficiente de variación supera ampliamente el umbral del 5 %, lo que evidencia una mayor variabilidad y, por tanto, una mayor incertidumbre en la estimación.

En último lugar se encuentra la Orinoquía, con 124,60 m^3 ha^{-1}. Este resultado es coherente con la estructura de los bosques de la región y su distribución en paisajes de sabana y corredores de galería, sometidos a perturbaciones recurrentes por quemas e inundaciones (Armenteras *et al.*, 2021; González *et al.*, 2021).

A escala de especie, la Figura 76 presenta las 20 especies con mayor volumen acumulado a escala nacional. Entre ellas se destaca *Erisma japura*, con el mayor volumen estimado: 339,54 millones de m^3 (Figura 76).



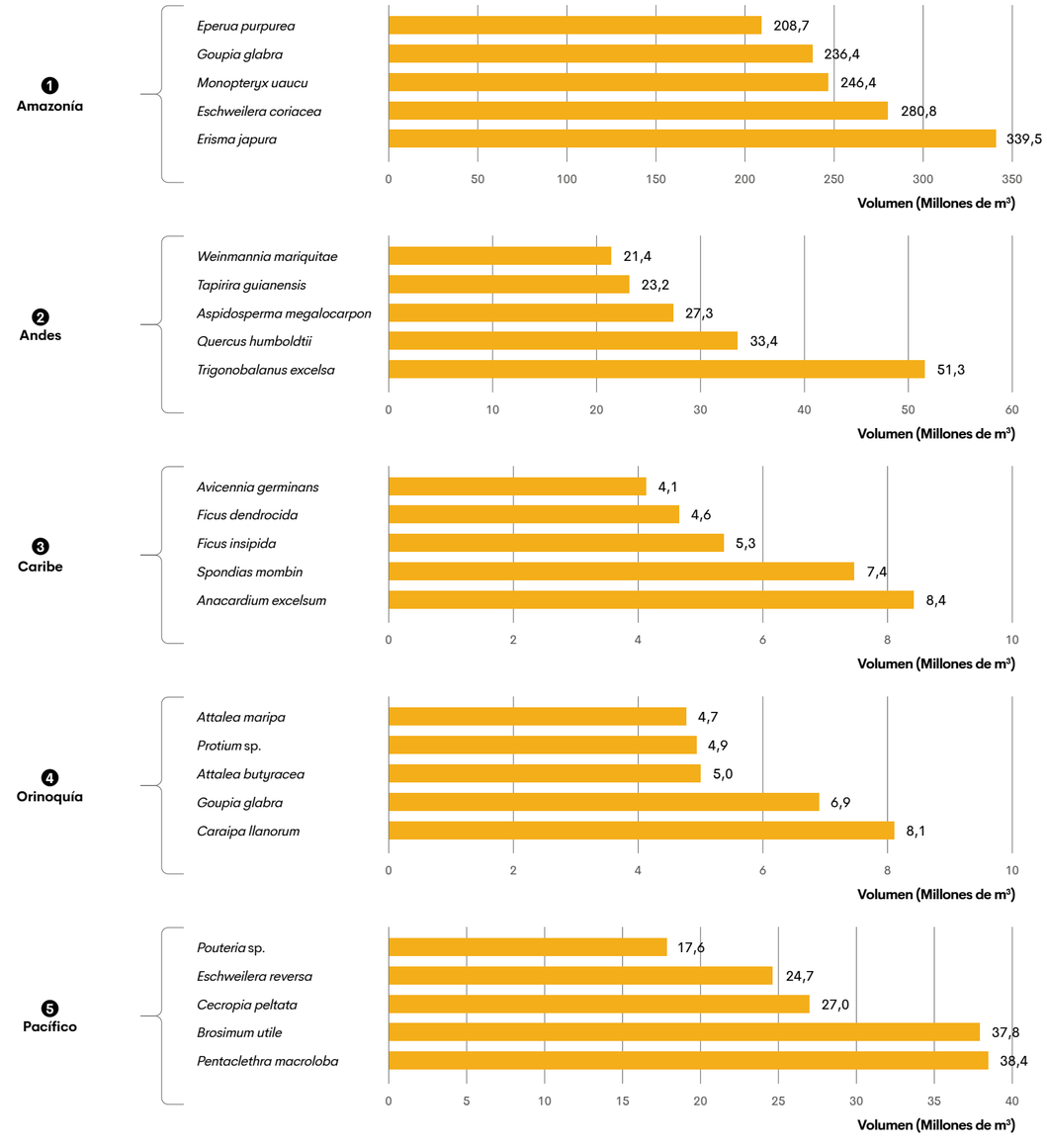
→
Figura 76.
Especies con mayor volumen acumulado a escala nacional

23. Ortega Castro, E. Y. y Garzón Franco, L. C. Boletín Forestal Nacional 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), 2023. ISSN 2346 2469. [consulta: 17 ene. 2026]. Disponible en: https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/SNIF %20.

Es importante destacar que especies como *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Anacardium excelsum*, intensamente aprovechadas en Colombia, no aparecen en estos listados, dado que actualmente sus poblaciones se encuentran disminuidas y estas especies están incluidas en los listados de veda y amenaza (capítulo 3 de este documento).

En este contexto, es importante llamar la atención sobre la necesidad de investigar especies promisorias para el aprovechamiento forestal, como *Erisma japura*, que presentan poblaciones estables y cuyo potencial maderable aún no ha sido estudiado.

↓
Figura 77.
Especies de mayor cantidad de volumen por región natural



5.3

Biomasa y carbono almacenado en los bosques naturales de Colombia

La biomasa refleja la productividad primaria neta de un ecosistema y es altamente sensible a las perturbaciones antrópicas. La estimación de la biomasa presente en los bosques naturales permite no solo monitorear las emisiones derivadas de los procesos de deforestación y degradación, sino también fortalecer el cumplimiento de los compromisos nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Gibbs *et al.*, 2007).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, 2021)[24], los bosques naturales se consideran uno de los mayores reservorios de carbono del planeta, ya que almacenan en su biomasa el carbono proveniente del dióxido de carbono (CO_2) atmosférico mediante la fotosíntesis.

La FAO (2025), en su informe más reciente sobre la evaluación de los recursos forestales mundiales, indica que "la biomasa total en los bosques del mundo se estima en aproximadamente 709 gigatoneladas (Gt), equivalentes a 171 toneladas por ha", de la cual el 29 % se encuentra en América del Sur, donde, según la misma fuente, se han registrado valores "que superan las 200 toneladas por ha" (FAO, 2025).

La biomasa es, sin lugar a dudas, una de las variables de mayor interés en los inventarios forestales debido a su papel en el ciclo del carbono. Por esta razón, en el IFN de Colombia su estimación se realiza mediante el análisis de los siguientes compartimentos: biomasa aérea, biomasa subterránea, necromasa y suelos.

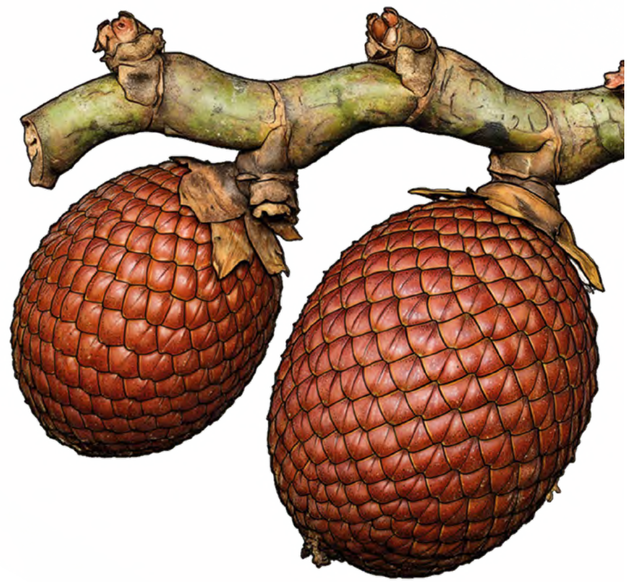
La gran variedad de especies presentes en los bosques tropicales ha impulsado el uso de ecuaciones alométricas pantropicales para estimar la biomasa en función del diámetro, la altura total y la densidad de la madera (Chave *et al.*, 2014), con el correspondiente grado de incertidumbre en las estimaciones regionales.

La aplicación del modelo de Chave *et al.* (2014), a partir de los datos del IFN de DAP (diámetro normal a 1,30 m), expresado en centímetros; altura total (H), en metros; y densidad de la madera (ρ), en g cm^{-3}, para individuos con DAP entre 5 y 212 cm, permite obtener los resultados presentados en la Figura 78. Para ello, se aplicó la siguiente ecuación:

$$AGB = 0{,}0673 * (DAP^2 * H * \rho)^{0{,}976}$$

Las fórmulas de cálculo para los otros hábitos de crecimiento (palmas y helechos arbóreos) y sus explicaciones detalladas pueden consultarse en el documento Cálculo de los factores de emisión para los sumideros forestales de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, carbono orgánico del suelo y detritos de madera, a partir de los datos del Inventario Forestal Nacional. **https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/11514**

A escala nacional, la biomasa aérea por unidad de superficie presenta un promedio de 221,38 ± 3,17 Mg ha^{-1}, estadísticamente similar al valor promedio de 226,9 ± 4,5 Mg ha^{-1} reportado por Phillips *et al.* (2016).



● *Mauritia flexuosa*

24. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Chapter 5: Global Carbon and Other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. Cambridge University Press. **https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-5/**

Por su parte, el carbono acumulado en la biomasa aérea es de 6,16 ± 0,09 Pg de C, valor muy cercano al obtenido por Phillips *et al.* (2016), quienes reportan un valor acumulado de 6,44 ± 0,13 Pg de C[25] en la biomasa aérea de los bosques tropicales de Colombia.

25. Para la estimación de biomasa a carbono, se asume que el contenido de carbono corresponde al 47 % de la biomasa de árboles vivos, por lo que se empleó la fórmula C = 0,47 * Biomasa (AGB , BRG o Total).

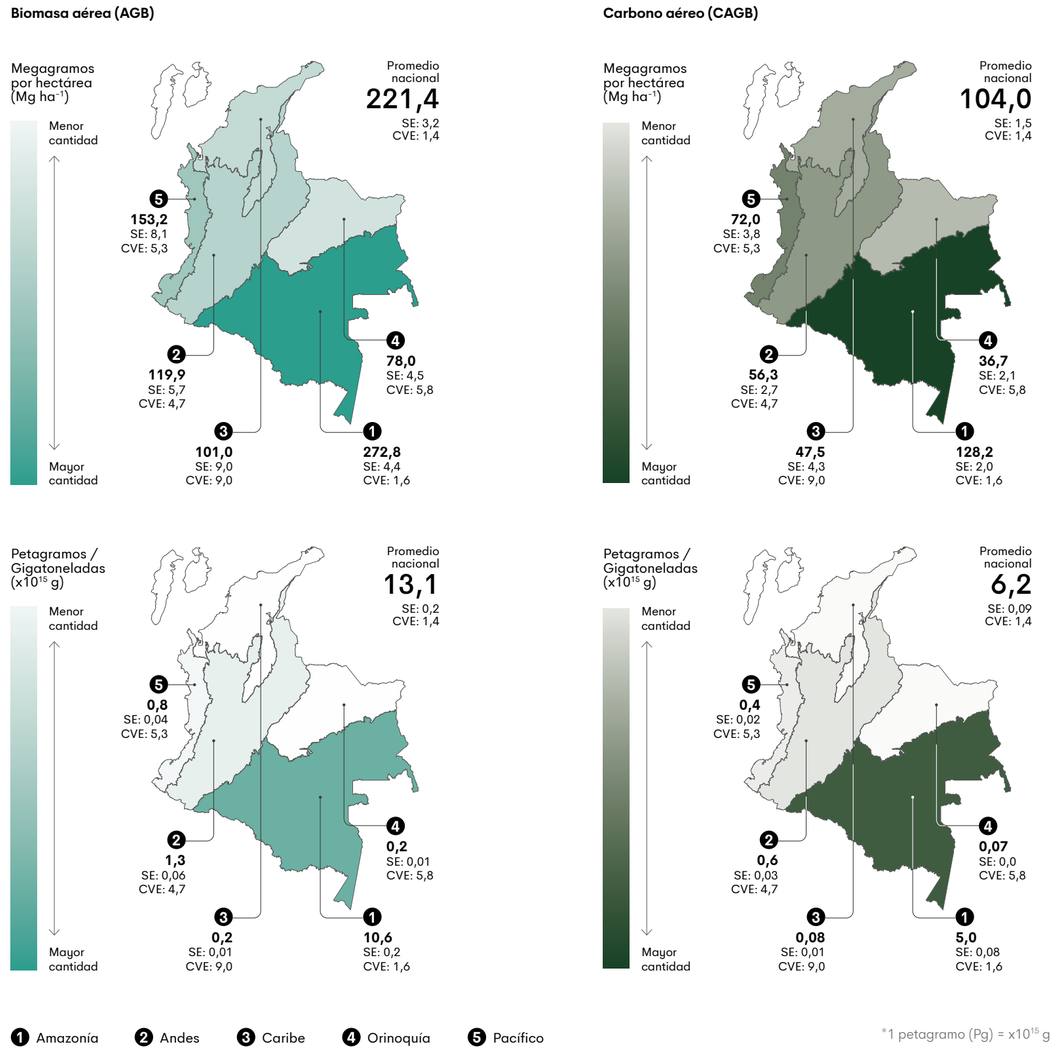
Por región natural, la Amazonía, con 4,98 ± 0,08 Pg de C, y el Pacífico, con 0,39 ± 0,02 Pg de C, presentan las mayores reservas de carbono, dada su estructura arbórea desarrollada.

Si bien la biomasa subterránea (BRG) no es una variable medida directamente, se estima a partir del modelo de Cairns *et al.* (1997), cuyos resultados se presentan en la Figura 79.

↓

Figura 78.

Biomasa y carbono del componente aéreo por región natural

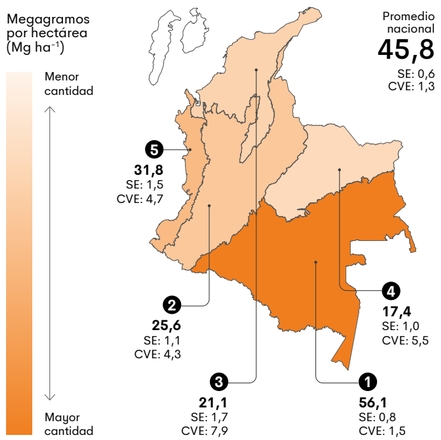


*1 petagramo (Pg) = x10^{15} g

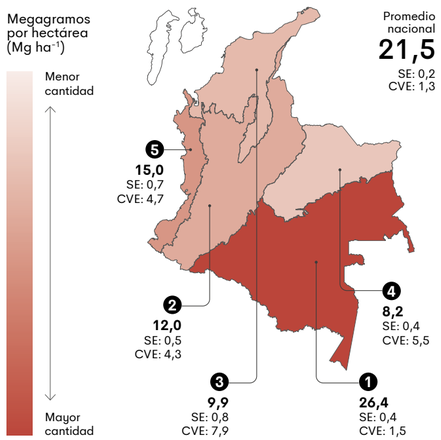
**SE: Error estándar CVE: Coeficiente de variación estimado

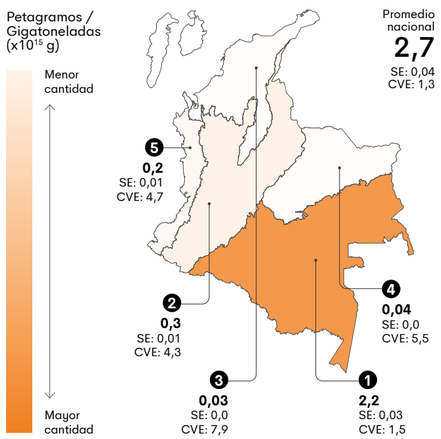
Figura 79.
Biomasa y carbono del componente subterráneo por región natural

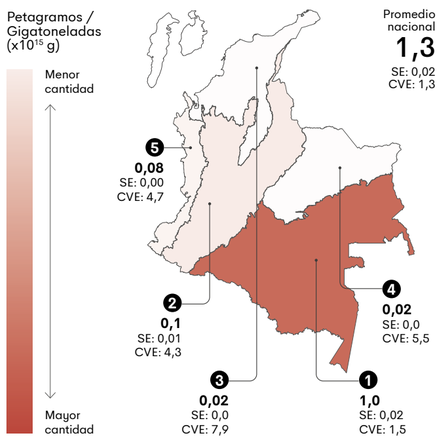
Biomasa (BRG)



Carbono (CBRG)







1 Amazonía 2 Andes 3 Caribe 4 Orinoquía 5 Pacífico

**SE: Error estándar CVE: Coeficiente de variación estimado

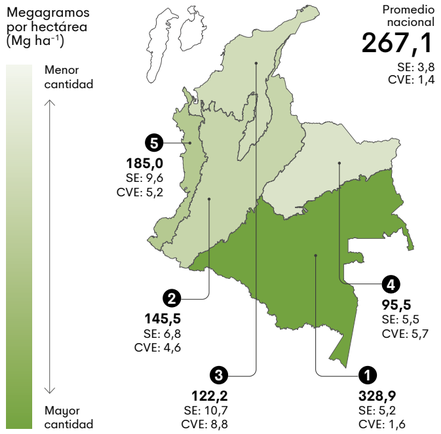
En términos generales, la Figura 80 presenta los resultados totales de biomasa y carbono. A partir de estos resultados, se estima que las reservas totales de carbono en los bosques naturales de Colombia ascienden a 7,43 ± 0,10 Pg de C, valor cercano al estimado por Phillips *et al.* (2011). La Amazonía y el Pacífico son las regiones con mayor contenido de carbono acumulado.

Los valores de carbono presentados en la Figura 80 constituyen las primeras estimaciones para Colombia obtenidas a partir de un muestreo probabilístico a escala nacional en coberturas de bosques naturales, lo que destaca la importancia de este estudio para la toma de decisiones en materia de cambio climático (Ideam y UNAL, 2021).

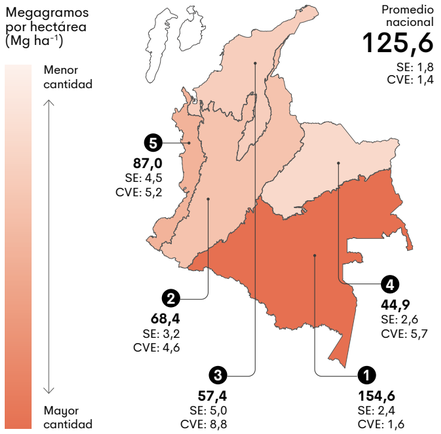
Por su parte, en la Figura 81 se presentan, a escala de especie, las cinco especies por región natural con los mayores contenidos de biomasa y carbono acumulados.

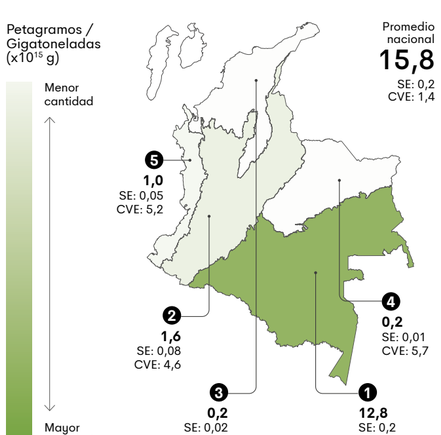
Figura 80.
Reservas totales de biomasa y carbono acumuladas en los bosques naturales

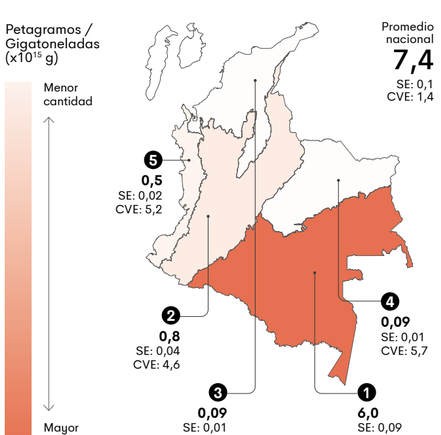
Biomasa total (BT)= AGB+BRG



Carbono total (CT)=CAGB+CBRG



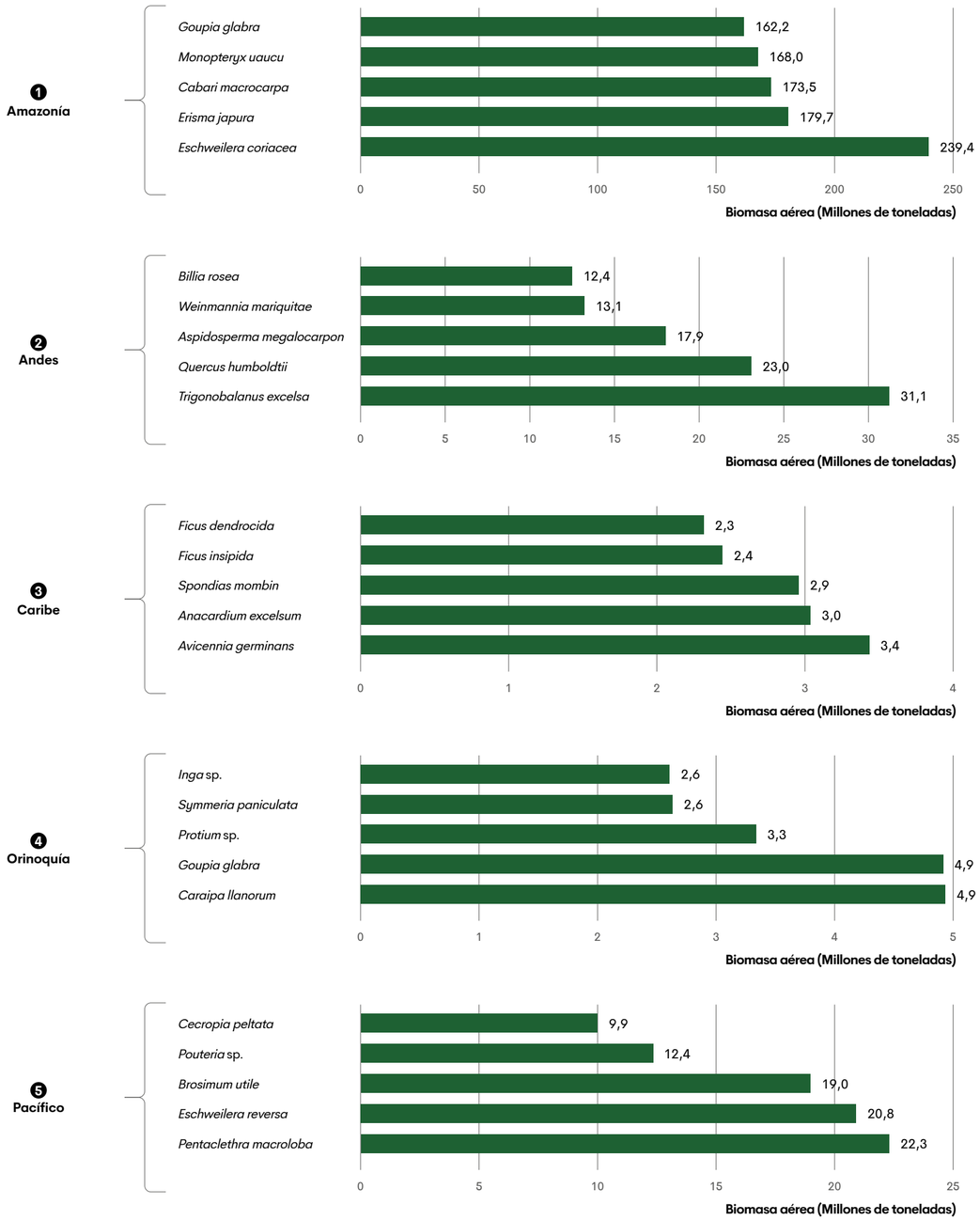




1 Amazonía 2 Andes 3 Caribe 4 Orinoquía 5 Pacífico

*SE: Error estándar CVE: Coeficiente de variación estimado

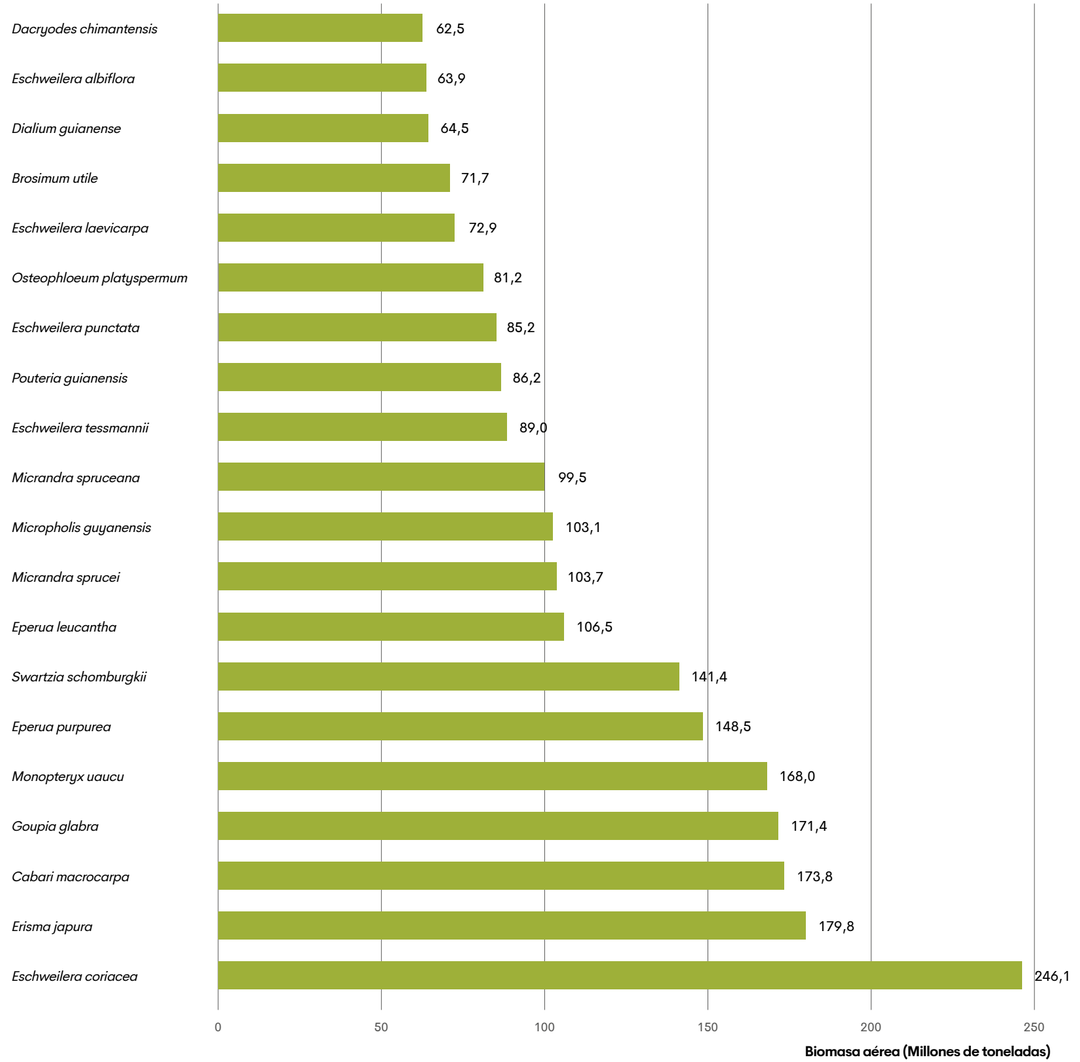
Figura 81.
Especies con mayor cantidad de biomasa aérea acumulada a escala regional y nacional



Como se evidencia en la Figura 82, la especie arbórea *Eschweilera coriacea* presenta los mayores contenidos de biomasa aérea (AGB) acumulada, lo que puede explicarse por su alta abundancia, amplia distribución y condición de especie hiperdominante en los bosques amazónicos (ter Steege *et al.*, 2013). Estos resultados son consistentes con lo reportado por Fauset *et al.* (2015), quienes la señalan como una de las especies con mayor contribución a la biomasa leñosa aérea de la Amazonía, lo que destaca su relevancia en el almacenamiento de carbono forestal.

Asimismo, resulta relevante que *Erisma japura* ocupe el segundo lugar en contenido de biomasa y, a su vez, sea la especie con mayor volumen acumulado a escala nacional (Figura 76). Esta diferencia puede explicarse por el aporte de la densidad de la madera en la ecuación empleada para estimar la biomasa. Mientras que *Eschweilera coriacea* presenta una densidad de entre 0,73 y 0,81 g/cm^3 (Nascimento *et al.*, 2021), la de *Erisma japura* se encuentra entre 0,46 y 0,56 g/cm^3 (Dias y Marenco, 2016).

Figura 82.
Especies de mayor cantidad de biomasa aérea acumulada a nivel nacional



Como componente adicional, los contenidos de carbono orgánico del suelo (COS) se estiman a partir de la relación entre la concentración de carbono en las muestras de suelo, determinada en laboratorio, la densidad aparente del suelo y la profundidad a la cual se tomó la muestra (0–30 cm).

Colombia registra un promedio de 73,83 ± 3,48 Mg ha^{-1} de carbono orgánico del suelo (COS), como se muestra en la Figura 83. A escala regional, los valores más altos se registran en los Andes (160,02 ± 10,98 Mg ha^{-1}) y el Pacífico (88,20 ± 23,55 Mg ha^{-1}). En esta última región, los resultados presentan una alta incertidumbre asociada con el diseño de muestreo.

La alta acumulación de carbono observada en los Andes se explica parcialmente por su configuración fisiográfica. En los ecosistemas de alta montaña, las bajas temperaturas favorecen una descomposición más lenta y, por tanto, una mayor acumulación de materia orgánica (Quesada *et al.*, 2020). En este sentido, Gibbon *et al.* (2010) reportan valores de hasta 118 ± 15 Mg ha^{-1} en la cordillera de los Andes.

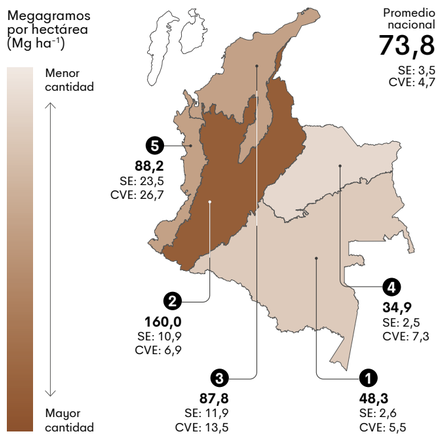
Por su parte, los bosques tropicales de tierras bajas de la Amazonía presentan una rápida descomposición y mineralización de la hojarasca, lo que limita la acumulación de carbono orgánico del suelo (Quesada *et al.*, 2020).

En el caso de los bosques del Caribe y el Pacífico, que presentan los menores valores de COS, se observa que los coeficientes de variación son elevados. Por esta razón, estos valores deben interpretarse con cautela, dada la incertidumbre asociada con las estimaciones.

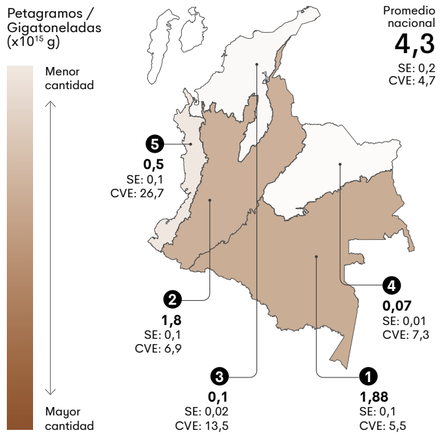
↓

Figura 83.
Carbono orgánico del suelo en coberturas boscosas

Carbono orgánico del suelo en coberturas boscosas



Total de carbono orgánico del suelo acumulado en coberturas boscosas



1 Amazonía
2 Andes
3 Caribe
4 Orinoquía
5 Pacífico

*SE: Error estándar
CVE: Coeficiente de variación estimado



Condición de los individuos (forma y daños)

La sanidad de los bosques se evaluó con dos aspectos: las deformaciones físicas del tronco (fustes acanalados, inclinados, irregulares o con raíces tablares) y los tipos de daño (físico, mecánico y biológico). Los resultados son preliminares y se concentran en la Amazonía, que registra más individuos con irregularidades simplemente porque es la región con más individuos medidos.

El daño más frecuente es el físico, sobre todo los quiebres del fuste. Le siguen los daños mecánicos, como heridas y grietas, y por último los biológicos, como pudriciones o malformaciones. Estas irregularidades pueden favorecer el ataque de insectos y hongos y afectar el volumen maderable y la biomasa. Las deformaciones en la base del tronco, además, obligan a medir el diámetro a una altura mayor de 1,30 m, por lo que los resultados deberían orientar mejores técnicas de medición.

La Amazonía presenta la mayor incidencia de daños biológicos con 802 registros, seguida por los Andes con 299. Estos datos deben robustecerse con los nuevos ciclos de implementación, para dar un adecuado análisis de la sanidad de los bosques.

7.781

individuos con raíces tablares en la Amazonía, el mayor registro de una sola categoría

Condición de los individuos (forma y daños)

Los agentes bióticos (insectos, patógenos y plantas parásitas) pueden afectar considerablemente la cantidad y la calidad de los volúmenes maderables, la biomasa acumulada y el desarrollo sucesional de un bosque (Nair, 2007).

En los bosques tropicales, los barrenadores, los defoliadores y los hongos tienen efectos ecológicos que, en ocasiones, son subestimados en los inventarios forestales. Por ello, integrar la evaluación de la sanidad en estos inventarios permite establecer líneas base para evaluar la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático (Wingfield *et al.*, 2015).

Si bien es necesario profundizar en estos análisis para obtener más indicadores sobre la sanidad de los bosques naturales colombianos, de manera preliminar se presenta la evaluación realizada en el IFN, referida a dos aspectos:

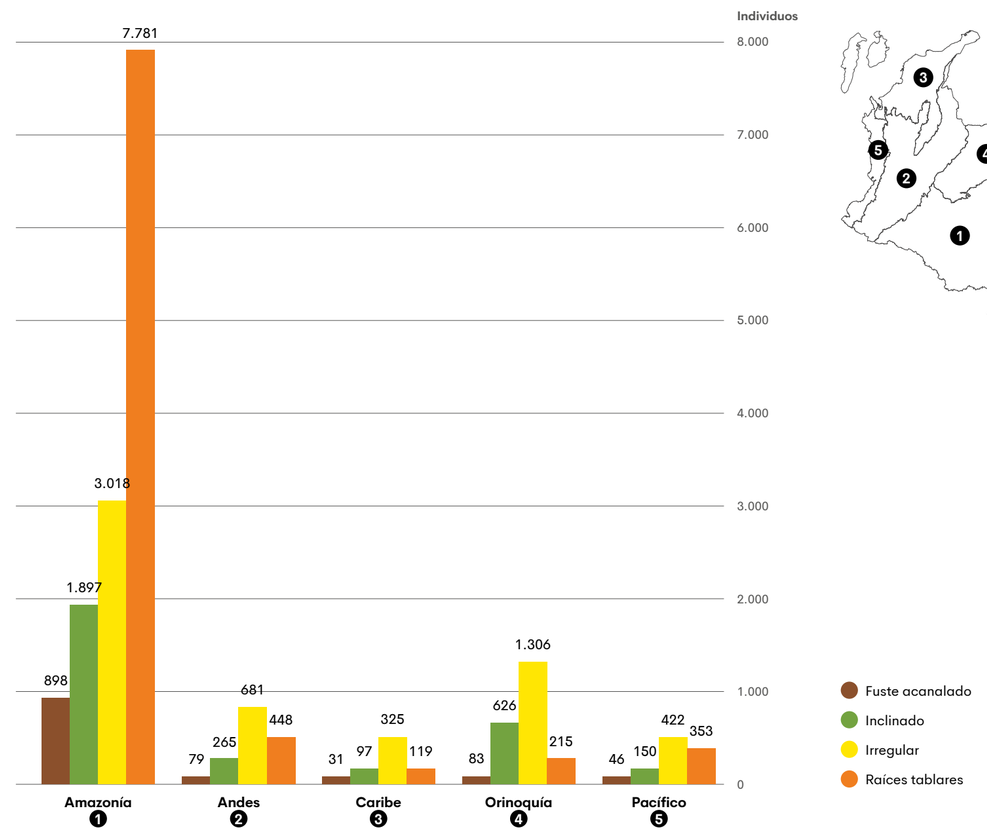
- Las deformaciones físicas.
- Los tipos de daños evidenciados en los individuos registrados.

En la Figura 84 se presentan los resultados regionales correspondientes a las condiciones físicas de los individuos que muestran algún grado de irregularidad en el tronco, como fustes acanalados, inclinados o irregulares, o presencia de raíces tablares.

La Amazonía, al concentrar la mayor cantidad de individuos, tiende a presentar también la mayor cantidad de registros de individuos con algún grado de irregularidad en el tronco (Figura 84), mientras que en las demás regiones el comportamiento es similar.

Según Cailliez (1980), en los bosques tropicales con una gran cantidad de individuos es común encontrar árboles que presentan algún tipo de deformación en la base del tronco (gambas, acanaladuras, etc.), lo que obliga a medir el diámetro a una altura superior a 1,30 m. Por tanto, estos resultados deben contribuir al planteamiento de mejores técnicas para la medición de individuos con este tipo de irregularidades.

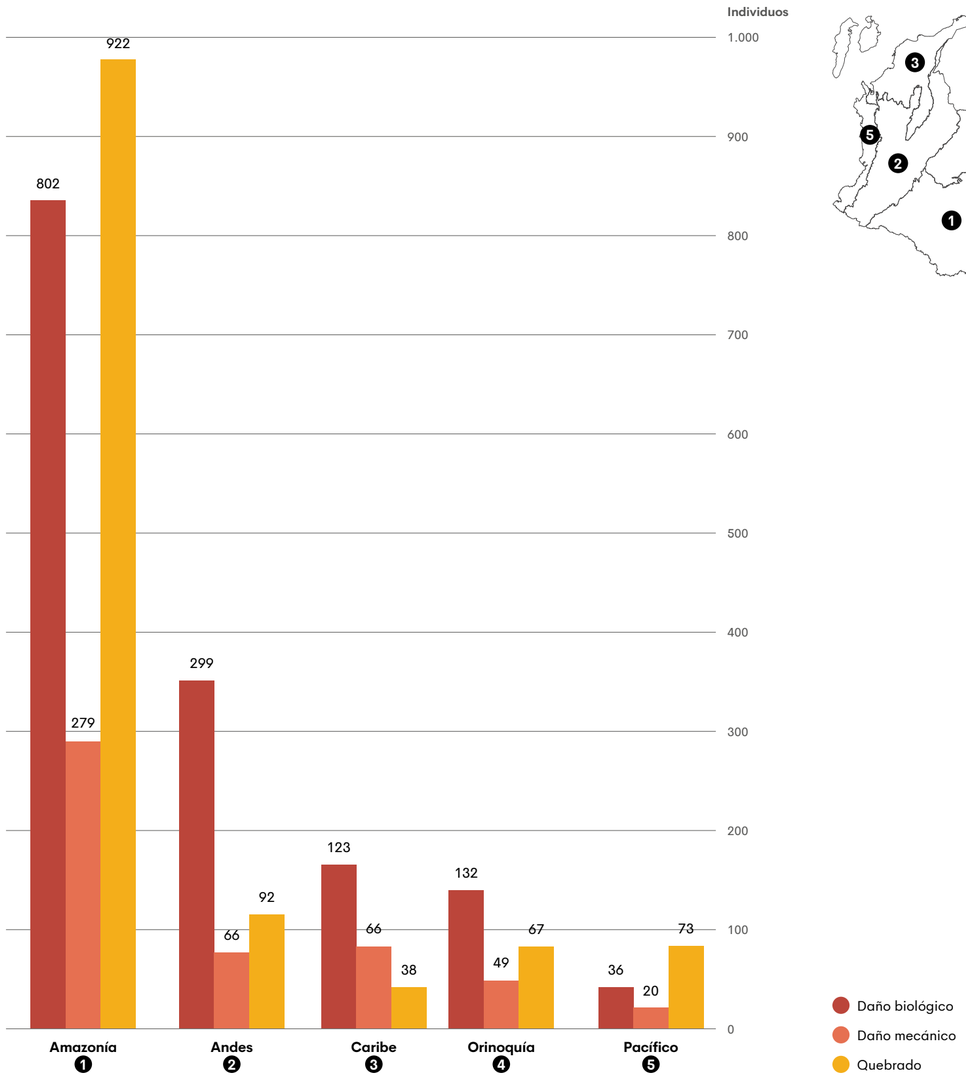
↓
Figura 84.
Cantidad de individuos por región biogeográfica, con fustes acanalados, inclinados, irregulares y raíces tablares



Por otra parte, en cuanto al tipo de daño registrado, en la Figura 85 se observa que la mayor afectación corresponde a daños físicos, ya que la mayoría de los individuos afectados presenta fracturas estructurales (quiebres). Le siguen los daños mecánicos, como heridas en la corteza, grietas o rajaduras que afectan la estructura del individuo, y, por último, las alteraciones biológicas, como pudriciones causadas por insectos u hongos y malformaciones.

Asimismo, una mayor cantidad de individuos incrementa la probabilidad de que se presenten daños mecánicos causados por la caída de ramas y árboles contiguos. Estos daños pueden favorecer el ataque de agentes bióticos, lo que contribuye a una mayor frecuencia de irregularidades y defectos en los fustes.

↓
Figura 85.
Cantidad de individuos por región biogeográfica con presencia de algún tipo de daño biológico o mecánico en el tronco



7

Análisis integral de resultados de diversidad

Con 5.002.025 m² de cobertura efectiva de muestreo (7.075 subparcelas y 1.415 conglomerados), el IFN es uno de los estudios más completos sobre diversidad forestal del país. La Amazonía y los Andes reúnen la mayor parte de la riqueza, con el 57,14 % y el 41,80 % de las especies respectivamente. La Orinoquía ilustra que más individuos no significan más diversidad: aporta bastantes registros, pero con pocas especies dominantes.

Aun cuando la región Andina no ocupa el primer puesto en términos de superficie de bosques naturales y está altamente intervenida, su configuración fisiográfica y climática la ubica como un enclave de la diversidad forestal nacional, debido a su elevada singularidad y endemismos, que revelan su importancia para la conservación.

El Pacífico presenta la menor riqueza y la menor representatividad según el estimador Chao1, y sus resultados deben leerse con cautela por la poca muestra y las dificultades de acceso e identificación. Los ecosistemas de bosque menos extensos, aunque ocupan poca superficie, concentran endemismos, especies amenazadas y vedadas. Por eso deben considerarse prioritarios al definir acciones de conservación.

76.787
registros levantados a nivel nacional

5.002.025 m²
Área efectiva de muestreo a nivel nacional

La implementación del primer ciclo del IFN constituye uno de los estudios más robustos y completos realizados a escala nacional sobre la diversidad forestal, con una cobertura efectiva de muestreo de 5.002.025 m², correspondiente a 7.075 subparcelas y 1.415 conglomerados.

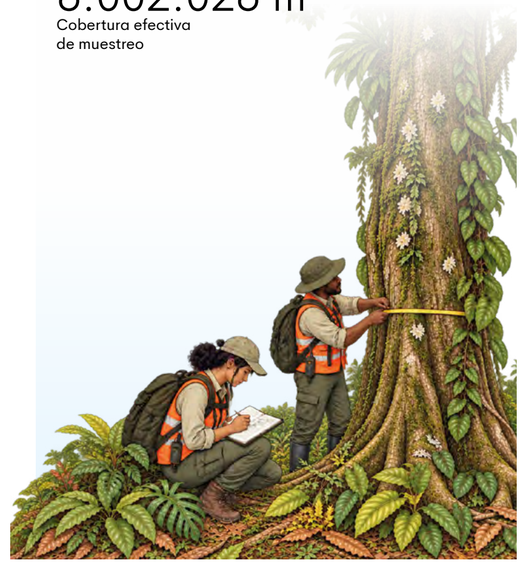
Del análisis conjunto con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia se destaca que el país cuenta con 18 tipos de ecosistemas de bosque. El bosque basal húmedo (BBT) es el más representativo en términos de superficie, con el 67,44 %, y está presente en la Amazonía, la Orinoquía, el Caribe, el Pacífico y los valles interandinos.

Por su parte, el bosque inundable basal ocupa el segundo lugar en superficie a escala nacional, con el 11,92 %, y presenta su mayor extensión en la Amazonía, el Pacífico y la Orinoquía. Estos dos ecosistemas son los de mayor representatividad en Colombia, mientras que los otros tipos de ecosistemas, aunque presentan una extensión comparativamente menor, concentran endemismos, amenazas y especies vedadas, por lo que deben considerarse prioritarios al definir acciones de conservación en el territorio.

A escala nacional se obtuvieron 76.787 registros botánicos distribuidos en las cinco regiones naturales —Amazonía, Andes, Caribe, Orinoquía y Pacífico—, de los cuales el 81,9 % fue determinado a nivel de especie. Este resultado se sustenta en el trabajo articulado con los herbarios asociados, que contribuyó a garantizar la calidad y la alta resolución taxonómica del estudio.

A escala nacional se identificaron 5.047 taxones, de los cuales 3.737 fueron identificados a nivel de especie. La mayor riqueza se registró en la Amazonía (2.884), seguida de los Andes (2.110), el Caribe (892), la Orinoquía (793) y el Pacífico (737).

5.002.025 m²
Cobertura efectiva de muestreo



7.075
subparcelas

1.415
conglomerados

Coberturas más representativas en términos de superficie



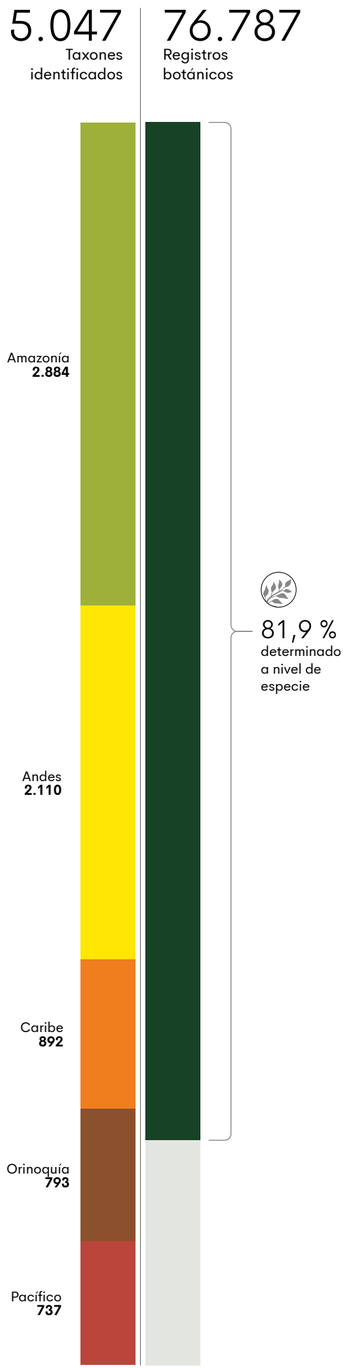
Otras
20,64 %

El bosque basal húmedo
67,44 %

Bosque inundable basal
11,92 %

→ ***Figura 86.***
Representatividad del Inventario Forestal Nacional





Los resultados de diversidad alfa evidenciaron diferencias en la riqueza y el número efectivo de especies entre las regiones biogeográficas. La Amazonía y los Andes concentraron las mayores proporciones de la riqueza registrada, con el 57,14 % y el 41,80 % del total de especies, respectivamente[26]. Sin embargo, ambas regiones presentaron patrones contrastantes: la Amazonía sobresalió por su mayor riqueza absoluta, mientras que los Andes registraron el valor más alto del exponencial de Shannon-Wiener, lo que indica una distribución más equilibrada de las abundancias entre las especies.

Estas diferencias deben interpretarse considerando el número de individuos y de conglomerados evaluados en cada región, debido a que el tamaño de la muestra influye en la probabilidad de registrar especies, especialmente aquellas raras o de baja frecuencia. La Amazonía concentró 485.670 individuos, equivalentes al 63,56 % de la muestra nacional, y el 49,62 % de los conglomerados, mientras que los Andes reunieron 105.981 individuos, correspondientes al 13,87 % del total, y el 18,11 % de los conglomerados. No obstante, la cantidad de individuos no fue proporcional al número de conglomerados en todas las regiones, lo que indica que la abundancia registrada también puede estar relacionada con la densidad de individuos, la estructura de la vegetación, la superficie representada y las condiciones particulares de los bosques.

Las curvas de rarefacción por individuos respaldaron el patrón de riqueza observado.

26. Es importante anotar que se comparten 628 especies que están presentes en ambas regiones

←
Figura 87.
Taxones por región natural y total de registros botánicos

La Amazonía alcanzó 2.884 especies y mantuvo una pendiente positiva hacia el final de la curva, lo que indica que el muestreo se aproxima a la asíntota y que el registro de nuevos individuos podría incorporar especies adicionales, particularmente taxones raros o de baja frecuencia. Los Andes ocuparon el segundo lugar, con 2.110 especies y una rápida acumulación a medida que aumentó el número de individuos. Estos resultados muestran que ambas regiones mantienen los valores más altos de riqueza incluso al analizar la acumulación de especies en función del tamaño de la muestra.

La elevada riqueza de la Amazonía es coherente con la extensión, continuidad y complejidad ambiental de sus bosques húmedos tropicales, donde la diversidad arbórea se relaciona con la heterogeneidad espacial, los tipos de bosque, el clima, los suelos y la historia biogeográfica regional (ter Steege *et al.*, 2023). Sin embargo, una mayor riqueza no implica necesariamente un mayor número efectivo de especies, debido a que algunas especies pueden concentrar una proporción elevada de los individuos, mientras que muchas otras son raras o presentan distribuciones restringidas. Este patrón de hiperdominancia puede explicar por qué la Amazonía, a pesar de registrar el mayor número de especies e individuos, presentó una diversidad efectiva inferior a la de los Andes (ter Steege *et al.*, 2013; Cooper *et al.*, 2024).

En los Andes, el elevado número efectivo de especies y la rápida acumulación registrada en la curva de rarefacción pueden relacionarse con la heterogeneidad ambiental propia de las zonas montañosas. Los gradientes altitudinales, climáticos, topográficos y edáficos generan una amplia variedad de condiciones ecológicas en distancias relativamente cortas, lo que favorece la coexistencia de comunidades diferenciadas y una menor concentración de individuos en pocas especies (Myers *et al.*, 2000; Rahbek *et al.*, 2019; Bañares-de-Dios *et al.*, 2024). De esta manera, aunque los Andes presentaron un número de individuos considerablemente menor que la Amazonía, alcanzaron el mayor exponencial de Shannon-Wiener, lo que confirma que el tamaño de la muestra no determina por sí solo la diversidad efectiva.

El Caribe presentó un patrón particular, pues, aunque registró la menor cantidad de individuos, con 43.851 registros, su curva de rarefacción mostró una riqueza superior a la de la Orinoquía y el Pacífico. Esto indica una incorporación relativamente alta de especies respecto del número de individuos evaluados. La presencia de bosques secos tropicales, ecosistemas estacionales y diferentes formaciones vegetales puede contribuir a esta heterogeneidad florística. Sin embargo, la fuerte fragmentación, la transformación histórica y la presión antrópica sobre los bosques del Caribe también pueden afectar la riqueza y la estructura de las abundancias registradas (González-M. *et al.*, 2018).

En contraste, la Orinoquía registró 82.591 individuos, una cantidad superior a la del Caribe y el Pacífico, pero presentó el menor número efectivo de especies. Este resultado sugiere una mayor concentración de individuos en un conjunto reducido de especies y demuestra que un mayor tamaño de muestra no implica necesariamente una mayor diversidad. Este patrón puede estar relacionado con la predominancia de sabanas, bosques de galería, morichales y otras formaciones arbóreas asociadas con las redes hídricas. Además, una parte importante de la diversidad vegetal de la región corresponde a formas de crecimiento distintas de las arbóreas, por lo que los valores obtenidos también están condicionados por el diseño de muestreo del IFN y por la estructura particular del paisaje regional (Niño *et al.*, 2026).

El Pacífico presentó la menor riqueza en la curva de rarefacción y la representatividad más baja de acuerdo con el estimador Chao1, aunque su diversidad efectiva fue superior a la registrada en la Orinoquía. Esta diferencia indica que, pese a presentar menos especies acumuladas, las abundancias estuvieron distribuidas de manera más equilibrada entre las especies registradas. No obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela debido al menor número de individuos y conglomerados evaluados, las limitaciones de accesibilidad, las dificultades logísticas y la complejidad de la recolección y la determinación taxonómica. Aunque el Pacífico es reconocido por su elevada diversidad vegetal y endemismo, estas condiciones pueden reducir la detección de especies raras y afectar la completitud de los datos del IFN (Pérez-Escobar *et al.*, 2019; Fagua *et al.*, 2021). En conjunto, las curvas de rarefacción y los índices de diversidad muestran que los patrones regionales dependen tanto de la riqueza y la distribución de las abundancias como del número de individuos evaluados y de la representatividad del muestreo.

Los resultados evidencian una alta diversidad beta entre las regiones biogeográficas evaluadas, lo que indica que la diversidad arbórea de Colombia depende no solo de la riqueza registrada dentro de cada región, sino también del recambio en la composición y la abundancia de las especies. En este sentido, cada región aporta combinaciones florísticas particulares al conjunto nacional y contribuye a la integración de la diversidad alfa en la diversidad gamma (Whittaker, 1960; Anderson *et al.*, 2011; Legendre y De Cáceres, 2013). En un territorio ambientalmente heterogéneo como Colombia, este patrón puede estar relacionado con gradientes climáticos, edáficos y altitudinales, así como con la historia biogeográfica y los procesos espaciales que favorecen la conformación de ensamblajes diferenciados (Gentry, 1988; Bañares-de-Dios *et al.*, 2024).

El índice cualitativo de Whittaker presentó valores elevados en todas las comparaciones, lo que refleja una importante sustitución de especies entre regiones. Las mayores diferencias se registraron entre la Amazonía y el Pacífico, aunque las diferencias entre la Amazonía y el Caribe y entre la Amazonía y los Andes también fueron altas, lo que confirma la identidad florística particular de la Amazonía. Por el contrario, la mayor similitud se presentó con la Orinoquía, con la que comparte bosques de transición e inundables.

El índice de Williams complementa este resultado al mostrar diferencias más matizadas en el grado de afinidad entre los ensamblajes, debido a que pondera de manera distinta la riqueza compartida, las especies exclusivas y las diferencias de riqueza. Por tanto, las variaciones entre ambos índices no son contradictorias, sino que representan aproximaciones complementarias al recambio florístico (Vellend, 2001; Baselga, 2010; Anderson *et al.*, 2011).

La singularidad de la Amazonía también fue respaldada por el dendrograma basado en la disimilitud de Bray-Curtis, en el cual su separación respecto de las demás regiones presentó un soporte *bootstrap* del 100 %, con excepción de la Orinoquía, con un *bootstrap* del 84 %. La correspondencia entre los índices cualitativos de Whittaker y Williams y la disimilitud de Bray-Curtis demuestra que la diferenciación amazónica se expresa tanto en la identidad de las especies como en la estructura de sus abundancias. Este patrón puede relacionarse con la extensión y continuidad de sus bosques, la elevada heterogeneidad ambiental, la variedad de condiciones edáficas y su historia biogeográfica (ter Steege *et al.*, 2023).

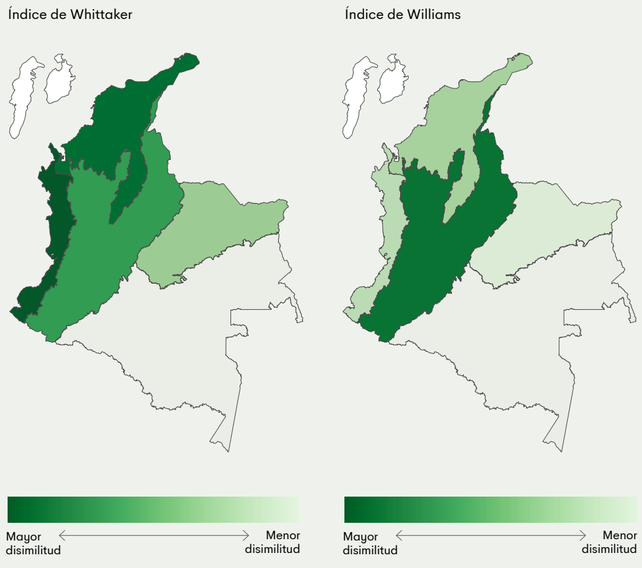
La comparación entre la Amazonía y la Orinoquía presentó una de las menores disimilitudes cualitativas, lo que sugiere una mayor afinidad relativa entre estas regiones frente a otras comparaciones. Esta relación puede estar asociada con su condición de tierras bajas, la ausencia de una barrera geográfica directa, la existencia de zonas de transición y la conectividad mediante sistemas hídricos. Sin embargo, el recambio continuó siendo elevado debido a las diferencias entre los bosques húmedos amazónicos y los paisajes más estacionales de la Orinoquía, caracterizados por sabanas, bosques de galería, morichales y otras formaciones leñosas vinculadas con las redes hídricas (Romero-Ruiz, 2012).

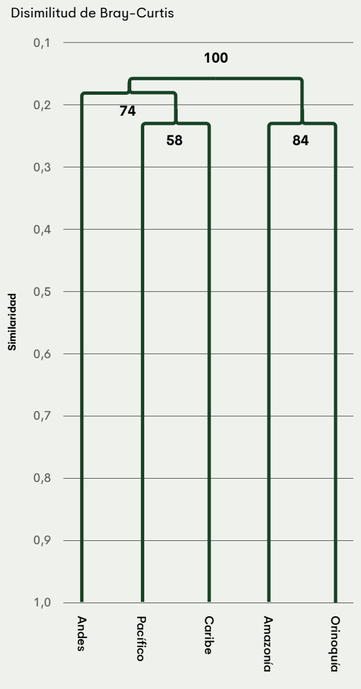
El Caribe y el Pacífico presentaron el menor valor del índice de Whittaker y conformaron el primer agrupamiento del dendrograma, con un soporte *bootstrap* del 58 %, lo que representa una afinidad florística relativa y moderadamente inestable. No obstante, esta proximidad no implica equivalencia florística, dado que el Caribe está dominado por ambientes estacionales, bosques secos y paisajes históricamente transformados, mientras que el Pacífico presenta principalmente bosques húmedos, muy húmedos y pluviales tropicales. Además, las relaciones que involucran al Pacífico deben interpretarse con cautela debido a las dificultades de recolección, homologación e identificación de especímenes, especialmente ante la presencia de especies estrechamente emparentadas y morfológicamente similares, lo que puede modificar las estimaciones de similitud entre regiones.

Los Andes se incorporaron al agrupamiento conformado por el Caribe y el Pacífico, con un soporte *bootstrap* del 74 %, lo que indica una posición moderadamente estable. Esta estabilidad intermedia puede relacionarse con la elevada heterogeneidad interna de los Andes, donde los gradientes de elevación, temperatura, precipitación, topografía y suelos generan cambios florísticos en distancias relativamente cortas. Posteriormente, la Orinoquía se incorporó al conjunto no amazónico con un soporte *bootstrap* del 100 %, reforzando la separación de este grupo. El coeficiente de correlación cofenética de 0,70 confirma que el dendrograma representa adecuadamente las relaciones de disimilitud de la matriz original, aunque la estabilidad de los agrupamientos varía entre regiones.

En conjunto, los patrones observados muestran que las regiones biogeográficas predefinidas capturan una proporción importante de la variación florística, pero no constituyen necesariamente unidades bióticas completamente discretas u homogéneas. Dentro de una misma región pueden existir subregiones o tipos de bosque con composiciones diferenciadas, mientras que áreas pertenecientes a regiones distintas pueden compartir especies debido a la continuidad ambiental, las zonas de transición y el intercambio florístico (Serrano *et al.*, 2018). Estas variaciones también pueden estar determinadas por el clima, la elevación, las condiciones edáficas, la distancia geográfica y las limitaciones en la dispersión (Chain-Guadarrama *et al.*, 2012; Bañares-de-Dios *et al.*, 2022).

↓
Figura 88.
Índices de reemplazo para la región biogeográfica de la Amazonía






Attalea maripa

Los patrones observados muestran que las regiones biogeográficas predefinidas capturan una proporción importante de la variación florística, pero no constituyen necesariamente unidades bióticas completamente discretas u homogéneas. Dentro de una misma región pueden existir subregiones o tipos de bosque con composiciones diferenciadas, mientras que áreas pertenecientes a regiones distintas pueden compartir especies debido a la continuidad ambiental, las zonas de transición y el intercambio florístico.

Desde una perspectiva de conservación, la elevada diversidad beta confirma que ninguna región representa por sí sola la diversidad arbórea del país y que la protección exclusiva de las áreas con mayor riqueza no garantiza la conservación del conjunto florístico nacional. Las estrategias de conservación y manejo deben considerar la complementariedad entre regiones, la variación interna de sus comunidades y la representación de diferentes tipos de bosque. En general, los índices de Whittaker y Williams y el análisis de Bray–Curtis identifican a la Amazonía–Orinoquía como el ensamblaje más diferenciado y estable, mientras que los Andes, el Caribe y el Pacífico presentan relaciones de continuidad sin perder su identidad florística. Asimismo, es necesario fortalecer la recolección de muestras botánicas, la homologación de los registros y la determinación taxonómica, especialmente en el Pacífico y los Andes, para obtener estimaciones más concluyentes sobre la composición de los bosques colombianos.

En cuanto a la diversidad gamma, la riqueza observada de 5.047 especies evidencia que el IFN registró un componente amplio de la diversidad arbórea de Colombia. Sin embargo, el estimador Jackknife de primer orden proyectó una riqueza potencial de 7.997 especies, por lo que el valor observado representaría aproximadamente el 63,1 % de la riqueza proyectada mediante este método. La diferencia de 2.950 especies indica que el conjunto arbóreo potencial podría ser mayor que el registrado directamente en los conglomerados evaluados.

Esta diferencia está relacionada con el funcionamiento del estimador Jackknife de primer orden, basado en la incidencia de las especies que aparecen en una sola unidad de muestreo. Una proporción elevada de especies registradas en pocos conglomerados incrementa la riqueza estimada, debido a que estos registros aportan información sobre la posible presencia de especies no detectadas. En comunidades diversas y espacialmente heterogéneas, las especies raras o de baja incidencia tienen una influencia considerable sobre las estimaciones de riqueza no observada (Colwell y Coddington, 1994; Chao *et al.*, 2014; Chiu, 2023).

No obstante, las 2.950 especies adicionales proyectadas no deben interpretarse como un número exacto de especies ausentes del inventario ni como taxones necesariamente desconocidos para la ciencia. Esta diferencia constituye una inferencia estadística que puede incluir especies conocidas que no fueron registradas en las unidades evaluadas, especies de distribución restringida y taxones asociados con ambientes poco representados. También puede incorporar variaciones relacionadas con la distribución desigual del muestreo, la heterogeneidad florística regional y los procesos de identificación y homologación taxonómica.

La incertidumbre de la estimación se refleja en las réplicas de remuestreo, cuya media fue de 5.128 especies y cuya desviación estándar alcanzó 1.706 especies. Esta dispersión muestra que la riqueza proyectada fue sensible a los conglomerados incluidos en cada repetición. Asimismo, la diferencia entre la media de las réplicas y la estimación puntual de 7.997 especies indica que este último valor no debe considerarse una cifra definitiva, sino una aproximación al conjunto potencial de especies bajo la estructura de incidencia observada.

Esta variabilidad es esperable cuando existen numerosas especies restringidas a pocas unidades de muestreo y grandes diferencias en la composición entre sitios. Los estimadores no paramétricos dependen de la frecuencia de las especies raras y pueden presentar inestabilidad cuando las probabilidades de detección son muy heterogéneas. Este patrón es característico de las comunidades arbóreas tropicales, en las que unas pocas especies pueden concentrar una proporción importante de los individuos, mientras que numerosas especies presentan bajas abundancias o distribuciones geográficas limitadas, lo que aumenta la probabilidad de que algunos taxones no sean detectados incluso con un esfuerzo de muestreo considerable (Cazzolla Gatti *et al.*, 2022; Cooper *et al.*, 2024).

Las 5.047 especies observadas representan, además, una proporción importante de las 5.868 especies de árboles conocidas para Colombia reportadas por López–Gallego y Morales–Morales (2023). Sin embargo, esta comparación debe realizarse con cautela debido a posibles diferencias en el alcance taxonómico, los criterios empleados para definir una especie arbórea y la actualización de la nomenclatura científica. Por ello, que Jackknife 1 proyecte una riqueza superior al número actualmente conocido no significa necesariamente que existan más de dos mil especies aún por describir, pues parte de la diferencia puede estar asociada con la sensibilidad del estimador a las especies de baja incidencia y con la heterogeneidad espacial de los datos.

Desde una perspectiva de conocimiento florístico y conservación, los resultados indican que las especies observadas constituyen una base sólida para caracterizar la diversidad arbórea nacional, aunque todavía pueden existir vacíos de representación. Estos vacíos podrían concentrarse en áreas de difícil acceso, ecosistemas poco evaluados, zonas de transición y regiones con elevada complejidad taxonómica.



Weinmannia rollottii



Cyathea lockwoodiana

El fortalecimiento del muestreo en estos sectores, junto con la revisión de las colecciones botánicas, la homologación de los registros y la actualización de las determinaciones taxonómicas, permitiría reducir la incertidumbre de las estimaciones.

En conjunto, el estimador Jackknife de primer orden sugiere que el IFN registró una proporción considerable, aunque posiblemente incompleta, de la riqueza arbórea potencial del país. La diferencia entre la riqueza observada y la estimada refleja principalmente la elevada frecuencia de especies registradas en pocas unidades y la heterogeneidad florística entre conglomerados. No obstante, la dispersión obtenida en el remuestreo evidencia incertidumbre en la proyección, por lo que las 7.997 especies deben interpretarse como una estimación potencial condicionada por los datos, la cobertura del inventario y el método empleado, y no como el tamaño definitivo del conjunto arbóreo nacional.

En síntesis, los resultados muestran que la diversidad arbórea de Colombia está determinada por la combinación de una alta riqueza regional, una elevada proporción de especies raras, la heterogeneidad ambiental y el recambio florístico entre regiones.

Aunque ninguna región representa por sí sola la diversidad nacional, los Andes presentan una distribución más equilibrada de la abundancia entre sus especies, aun cuando su riqueza específica es menor que la registrada en la Amazonía. Esto se traduce en mayores niveles de equitatividad y permite destacar a esta región como un enclave de la diversidad forestal nacional, debido a su elevada singularidad y sus endemismos, que revelan su importancia para la conservación (Rangel, 2015).

En este contexto, es importante enfatizar que las estrategias de conservación deben considerar la complementariedad florística y la variación interna de todas las regiones naturales colombianas. Asimismo, es necesario continuar fortaleciendo el muestreo en áreas poco representadas, la recolección de muestras botánicas y la determinación taxonómica, particularmente en el Pacífico, con el fin de reducir la incertidumbre y mejorar la caracterización de la diversidad arbórea del país.

→
Figura 89.
Recomendaciones para la priorización de estrategias

1
Monitoreo periódico



Implementar las remediciones del segundo ciclo del IFN para detectar tendencias poblacionales de las especies amenazadas, en línea con las exigencias de reporte ante la CITES.

2
Planes de manejo de especies amenazadas



Formular planes que incluyan acuerdos de uso sostenible con las comunidades locales, vedas de aprovechamiento y programas de propagación *ex situ*.

3
Fortalecimiento del control CITES



Utilizar los datos de localización del IFN para alimentar el sistema de cuotas de aprovechamiento de Cyatheaceae, *Cedrela*, *Swietenia* y *Dalbergia*, y facilitar el rastreo de madera en los procedimientos aduaneros.

4
Áreas protegidas e incentivos



Priorizar los conglomerados del IFN con mayor densidad de especies amenazadas (Andes, Caribe y Pacífico) para la ampliación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales en predios privados.

5
Planes de ordenación forestal



Continuar armonizando los planes de ordenación y manejo forestal con la metodología del IFN, a fin de obtener datos consistentes y anidados que permitan profundizar en el conocimiento de los bosques naturales a escalas locales.

Aproximación a los usos de las especies forestales en las regiones de Colombia

| 8.1. Región de la Amazonia. P. 150 | 8.2. Región Caribe. P. 152 |
| 8.3. Región Pacífica. P. 154 | 8.4. Región de la Orinoquia. P. 156 | 8.5. Región de los Andes. P. 158 |

Los bosques proveen múltiples servicios tanto al ecosistema como al ser humano, siendo entre estos, el de provisión (maderas, leña, frutos, etc.) uno de los más importantes. Por esto, y aun cuando esta variable no es medida en los operativos de campo (ya que requeriría un manejo especial con las comunidades locales), se presenta una aproximación al uso de algunas de las especies descritas en el IFN, como un marco de referencia para desarrollar modelos bioeconómicos que fomenten el manejo forestal sostenible.

10
categorías de uso identificadas para las especies analizadas

Como se evidencia en los resultados del primer ciclo de implementación del Inventario Forestal Nacional, los bosques naturales colombianos albergan una importante diversidad de especies, representada en su alta abundancia, dominancia y frecuencia registrados en los conglomerados establecidos en los distintos ecosistemas.

La identificación de las especies es un elemento esencial del IFN, por lo que cada levantamiento en campo está acompañado de una colección botánica de respaldo, que posteriormente es validada por un herbario certificado, donde se determina la especie, se registra su nombre científico y se documentan otras características.

No obstante, aunque el uso potencial de las especies para la prestación de servicios ecosistémicos no constituye una variable del IFN, su conocimiento es fundamental para proponer alternativas económicas basadas en los recursos forestales que beneficien a las comunidades locales y promuevan el manejo sostenible del bosque, en el marco de la bioeconomía. En la Figura 90 se muestran las categorías de uso de las cinco especies más importantes a escala nacional, identificadas a partir del índice de valor de importancia (IVI) para el total de conglomerados del IFN (1.415 conglomerados).

Con el fin de ofrecer una primera aproximación a su uso potencial, se seleccionaron algunas especies de árboles, palmas y helechos de cada región natural que cuentan con soportes documentales sobre sus usos en las siguientes categorías: alimento, artesanías, biotecnología, cultural, ecológico, energético, maderable[27], construcción, medicinal y ornamental[28]. Estas especies y sus usos se describen a continuación.

27. Se refiere al uso que se le da a la madera para fabricación de muebles, ebanistería, carpintería y producción de papel.
28. Para ampliar información respecto al uso por especie, consultar el Anexo X a este documento.



1

Cabari macrocarpa
(Fabaceae)

Aprovechamiento maderable y tradicional

- Combustible (leña)
- Construcción y ebanistería

Usos medicinales y fitoquímicos

- Actividad antifúngica
- Actividad antibacterial



2

Eschweilera coriacea
(Lecythidaceae)

Importancia ecológica

- Biodiversidad
- Distribución de especies

Propiedades farmacológicas

- Bioactividad
- Fitoquímica

Aplicaciones modernas

- Horticultura
- Cultivo comercial

Aplicaciones tradicionales

- Conocimiento indígena
- Etnobotánica

→ ***Figura 90.***
Usos, propiedades y aplicaciones de las cinco especies más importantes a escala nacional



3

Oenocarpus bataua
(Arecaceae)

Aplicaciones

- Antiinflamatorio
- Hipoglucemiante
- Fármaco no clasificado
- Extracto vegetal

Fitoquímica

- Flavonas C-glicosiladas
- Compuestos fenólicos

Actividad biológica

- Actividad antimalárica
- Actividad antioxidante



4

Iryanthera hostmannii
(Myristicaceae)

Propiedades fitoquímicas

- Toxicidad
- Alcaloides
- Flavonoides

Usos tradicionales

- Aplicaciones medicinales
- Importancia cultural

Usos farmacológicos

- Actividad antiviral
- Actividad antibacterial

* Usos reportados principalmente a nivel de género (Iryanthera).



5

Tapirira guianensis
(Anacardiaceae)

Actividades biológicas

- Inducción de apoptosis
- Inhibición de la angiogénesis

Propiedades fitoquímicas

- Técnicas de fraccionamiento
- Contenido de polifenoles

Usos medicinales

- Propiedades antimaláricas
- Actividad antioxidante

Amphirrhox longifolia



8.1 Región de la Amazonía

Dentro de las especies evaluadas por el IVI en la región sobresale la *Oenocarpus bataua* que presenta el mayor número de usos documentados: alimenticios (sus frutos son utilizados en la preparación de bebidas y alimentos, tanto para humanos como para animales), medicinales, el aceite extraído de sus frutos es empleado tradicionalmente para tratar afecciones respiratorias y cutáneas, cosmético, construcción (sus hojas son empleadas en techos y el tronco en construcciones) y artesanías (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia – SiB Colombia, s. f.).

Destaca también la *Eperua leucantha*. Sus usos, aun cuando más restringidos, están ligados a la construcción y la ebanistería, atendiendo a las características de su madera, pesada, densa y de alta resistencia y durabilidad, que favorecen su empleo en aplicaciones estructurales (construcción de casas, puentes, postes y vigas) y trabajos de carpintería (Nascimento *et al.*, 2026).

Por su parte, *Eschweilera coriacea* presentó usos maderables y energéticos, siendo empleada tanto para la fabricación de pisos (Pereira *et al.*, 2010) como para leña, además de registrar aplicaciones medicinales asociadas al tratamiento de dolor de estómago y diarrea (Instituto Humboldt, s. f.).

De manera similar, *Cabari macrocarpa* y *Micrandra spruceana* mostraron una marcada tendencia hacia usos maderables; la primera es reconocida por la resistencia y durabilidad de su madera, utilizada en postes, vigas y otras construcciones locales, mientras que *M. spruceana* es aprovechada principalmente en mueblería (Giraldo *et al.*, 2013; PROMPEX *et al.*, 2004).

Aun cuando en esta región la mayor parte de las especies señalan algún uso medicinal, se destaca la *Cabari macrocarpa*, cuya corteza es utilizada tradicionalmente para aliviar el picor y tratar enfermedades como la malaria (Ramírez *et al.*, 2017). En la Figura 91, se observa una representación gráfica de las categorías de uso identificadas para la región.

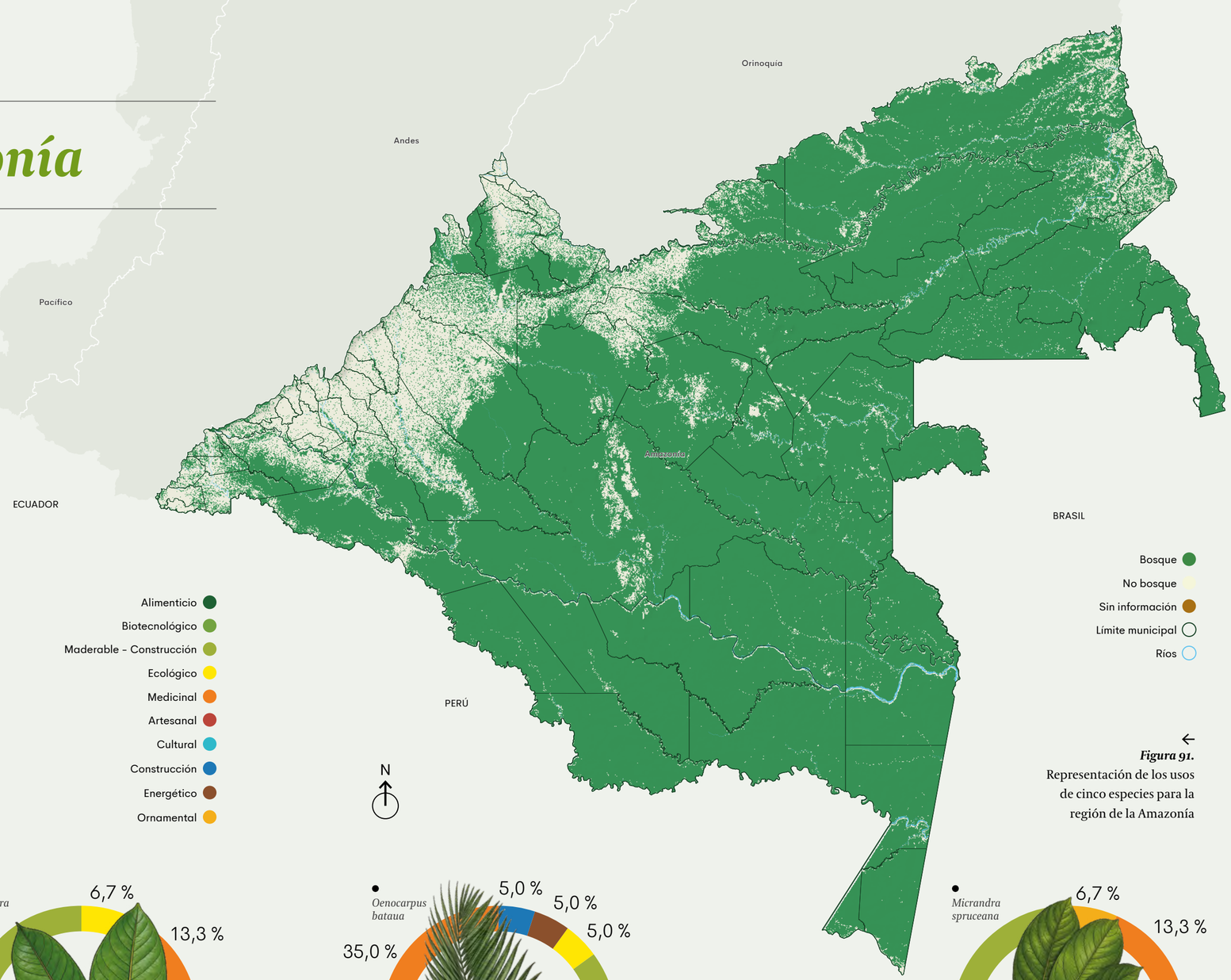
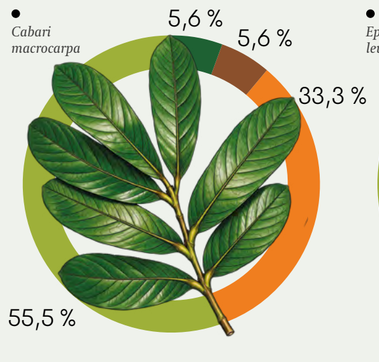
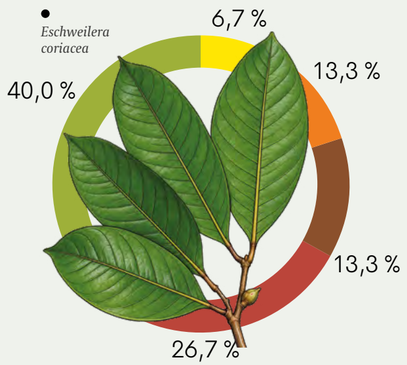
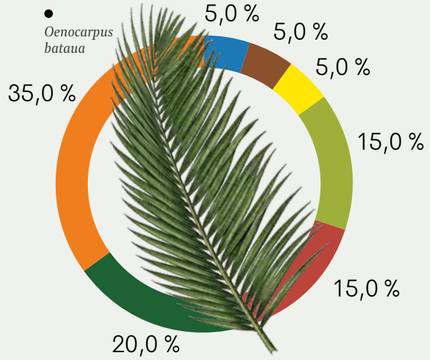


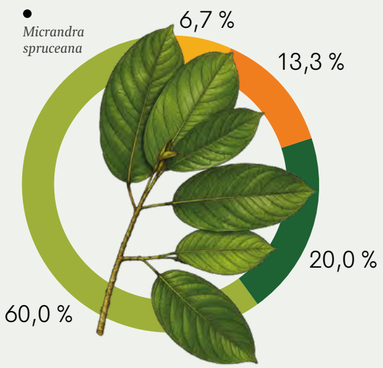
Figura 91.
Representación de los usos de cinco especies para la región de la Amazonía



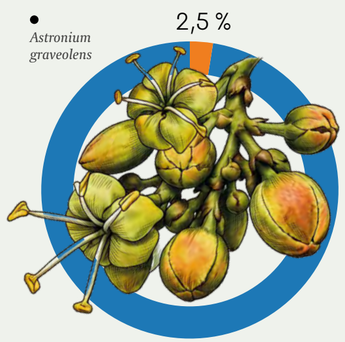


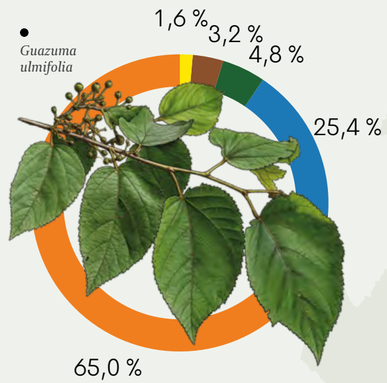


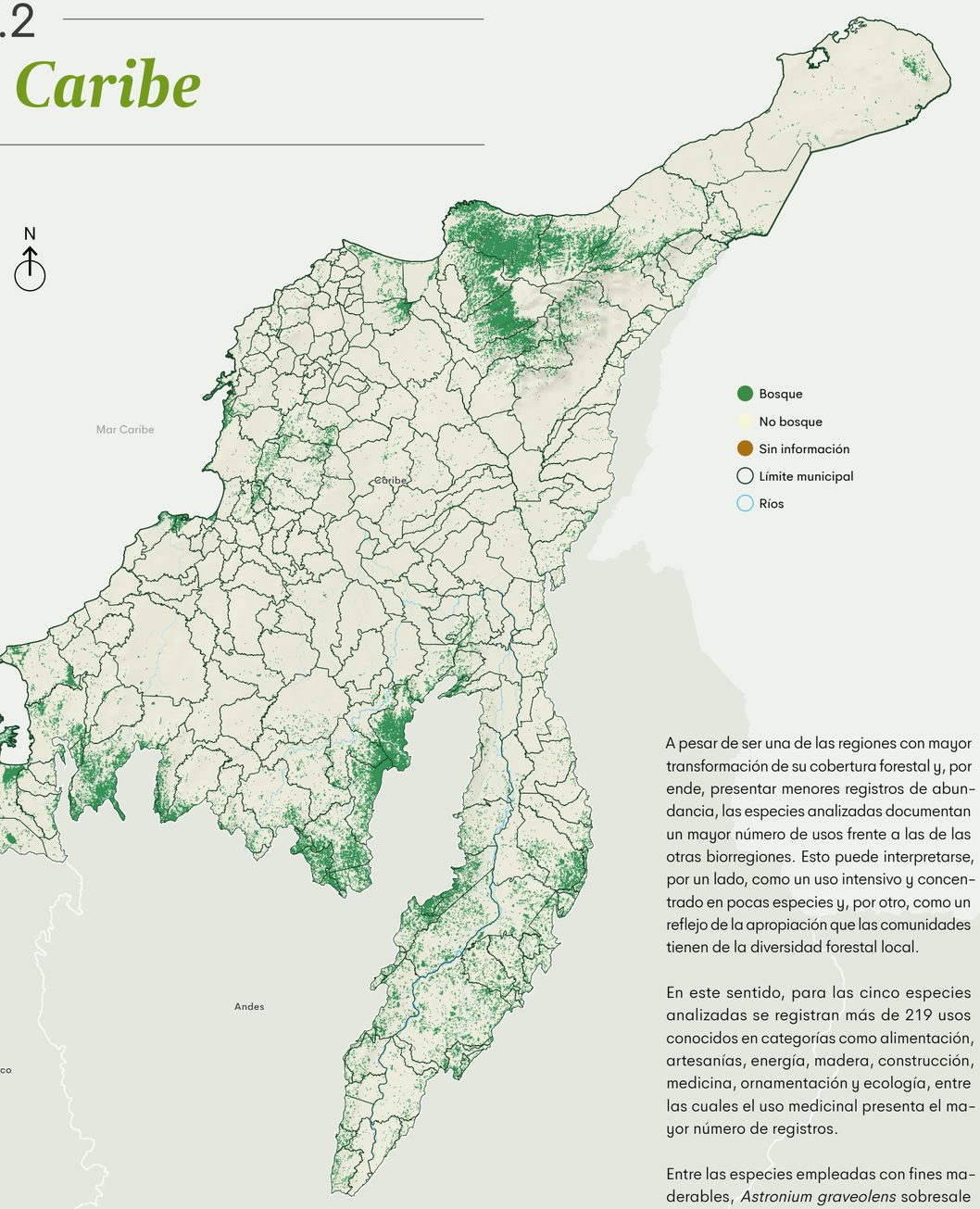


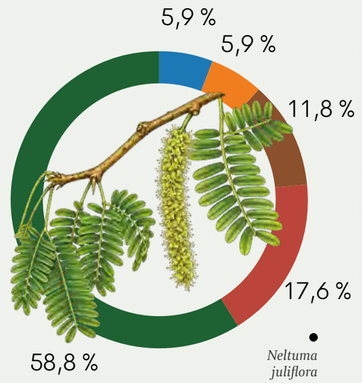


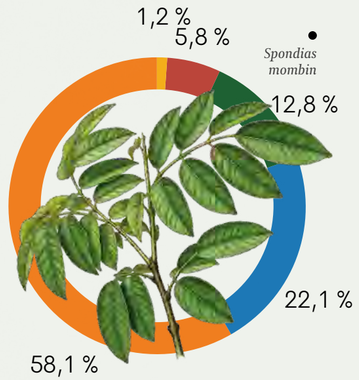
8.2 Región Caribe











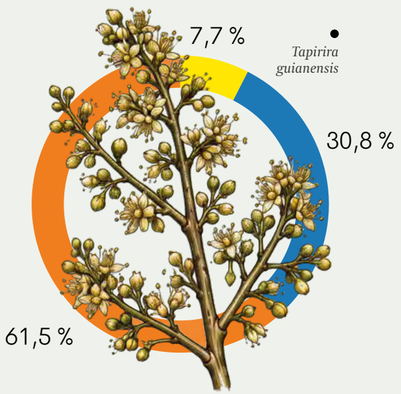


Figura 92.
Representación de los usos de cinco especies para la región Caribe

A pesar de ser una de las regiones con mayor transformación de su cobertura forestal y, por ende, presentar menores registros de abundancia, las especies analizadas documentan un mayor número de usos frente a las de las otras bioregiones. Esto puede interpretarse, por un lado, como un uso intensivo y concentrado en pocas especies y, por otro, como un reflejo de la apropiación que las comunidades tienen de la diversidad forestal local.

En este sentido, para las cinco especies analizadas se registran más de 219 usos conocidos en categorías como alimentación, artesanías, energía, madera, construcción, medicina, ornamentación y ecología, entre las cuales el uso medicinal presenta el mayor número de registros.

Entre las especies empleadas con fines maderables, *Astronium graveolens* sobresale por la calidad y resistencia de su madera, utilizada en construcciones pesadas y acabados decorativos (Corantioquia, 2008).

Asimismo, *Spondias mombin* registra aplicaciones maderables relacionadas con la carpintería y las cercas vivas (Ayoka *et al.*, 2008; Pacheco-Chacón *et al.*, 2026). También se documenta que las ramas rectas de *Guazuma ulmifolia* favorecen su aprovechamiento para la fabricación de palos de escoba (Villa-Herrera *et al.*, 2009).

En relación con los usos medicinales, se registra información sobre *Guazuma ulmifolia* para el tratamiento de la diabetes, afecciones gastrointestinales y otros padecimientos tradicionales (Shekhawat, 2021; León, 2022). Sus frutos también se aprovechan para la alimentación del ganado, mientras que sus hojas se emplean en infusión para aliviar afecciones respiratorias como la bronquitis (Bernal *et al.*, 2012).

Asimismo, se mencionan *Spondias mombin*, cuya corteza y hojas se emplean para tratar afecciones como fiebre, tos y estreñimiento (Ayoka *et al.*, 2008; Pacheco-Chacón *et al.*, 2026), y *Tapirira guianensis*, vinculada al tratamiento de enfermedades infecciosas y sangrados (de Oliveira *et al.*, 2022).

Entre las especies de uso forrajero sobresale *Neltuma juliflora*, cuyas vainas son reconocidas por su alto valor nutritivo y bajo costo (Sawal *et al.*, 2004). Aunque *Spondias mombin* también registra usos artesanales, en esta categoría destaca *Prosopis juliflora*, cuyas semillas se emplean en la elaboración de artesanías como collares, aretes y manillas (Mendoza *et al.*, 2012).

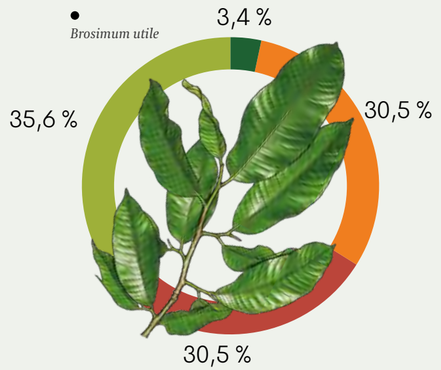
Alimenticio
Biotecnológico
Maderable - Construcción
Ecológico
Medicinal
Artesanal
Cultural
Construcción
Energético
Ornamental

8.3 Región Pacífico

Atendiendo a la dinámica cultural que caracteriza a esta región, en la que el aprovechamiento forestal constituye uno de los principales renglones económicos, el uso predominante de las especies está asociado con la producción de madera y productos derivados. *Brosimum utile, Terminalia amazonica* y *Symphonia globulifera* ejemplifican este tipo de utilización (Figura 93).

Entre ellas destaca *Terminalia amazonica*, que, a pesar de no figurar entre las especies forestales más comercializadas en Colombia, documenta un uso exclusivamente maderable y se emplea en pisos, armazones de barcos, puentes y otras estructuras de alta resistencia (Montero y Kanninen, 2005).

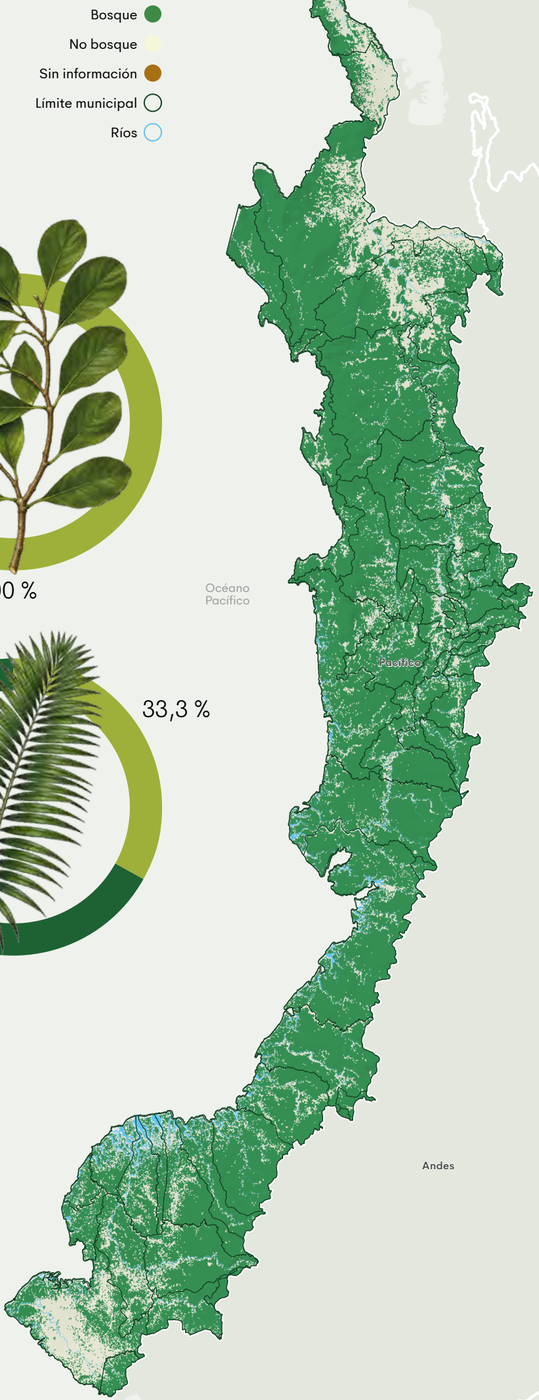
De manera similar, *Symphonia globulifera* exhibe una marcada tendencia hacia usos maderables relacionados con la elaboración de barriles y papel, así como con el sellado de viviendas y botes mediante el uso de su resina (López Camacho y Montero González, 2006; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura *et al.*, 2020). Además, esta especie posee importancia cultural en algunas comunidades, donde se utiliza en rituales asociados con la protección y la apertura de chagras (Cárdenas *et al.*, 2012).





→
Figura 93.
Distribución de usos por especie en la región del Pacífico

- Alimenticio
- Biotecnológico
- Maderable - Construcción
- Ecológico
- Medicinal
- Artesanal
- Cultural
- Energético



Por otra parte, *Brosimum utile*, además de figurar entre las 30 especies más movilizadas a escala nacional[29] (Blanco, 2020), posee una madera apreciada para la fabricación de artículos deportivos, implementos agrícolas y enchapados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura *et al.*, 2020).

También destaca por otros usos menos conocidos, como la fabricación de artesanías, correas, bolsos y abanicos (Castaño-Arboleda *et al.*, 2007).

Asimismo, su látex se ha empleado tradicionalmente para la elaboración de goma de mascar, mientras que la corteza y las hojas se utilizan en tratamientos relacionados con infecciones cutáneas y gastritis (Lima *et al.*, 2013; Organización Internacional de las Maderas Tropicales y CONIF, 2005; Universidad Católica de Oriente, s. f.).

Otra especie destacada por sus usos regionales es *Euterpe oleracea*, cuyos frutos se emplean artesanalmente en la elaboración de jugos y vinos (Montenegro-Gómez y Rosales-Escarria, 2015).

Finalmente, *Pentaclethra macroloba* presenta una importante variedad de aplicaciones medicinales, entre ellas el uso de las hojas contra la viruela. Su madera macerada se emplea, además, como sustancia piscicida[30] (González, 2013). También registra aplicaciones biotecnológicas relacionadas con la actividad larvicida de extractos obtenidos de sus semillas frente a especies como *Helicoverpa zea* y *Aedes aegypti* (Lamarão *et al.*, 2023).

29. Blanco, J. (2020). *Caracterización de las 30 especies forestales maderables más movilizadas en Colombia provenientes del bosque natural*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Unión Europea.
30. *"sustancia que mata peces"*. Proviene de pisci- (pez) y -cida (que mata).

8.4 Región de la Orinoquía

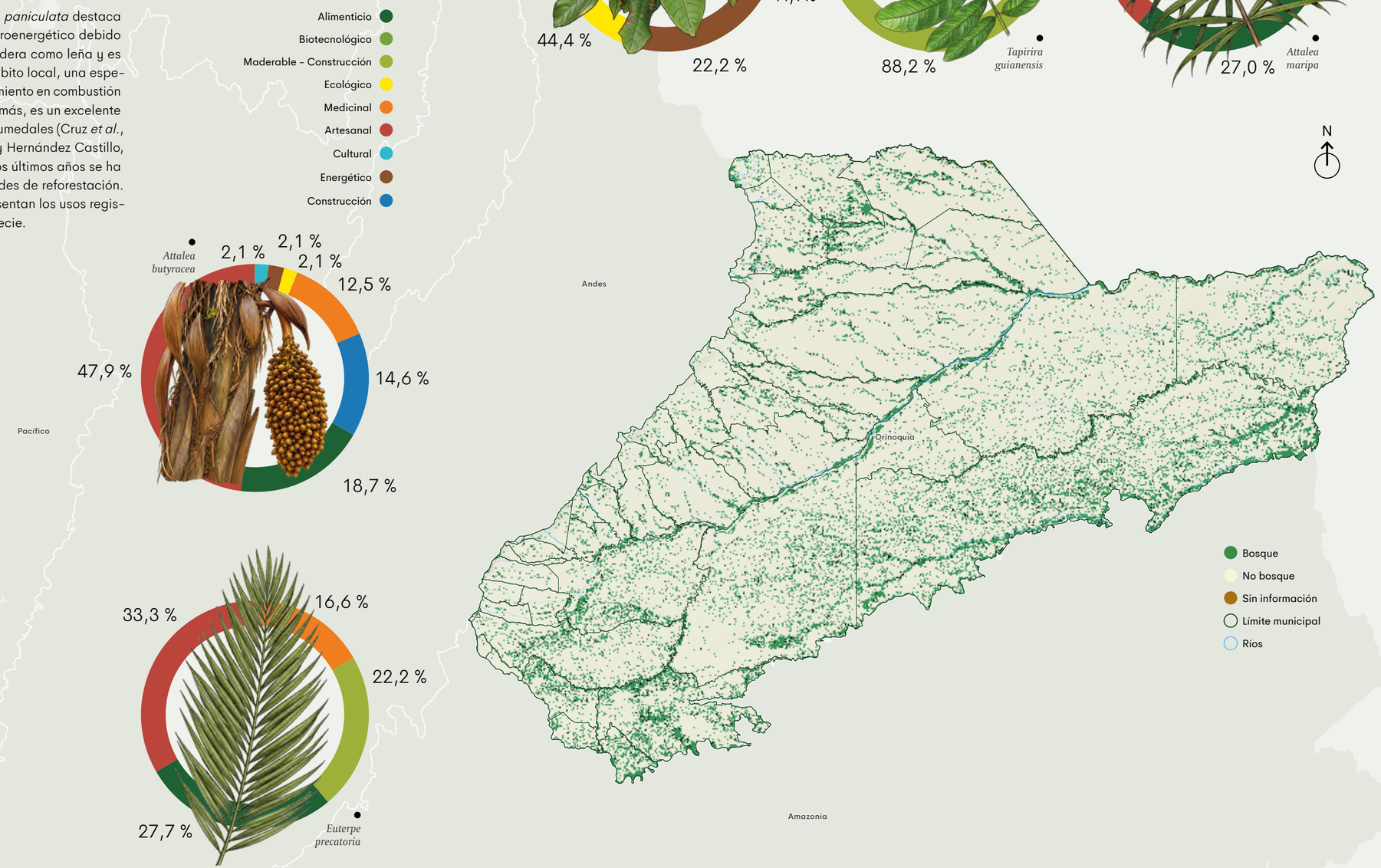
En la Orinoquía, las palmas constituyeron el grupo con mayor versatilidad de aprovechamiento, asociadas principalmente con usos artesanales, alimenticios y ecológicos.

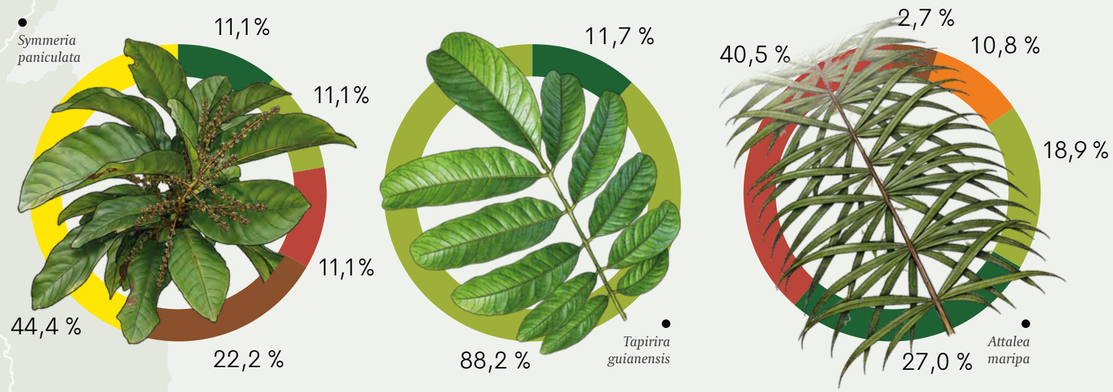
Entre ellas, *Attalea maripa* y *Attalea butyracea* son ampliamente conocidas por su uso artesanal, relacionado principalmente con el aprovechamiento de hojas, fibras y cogollos para elaborar utensilios y objetos de uso cotidiano, como chinchorros, morrales, escobas y otros elementos tradicionales (Mesa y Galeano, 2013; Bernal *et al.*, 2010; Roa Monroy y Durán, 2022). Un uso menos conocido está relacionado con el empleo de sus frutos y savias fermentadas en la elaboración de bebidas tradicionales.

Por su parte, *Euterpe precatoria* (asaí o palma manaca) es una de las especies más conocidas por su uso alimenticio, ya que sus frutos se emplean en la elaboración de jugos, dulces y helados (Isaza *et al.*, 2014). Adicionalmente, sus hojas y semillas se utilizan comúnmente en la elaboración de tejidos, ornamentos y complementos.

Entre las especies maderables de la región sobresale *Tapirira guianensis*, cuya madera liviana se emplea en la fabricación de tableros, paneles y trabajos de marquetería.

Finalmente, *Symmeria paniculata* destaca por su potencial dendroenergético debido a la calidad de su madera como leña y es considerada, en el ámbito local, una especie de excelente rendimiento en combustión (Cruz *et al.*, s. f.). Además, es un excelente indicador natural de humedales (Cruz *et al.*, s. f.; Reyes Motavita y Hernández Castillo, 2023), por lo que en los últimos años se ha empleado en actividades de reforestación. En la Figura 94 se presentan los usos registrados para cada especie.



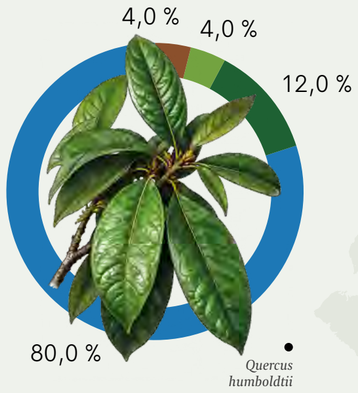


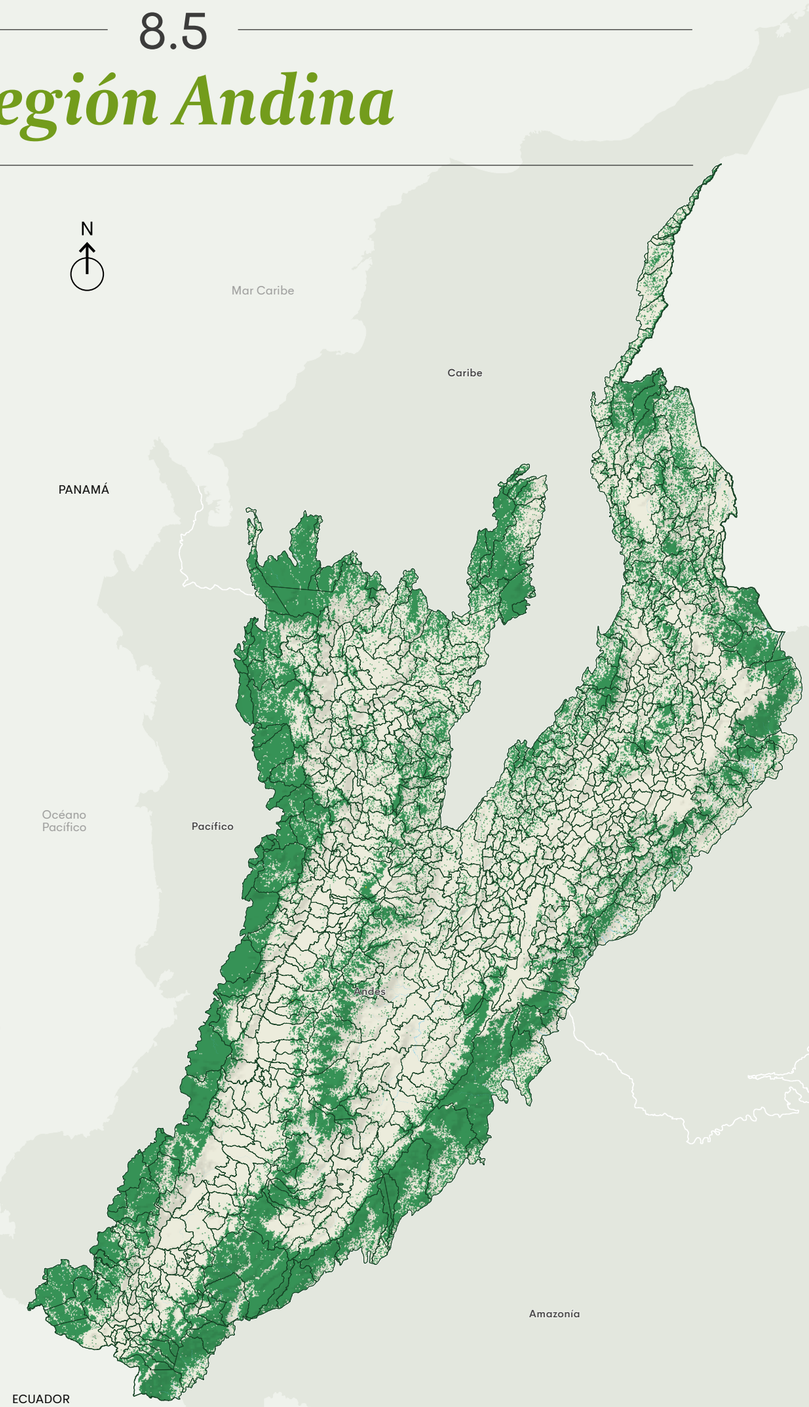
→
Figura 94.
Distribución de usos por especie en la región de la Orinoquía

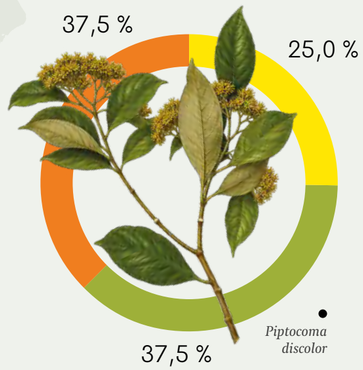
8.5 Región Andina

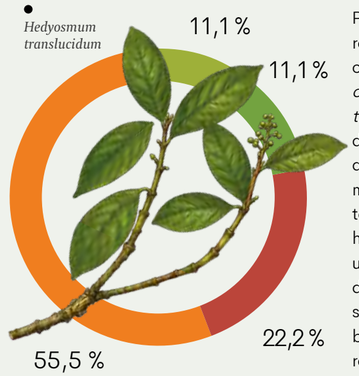
Al igual que en el Caribe, en la región de los Andes se presentan altos índices de reducción de la diversidad forestal, debido, en parte, a la presión antrópica ejercida durante años. No obstante, aún se evidencia una relación muy estrecha entre las comunidades y los recursos forestales, en la que las especies no solo cumplen funciones utilitarias, sino también culturales, medicinales y ecológicas (Figura 95).

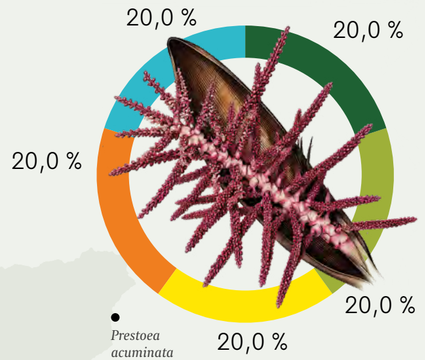
Un ejemplo de ello es *Quercus humboldtii*. Esta especie característica de los bosques altoandinos presentó la mayor cantidad de usos documentados, entre los cuales destaca el maderable, dada la alta densidad y resistencia estructural de su madera, que la hacen apreciada en diferentes procesos industriales, como la fabricación de barriles para el añejamiento de licores (Cárdenas y Salinas, 2007). No obstante, su aprovechamiento va más allá del ámbito forestal convencional, ya que incluso sus residuos, como la hojarasca, han sido investigados por su potencial biotecnológico como sustrato para el cultivo de setas comestibles como *Pleurotus ostreatus* (Vargas Sánchez, 2009).













- Bosque
- No bosque
- Sin información
- Límite municipal
- Ríos

Por otro lado, los usos medicinales fueron especialmente relevantes en especies como *Hedyosmum translucidum* y *Piptocoma discolor*. En el caso de *Hedyosmum translucidum*, las hojas se emplean tradicionalmente en infusiones con bebidas alcohólicas locales para ayudar a dormir, mientras que la diversidad de compuestos presentes en sus aceites esenciales ha despertado interés por su posible uso biotecnológico en investigaciones de bioprospección, particularmente por sus actividades citotóxicas, repelentes y biopesticidas (Zamora-Burbano y Arturo-Perdomo, 2016).

De igual manera, *Piptocoma discolor* ha sido destacada por su efecto antimalárico contra *Plasmodium falciparum* (Valarezo García *et al.*, 2016), así como por su relevancia ecológica en los procesos de regeneración natural, debido a su rápido desarrollo y capacidad de colonización (González *et al.*, 2018).

Algunas especies mantienen una estrecha relación con las tradiciones culturales de las zonas donde se encuentran. *Prestoea acuminata*, por ejemplo, tiene un significado simbólico y nutricional para las comunidades rurales del suroeste de Colombia, donde el palmito se consume durante la Semana Santa como alternativa a la carne (Gamba-Trimiño *et al.*, 2011). Por su parte, *Chaetogastra grossa* es conocida principalmente por su potencial ornamental, gracias al atractivo de sus flores y a su interés para jardines y proyectos de paisajismo (Mendoza, 2006).

- Alimenticio
- Biotecnológico
- Maderable - Construcción
- Ecológico
- Medicinal
- Artesanal
- Cultural
- Construcción
- Energético
- Ornamental

←
Figura 95.
Distribución de usos por especie en la región Andina



Cochlospermum orinocense



9

Huella social y económica del IFN

| 9.1. Participación de las comunidades de territorios colectivos de indígenas, afrodescendientes, campesinos y colonos. P. 163 |
| 9.2. El IFN, generador de empleos y dinamizador de economías territoriales. P. 165 |
| 9.3. Generación de empleos especializados. P. 166 | 9.4. El papel de la mujer en el IFN. P. 167 |
| 9.5. Resultados de la participación de los levantamientos de campo del IFN a nivel de género. P. 168 |
| 9.6. Categorización de empleos profesionales. P. 169 | 9.7. Categorización de empleos coinvestigadores. P. 170 |

El Inventario Forestal Nacional de Colombia se desarrolla en un contexto territorial caracterizado por una alta diversidad ecosistémica y sociocultural, expresada en la confluencia de gradientes biofísicos y dinámicas socioculturales que condicionan directamente las estrategias de acceso, logística y levantamiento de información en campo.

Por lo anterior, y reconociendo la variedad de actores sociales involucrados durante la implementación en campo del IFN, en los siguientes apartados se presenta un análisis diferencial de su participación por grupos de interés.

3.871
número nacional de empleos

9.1

Participación de las comunidades de territorios colectivos de indígenas, afrodescendientes, campesinos y colonos

La presencia de bosques naturales en territorios habitados y gestionados históricamente por comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas implica necesariamente su reconocimiento y participación como actores fundamentales en cualquier proceso que se desarrolle en su interior, por lo que el IFN no es ajeno a esta realidad y estas comunidades se han convertido en agentes fundamentales a lo largo del proceso y en sus distintas fases operativas. En la Figura 96 se presenta la distribución de la propiedad de los bosques.

Adicionalmente, en el trabajo de campo, especialmente en los territorios donde se concentran comunidades afrodescendientes, pueblos indígenas y comunidades campesinas, el reconocimiento de sus particularidades socioculturales tiene implicaciones directas en la implementación del Inventario Forestal Nacional de Colombia.

Así, en los territorios indígenas, el acceso y el desarrollo de las actividades de campo están mediados por estructuras de gobierno propio, protocolos de consentimiento y una relación espiritual con el bosque que exige procesos formales de concertación y respeto por las autoridades tradicionales.

De igual forma, en los territorios colectivos de comunidades afrodescendientes, la gestión para el ingreso a los bosques se realiza a través de los consejos comunitarios, por ser estos la máxima autoridad. En este proceso se reconoce, además, el conocimiento del territorio vinculado con prácticas históricas de uso y ocupación.

En contraste, en las zonas boscosas habitadas por campesinos o colonos, las dinámicas suelen ser más flexibles y se centran en acuerdos individuales o comunitarios, como permisos de ingreso o actas de compromiso.

Estas diferencias configuran distintas formas de interlocución, así como ritmos, tiempos y condiciones específicas para el acceso y la ejecución de las actividades de campo. En este sentido, a partir de los procesos establecidos por el IFN en su guía de socialización, se reconoce la participación de las comunidades y su conocimiento del territorio como elementos clave para adelantar las actividades de levantamiento de información en los bosques naturales colombianos, sin los cuales no sería posible desarrollar un proyecto de esta envergadura.

En la Figura 97 se presentan los principales resultados de los levantamientos del IFN en estas figuras territoriales, entre los que se destaca el muestreo en 81 comunidades indígenas, 48 consejos comunitarios afrodescendientes y 12 zonas de reserva campesina.

En términos del número de conglomerados, se establecieron 84 en territorios colectivos de comunidades negras, ubicados en su mayoría en la región Pacífica (73), donde se encuentra la mayor proporción de comunidades negras con titulación colectiva; seis se ubicaron en la región Andina y cinco, en la región Caribe.

Por su parte, en territorios de propiedad colectiva de los pueblos indígenas se levantaron 470 conglomerados, cuya mayor representación se encuentra en la Amazonía (403), seguida de la Orinoquía (32), el Caribe (16), la región Andina (11) y el Pacífico (8).

Asimismo, en las zonas de reserva campesina se establecieron 32 conglomerados, con una distribución regional más equilibrada: Caribe (13), región Andina (10) y Amazonía (9).


Astronium graveolens
Ideam

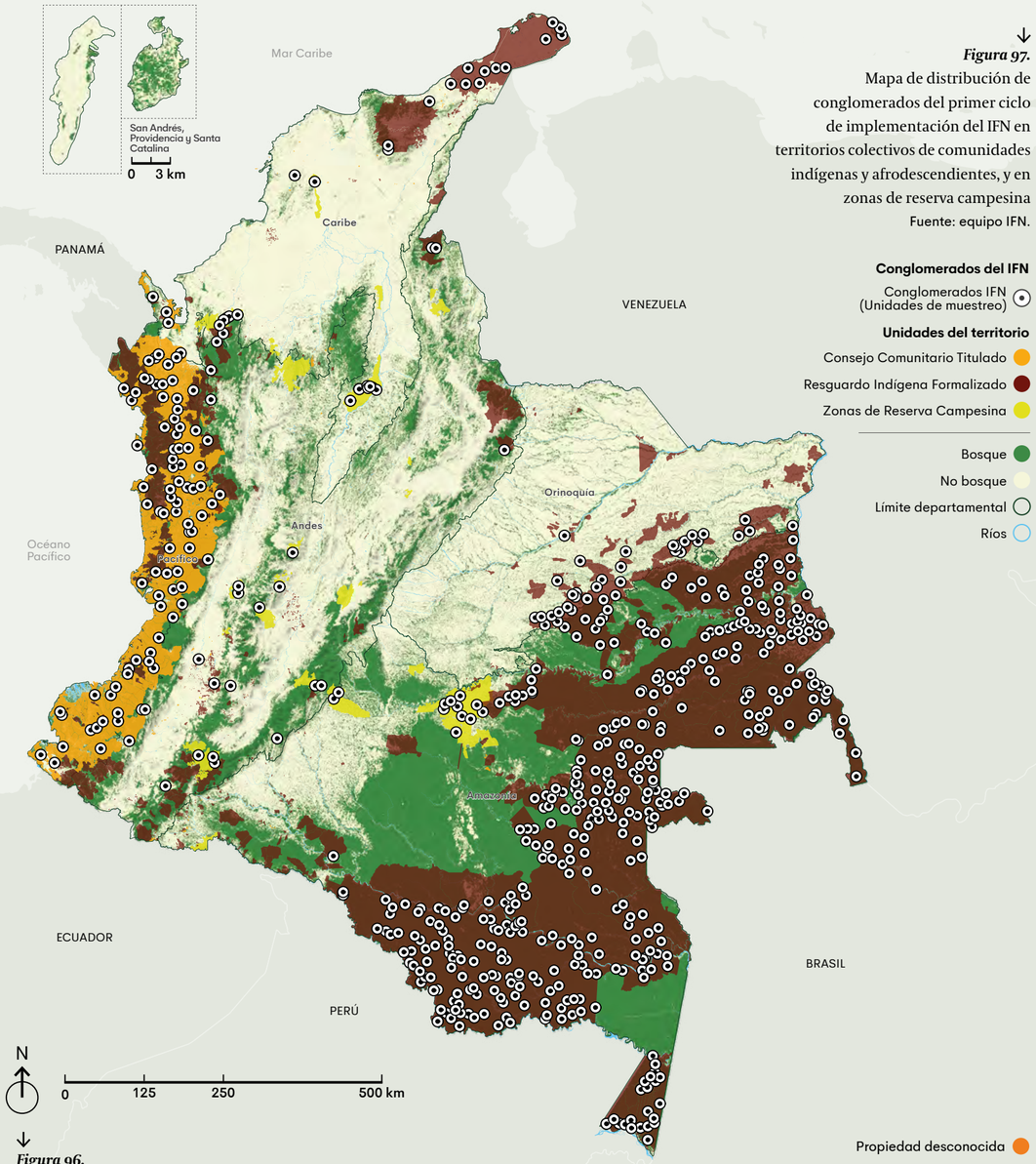


Figura 97.
Mapa de distribución de conglomerados del primer ciclo de implementación del IFN en territorios colectivos de comunidades indígenas y afrodescendientes, y en zonas de reserva campesina
Fuente: equipo IFN.

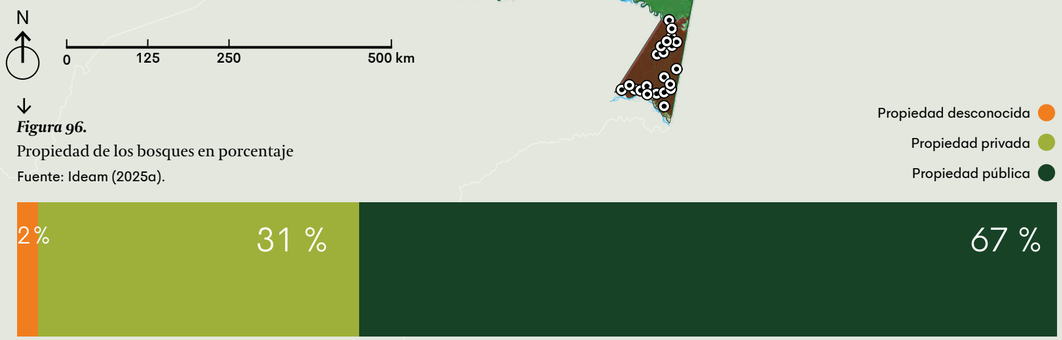


Figura 96.
Propiedad de los bosques en porcentaje
Fuente: Ideam (2025a).

9.2

El IFN, generador de empleos y dinamizador de economías territoriales

Además del fortalecimiento científico y técnico que aporta la información del IFN, su implementación requiere un esfuerzo logístico, operativo, técnico e institucional de gran envergadura, que involucra diversos sectores y genera un efecto multiplicador al dinamizar las economías territoriales mediante la demanda de transporte, alimentación, alojamiento y servicios logísticos.

En este contexto, la contratación directa de personal —mano de obra calificada y no calificada—, así como la generación de empleo indirecto mediante la adquisición de bienes y servicios, constituyen importantes aportes del IFN a las economías de las comunidades donde se desarrolla.

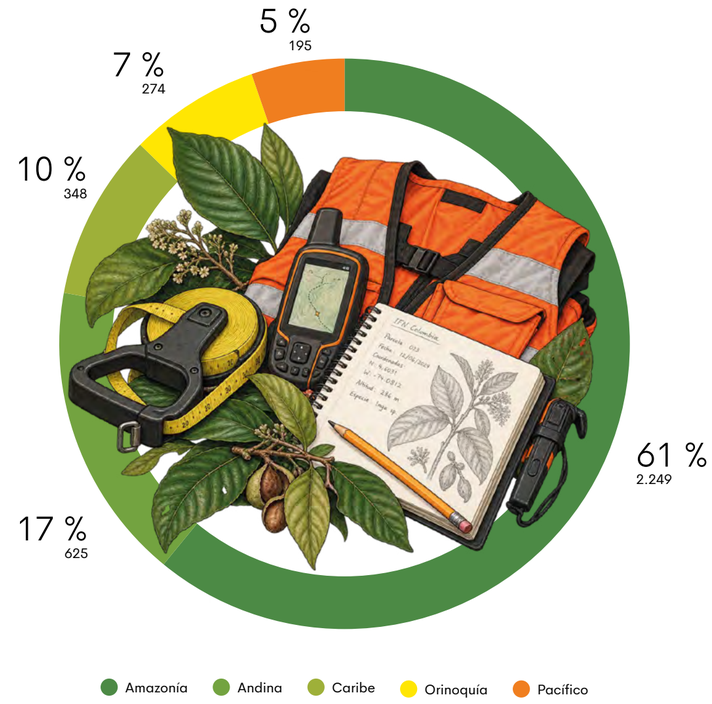
A continuación, se presentan los principales resultados en materia de generación de empleo directo durante la ejecución del proyecto.

El número total de empleos generados por el IFN fue de 3.871, de los cuales el 95,4 % corresponde al personal operativo de campo; el 2,1 %, a personal profesional de apoyo a la coordinación nacional; y el 2,5 %, a personal de control de calidad.

En relación con el personal operativo de campo, se contrataron 3.691 personas. La Amazonía concentró el 61 % del total nacional y, por tanto, la mayor demanda de personal, asociada con el despliegue operativo requerido para la implementación del IFN debido a la extensión del bosque, el número de conglomerados establecidos y las condiciones de acceso y logística, que demandan brigadas de alrededor de 12 personas en promedio. En segundo lugar se ubicó la región Andina, con el 17 %, seguida del Caribe, con el 10 %; la Orinoquía, con el 7 %; y el Pacífico, con el 5 %.

Estos resultados evidencian que el empleo directo generado por el IFN está relacionado con la intensidad del trabajo de campo y las condiciones operativas particulares de cada territorio, y consolidan el inventario como una fuente relevante de empleo técnico y operativo en los territorios rurales. En la Figura 98 se presenta el número de empleos directos generados por el IFN para el personal operativo de campo en cada región.

Figura 98.
Número de empleos directos generados para el personal operativo de campo por región
Fuente: equipo IFN.



9.3

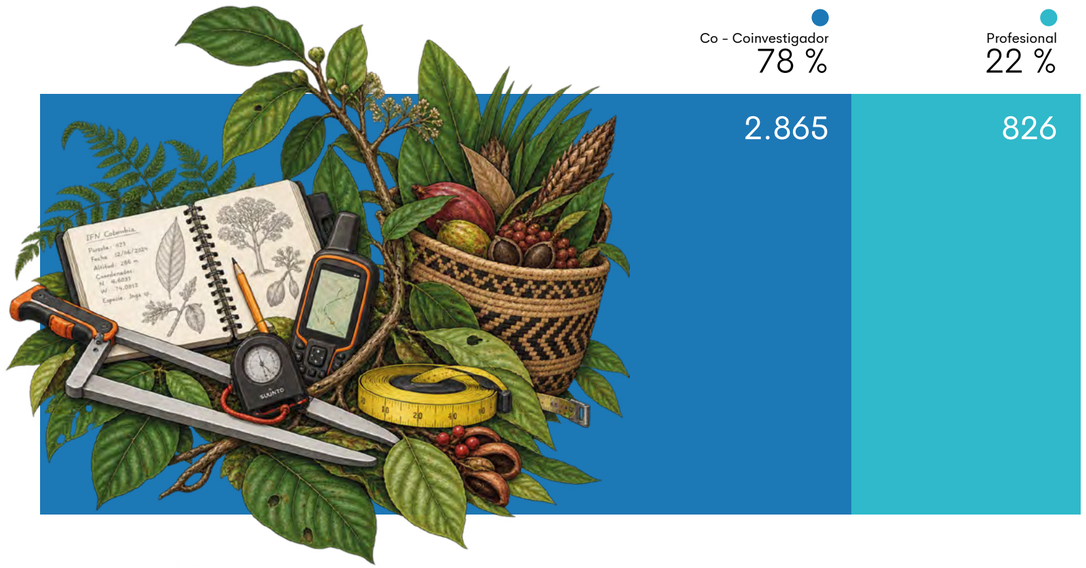
Generación de empleos especializados

El aseguramiento de la calidad de los datos es uno de los aspectos más importantes durante todas las fases del proceso. Por ello, se debe garantizar un conocimiento especializado de las técnicas de medición y del manejo de equipos específicos. Para este fin, las brigadas forestales contaron con ingenieros forestales y agroforestales, biólogos y ecólogos, quienes participaron como jefes de brigada o profesionales de apoyo.

Asimismo, aunque no todas las regiones contaron con este personal, se contrataron técnicos y tecnólogos de diferentes áreas, como manejo y aprovechamiento de bosques, recursos forestales, gestión de recursos naturales y gestión ambiental o sostenible de la biodiversidad, entre otras.

De igual manera, la participación de actores locales —indígenas, afrodescendientes, campesinos y colonos— en las actividades de apoyo en campo cumple un papel fundamental en el reconocimiento del contexto sociocultural del territorio, el acceso a las áreas de bosque y la interlocución con las autoridades territoriales. Esto configura un espacio de trabajo en el que convergen los saberes técnicos y los conocimientos locales mediante un diálogo transdisciplinar que fortalece tanto la calidad de la información como la legitimidad del proceso en los territorios.

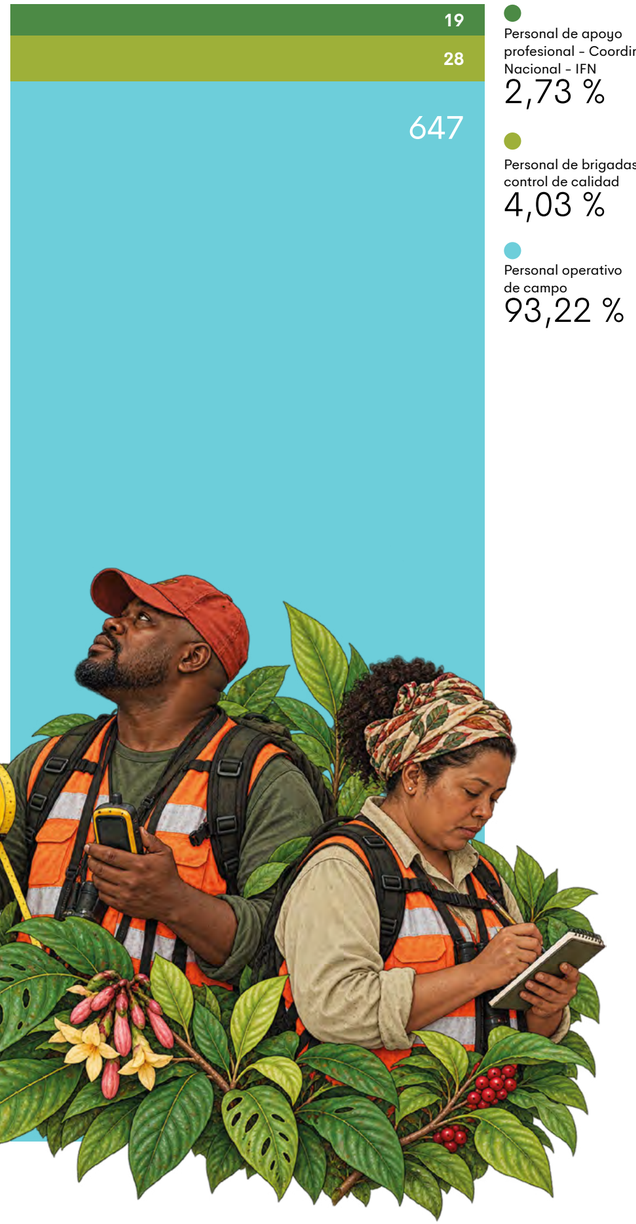
En este contexto, y como se evidencia en la Figura 99, del total de 3.691 empleos generados para el personal operativo de campo del IFN, el 22 % (826) correspondió a personal profesional y técnico, mientras que el 78 % (2.865) correspondió a coinvestigadores locales. Esta distribución evidencia el impacto económico positivo del proyecto en las economías locales mediante la contratación de mano de obra.



↓
Figura 99.
Número de empleos directos generados para el personal operativo de campo del Inventario Forestal Nacional, Primer ciclo de implementación
Fuente: equipo IFN.

9.4

El papel de la mujer en el IFN



El Inventario Forestal Nacional ha consolidado la incorporación de mujeres en las brigadas de campo de manera transversal, en todos los niveles y funciones, desde el liderazgo de las brigadas hasta los roles profesionales, técnicos, botánicos y de coinvestigación local. Esta participación ha contribuido a un cambio de paradigma frente a los esquemas tradicionales que restringían la presencia de las mujeres a labores auxiliares, al ampliar su participación hacia roles clave en la toma de decisiones en campo, la coordinación operativa y la generación de información.

En este contexto, la participación de las mujeres ha ampliado las capacidades analíticas y operativas de los equipos, no solo en términos de equidad, sino también en la comprensión de las relaciones socioculturales que estructuran los bosques, al incorporar perspectivas y experiencias que fortalecen el trabajo de campo.

Así, de las 3.871 personas que participaron en el IFN, 647 (17,93 %) fueron mujeres. En la Figura 100 se presenta su distribución de acuerdo con el nivel de participación en el IFN.

←
Figura 100.
Participación de las mujeres por nivel en el IFN
Fuente: equipo IFN.

9.5

Resultados de la participación de los levantamientos de campo del IFN a nivel de género

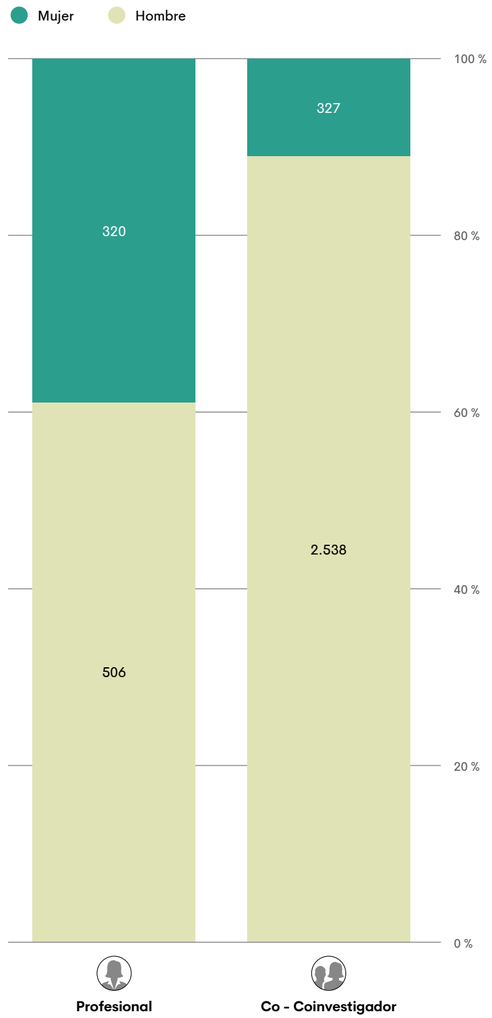
Del total de 3.691 empleos generados para el operativo de campo del IFN, 647 (17,5 %) fueron ocupados por mujeres, frente al 82,5 % correspondiente a hombres. En los roles profesionales, las mujeres representaron el 38,74 %, frente al 61,26 % de los hombres. Por su parte, en la categoría de coinvestigadores locales, las mujeres representaron el 11,41 % (Figura 101).

Empleos generados
3.691

Mujeres
17,5 %

Hombres
82,5 %



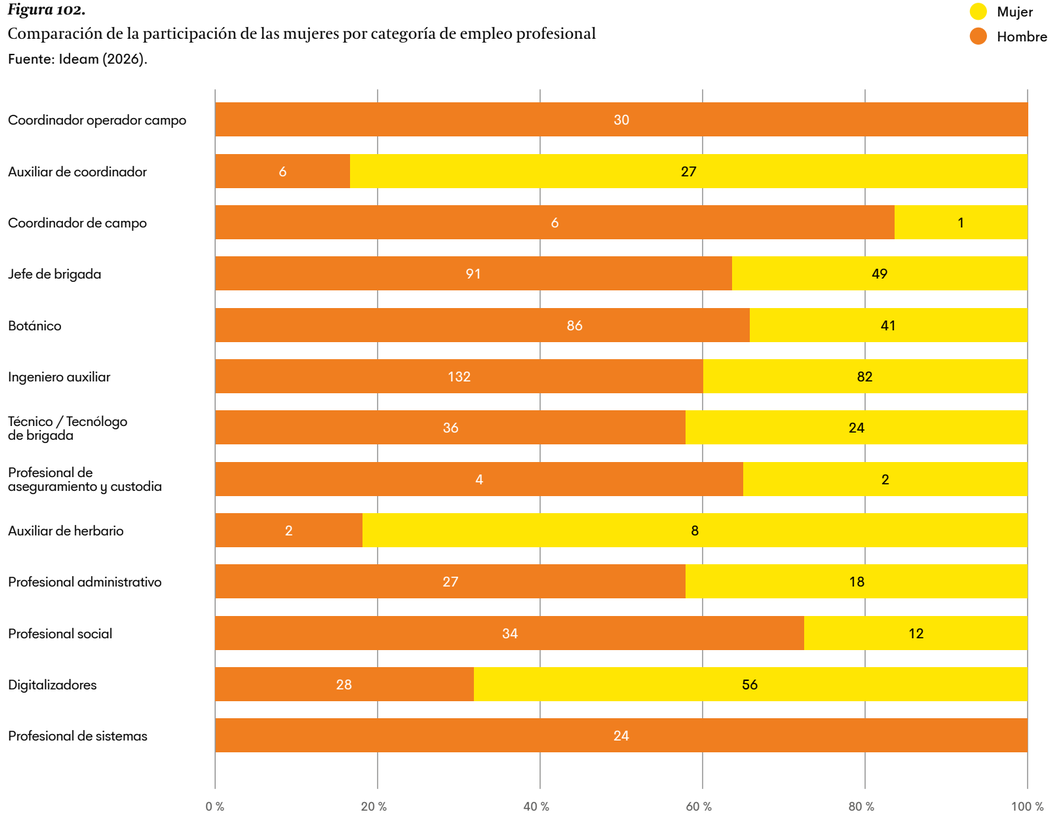


↗
Figura 101.
Número de empleos generados para profesionales y coinvestigadores locales en el operativo de campo del IFN, según sexo

9.6

Categorización de empleos profesionales

↓
Figura 102.
Comparación de la participación de las mujeres por categoría de empleo profesional
Fuente: Ideam (2026).



Los resultados muestran que, de los 826 empleos profesionales generados por el Inventario Forestal Nacional de Colombia, el 61,3 % correspondió a hombres (506) y el 38,7 %, a mujeres (320), siguiendo la tendencia nacional de predominio de la participación masculina.

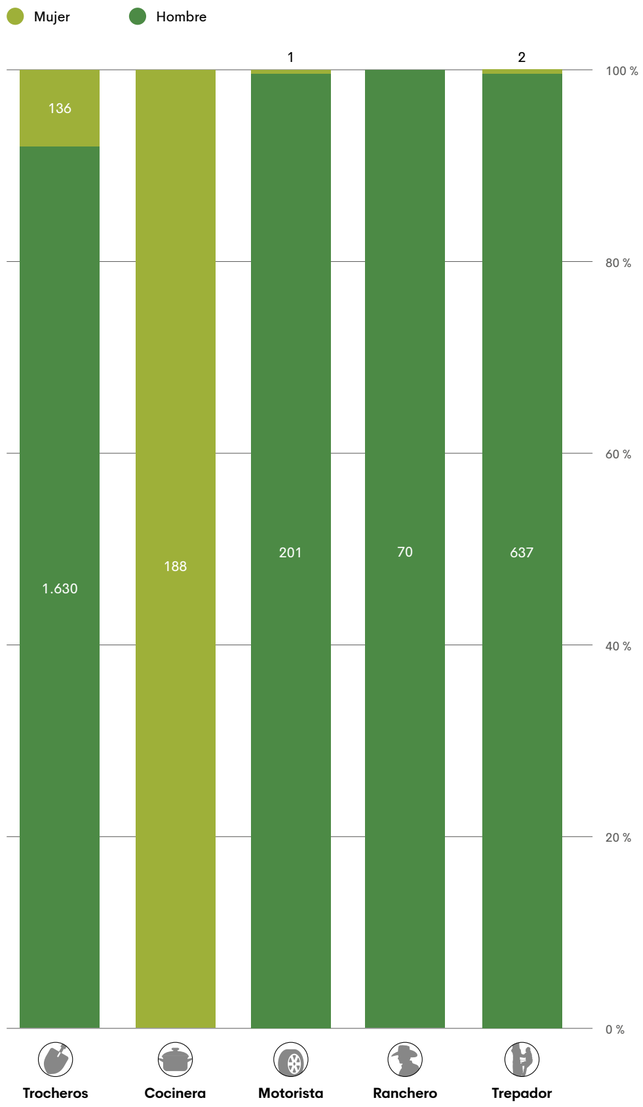
Por categoría de rol, se observa que los cargos asociados con la coordinación del operador de campo (30) y los de profesional en sistemas (24) fueron ocupados exclusivamente por hombres.

En los roles asociados con el operativo de campo también predominó la participación masculina. Sin embargo, se identificaron categorías con participación femenina mayoritaria, como auxiliar de coordinación, en la que las mujeres representaron el 81,8 % de los cargos (27 de 33); digitalizadoras, con el 66,7 % (56 de 84); y auxiliares de herbario, con el 80 % (8 de 10).

En los roles técnicos y operativos de campo también se observa una participación femenina relevante, particularmente en ingeniería auxiliar, donde las mujeres representaron el 38,3 %, y entre los técnicos y tecnólogos de brigada, con el 40 % (Figura 102).

9.7

Categorización de empleos coinvestigadores



Los resultados correspondientes a los empleos de coinvestigadores evidencian una segmentación ocupacional por género en las actividades operativas del IFN. Del total de 2.865 coinvestigadores participantes, 2.538 fueron hombres (88,59 %) y 327, mujeres (11,41 %), lo que refleja un predominio de la participación masculina en este componente operativo local.

Esta diferencia es más evidente en las labores asociadas con el acceso, la movilidad y el esfuerzo físico en campo: entre los trocheros se registraron 1.630 hombres y 136 mujeres; en el rol de trepador, 637 hombres y solo 2 mujeres; y en el de motorista, 201 hombres y una mujer. En contraste, el rol de cocinera fue desempeñado por 188 mujeres, mientras que el de ranchero fue ocupado por 70 hombres. Esta distribución evidencia la persistencia de patrones tradicionales de división sexual del trabajo, en los que las mujeres se concentran principalmente en actividades asociadas con el cuidado y el apoyo logístico (Figura 103).

En términos generales, se observa que la brecha es más marcada entre los empleos de coinvestigadores locales, asociados principalmente con labores operativas de campo, acceso y logística territorial. Asimismo, las actividades que requieren mayor esfuerzo físico y el desempeño de algunos roles técnicos o especializados presentan una participación predominantemente masculina.

←
Figura 103.
Comparación de la participación de las mujeres por categoría de empleo entre los coinvestigadores locales
Fuente: Ideam (2026).

Análisis de incertidumbre

La robustez estadística de los resultados del IFN se respalda en un análisis detallado de la incertidumbre asociada a cada estimador, cuantificada mediante coeficientes de variación para cada una de las variables analizadas.

Para el IFN, en los parámetros de diseño se estableció un coeficiente de variación estimado (CVE) del 5 % y un nivel de confianza del 95 %.

A nivel nacional para el estrato bosque, los indicadores de estructura presentan una precisión muy alta en sus coeficientes de variación (número de individuos por hectárea 1,28 %, diámetro cuadrático medio 0,52 % y área basal 1,07 %) y en existencias (volumen 1,47 %, biomasa aérea 1,43 % y carbono orgánico del suelo 4,72 %), lo que refleja un diseño muestral robusto y una cobertura adecuada del territorio forestal con errores relativos bajos.

Precisión muy alta

CVE < 5 %

1,47 %
volumen

1,43 %
biomasa aérea

La incertidumbre evaluada para el IFN expresa el rango de valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor real de la estimación, considerando el error asociado con los procesos de muestreo y estimación.

La incertidumbre cuantifica el grado de confianza en una estimación y generalmente se expresa mediante un intervalo de confianza (por ejemplo, estimación ± margen de error), que indica la variabilidad o el posible error alrededor del valor estimado debido a factores como el tamaño de la muestra, la variabilidad de los datos y el método estadístico utilizado, de acuerdo con los lineamientos del IPCC (IPCC, 2006).

En términos de estandarización de las cifras estadísticas, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)[31] considera la presentación de una medida asociada con la incertidumbre denominada coeficiente de variación estimado (CVE), mediante la cual se evalúa la precisión relativa de un estimador. Esta medida expresa la desviación estándar del estimador en relación con su valor esperado (o media estimada), usualmente en términos porcentuales (Cochran, 1977).

El CVE se define como:

$$CVE = \left(\frac{\sqrt{Var(\hat{\theta})}}{\hat{\theta}} \right) \times 100$$

Donde:

Error estándar: es la desviación estándar del estimador.
Valor estimado: puede ser la media, total u otro parámetro poblacional estimado.

De acuerdo con lo anterior, y tomando como referencia los parámetros definidos por el DANE (2020) en la Figura 104, la robustez estadística de los resultados del Inventario Forestal Nacional se sustenta en un análisis detallado de la incertidumbre asociada con cada estimador.

Esta se cuantifica mediante el coeficiente de variación estimado (CVE) en los análisis de estructura y existencias, y se representa mediante intervalos de confianza del 95 % en los análisis de diversidad forestal.

A escala nacional, para el estrato bosque, los indicadores de estructura presentan una precisión muy alta, con coeficientes de variación bajos para el número de individuos por hectárea (1,28 %), el diámetro cuadrático medio (0,52 %) y el área basal (1,07 %). El mismo comportamiento se observa en las variables de existencias: volumen (1,47 %), biomasa aérea (1,43 %) y carbono orgánico del suelo (4,72 %). Estos resultados reflejan un diseño muestral robusto y una cobertura adecuada del territorio forestal, con errores relativos bajos.

La Amazonía destaca por su consistencia, con coeficientes de variación inferiores al 2 % en todas las variables de estructura y existencias. En las demás regiones, los coeficientes no superan el 6 %, con excepción de la biomasa aérea en el Caribe (CVE = 8,96 %). Por su parte, el carbono orgánico del suelo presenta una mayor incertidumbre debido a la alta variabilidad espacial de los suelos, con valores que oscilan entre el 5,47 % en la Amazonía y el 26,70 % en el Pacífico. No obstante, a escala nacional ofrece una estimación confiable para fines de inventario (CVE = 4,72 %).

Por su parte, los índices de diversidad alfa presentan intervalos de confianza extremadamente estrechos. Por ejemplo, el índice de Simpson (1 – D) registra amplitudes de apenas 0,0001 a 0,0018 entre regiones, mientras que el índice de Shannon (H') presenta márgenes inferiores a 0,02 en todos los casos, lo que evidencia una alta precisión en las estimaciones regionales.

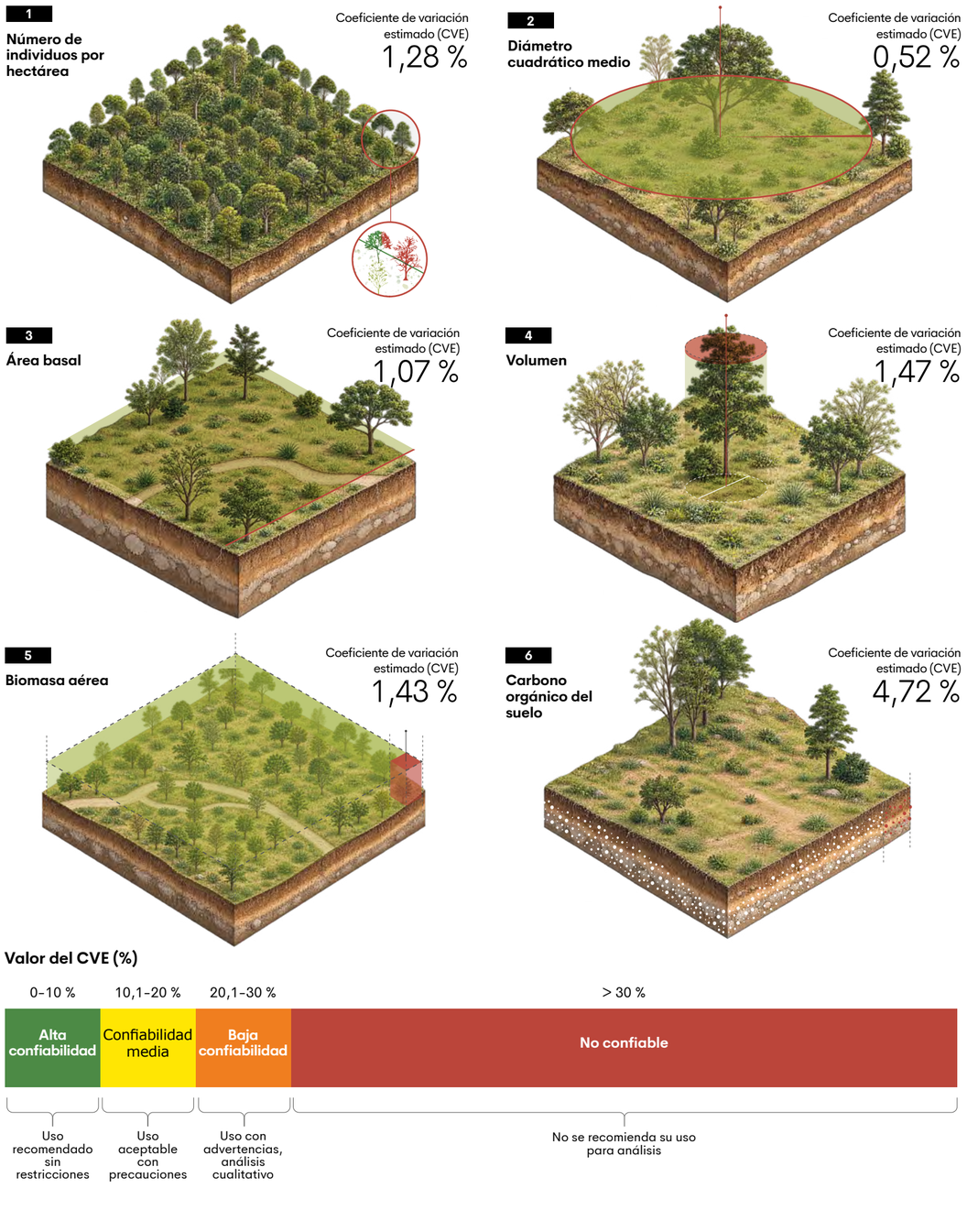
En conjunto, los resultados presentan un nivel de precisión que permite realizar comparaciones robustas entre regiones y respalda las conclusiones sobre diversidad, estructura y existencias.



Cecropia peltata

31. Como coordinador del Sistema Nacional Estadístico (SEN) emite normas, metodologías y estándares técnicos para garantizar la calidad estadística de la información

Figura 104.
Estándares del DANE para el CVE
Fuente: equipo IFN, con base en DANE (2020).



Lecciones aprendidas

Ideam

La experiencia de ejecución deja aprendizajes organizados en áreas, cada una con su impacto y sus opciones de mejora. En lo operativo, el clima, el acceso y la seguridad causaron retrasos, reprocesos y sobrecostos, por lo que se propone blindar los operativos con análisis de riesgos antes de cada salida y protocolos de seguridad actualizados. En lo social, una socialización insuficiente generó demoras y dificultades de acceso, y se recomienda un plan de relacionamiento con los actores del territorio desde el principio.

En capacitación, la calidad de los datos depende de brigadas bien formadas, así que se plantean cursos diferenciados, más horas prácticas y mejor selección de personal, incluso con un curso del SENA. En lo financiero, la meta es garantizar recursos para los ciclos futuros mediante una ley y un programa de sostenibilidad de largo plazo. En lo técnico, se prevé actualizar el manual de campo a la versión 6.0, con más variables y mejores estimaciones.

5

áreas de aprendizaje (operativa, social, capacitación, financiera y técnica)

Pentaclethra macroloba





1
Operativo

Descripción

Blindar el desarrollo de los operativos de campo, de tal manera que se garantice el levantamiento de todos los conglomerados definidos en la muestra.

Impacto

- Reprocesos en la toma de datos
- Demoras en los tiempos de ejecución
- Se presentaron retrasos por factores climáticos, restricciones de acceso y riesgos asociados a desplazamientos en áreas remotas
- Mayores costos de los previamente planeados

Opciones de mejora

- Las condiciones ambientales, climáticas y de acceso en algunas zonas forestales requieren una planificación logística y de seguridad más robusta
- Fortalecimiento de los procesos administrativos con autoridades ambientales y civiles
- Elaborar análisis de riesgos antes de cada salida de campo
- Actualizar permanentemente los protocolos de seguridad



2
Socialización

Descripción

La participación temprana y continua de las entidades territoriales, comunidades locales, autoridades ambientales y demás actores relevantes es fundamental para garantizar el desarrollo eficiente de las actividades de campo y la validación de resultados.

Impacto

- La comunicación limitada o la socialización insuficiente generó retrasos en algunas actividades, dificultades en el acceso a determinadas áreas y diferencias en la comprensión de los objetivos y alcances del IFN

Opciones de mejora

- Diseñar e implementar un plan de relacionamiento con actores desde las etapas iniciales
- Realizar jornadas periódicas de socialización y retroalimentación
- Mantener canales de comunicación permanentes con las autoridades regionales y comunidades
- Documentar compromisos y acuerdos para asegurar su seguimiento



3
Capacitación

Descripción

La implementación rigurosa de protocolos y procedimientos en la captura de datos del IFN requiere personal de brigadas de campo capacitado para garantizar la calidad de la información generada.

Impacto

- Reprocesos en la toma de datos
- Demoras en los tiempos de ejecución
- Necesidad de aplicación de modelos para estimación de datos faltantes
- Mayores costos de los previamente planeados

Opciones de mejora

- Proyectar procesos de capacitación diferenciados, atendiendo la idiosincrasia y nivelación de conocimientos requeridos
- Aumentar las horas de capacitación prácticas
- Procesos más rigurosos de selección de personal
- Diseño de un curso de capacitación con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)



4
Técnico

Descripción

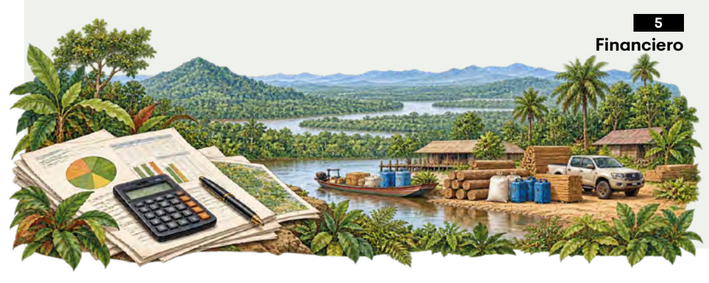
IFN se basa en la mejora continua, por lo que se han identificado necesidades nuevas y mejora en los procedimientos

Impacto

- Alta incertidumbre asociada a variables no medidas
- Necesidad de aplicación de modelos para estimación de datos faltantes

Opciones de mejora

- Actualización de Manual de campo v. 6.0: inclusión de variables, mejora de estimaciones
- Mejora de procedimientos: colecta botánica, densidad de madera, suelos, formatos y guías
- Fortalecer las actividades de supervisión y control de calidad (en caliente)
- Brigadas de control de calidad deben levantar todos los mismos procedimientos



5
Financiero

Descripción

Garantizar la sostenibilidad financiera de recursos necesarios para la ejecución de los ciclos de implementación del IFN

Impacto

- Alta incertidumbre asociada a no poder cumplir con las metas anuales de implementación definidas por la ley
- Falencias en la información requerida para el cumplimiento de metas nacionales en materia de aseguramiento de control de calidad

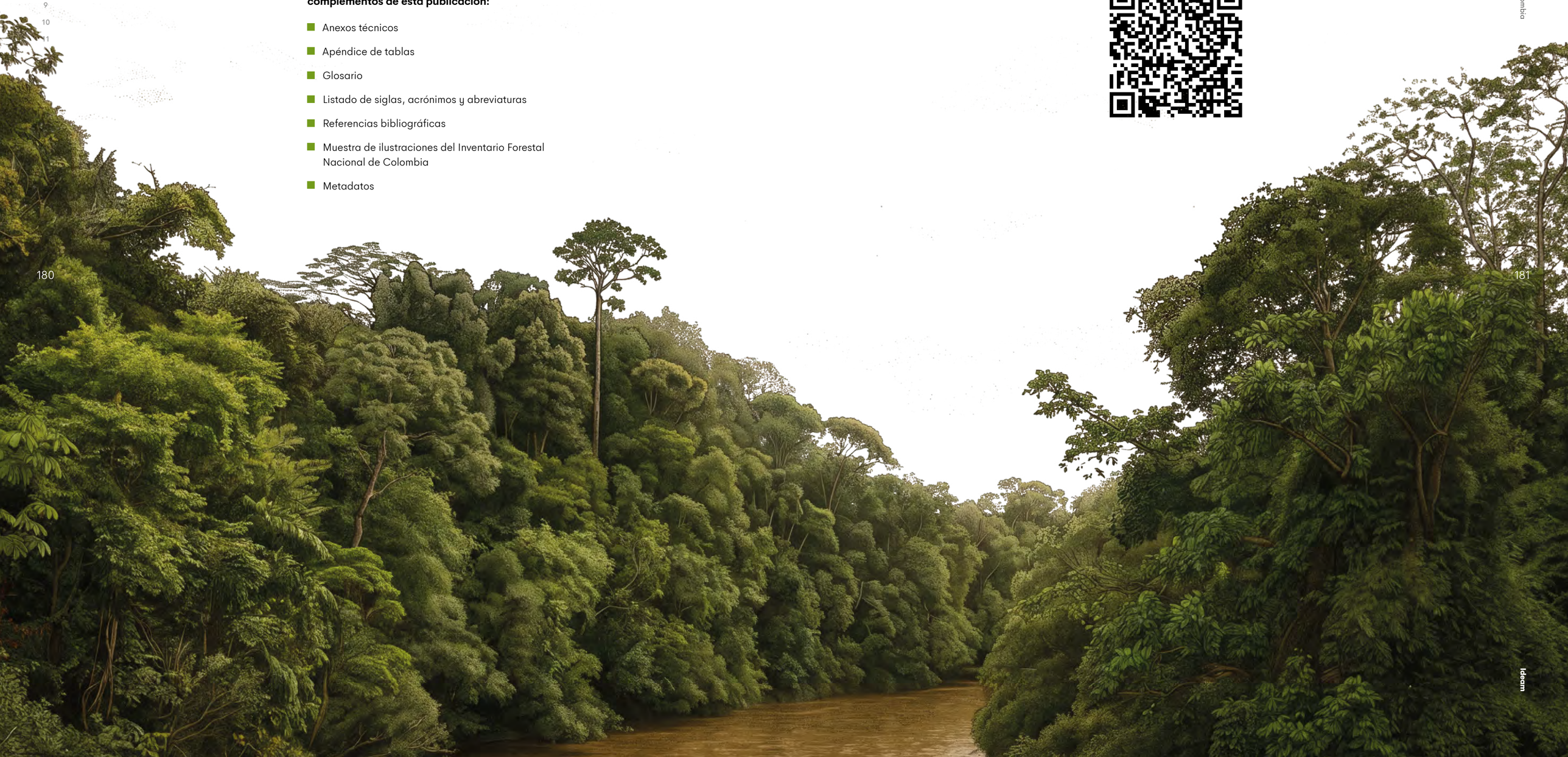
Opciones de mejora

- Consolidación de una ley que garantice el flujo de recursos requeridos
- Generación de un programa de sostenibilidad a largo plazo, que permita canalizar recursos de cooperación internacional

Recursos complementarios

Accede, a través del siguiente código QR, a los siguientes complementos de esta publicación:

- Anexos técnicos
- Apéndice de tablas
- Glosario
- Listado de siglas, acrónimos y abreviaturas
- Referencias bibliográficas
- Muestra de ilustraciones del Inventario Forestal Nacional de Colombia
- Metadatos



Especies del Inventario Forestal Nacional

1 *Alsophila cuspidata*



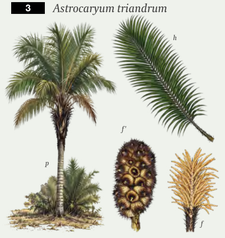
Abundancia relativa **0,0125 %**
Frecuencia relativa **0,0185 %**
Dominancia relativa **0,0098 %**
IVI 0,0408 %

2 *Amphirrhox longifolia*



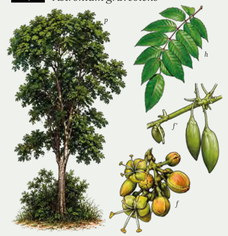
Abundancia relativa **0,6262 %**
Frecuencia relativa **0,2692 %**
Dominancia relativa **0,1364 %**
IVI 1,0318 %

3 *Astrocaryum triandrum*



Abundancia relativa **0,1864 %**
Frecuencia relativa **0,0026 %**
Dominancia relativa **0,0295 %**
IVI 0,2186 %

4 *Astronium graveolens*



Abundancia relativa **0,1864 %**
Frecuencia relativa **0,0739 %**
Dominancia relativa **0,1005 %**
IVI 0,3608 %

5 *Attalea maripa*



Abundancia relativa **0,0604 %**
Frecuencia relativa **0,1029 %**
Dominancia relativa **0,3602 %**
IVI 0,5235 %

6 *Avicennia germinans*



Abundancia relativa **0,1249 %**
Frecuencia relativa **0,0079 %**
Dominancia relativa **0,1680 %**
IVI 0,3008 %

7 *Bellucia pentamera*



Abundancia relativa **0,1774 %**
Frecuencia relativa **0,0765 %**
Dominancia relativa **0,0857 %**
IVI 0,3396 %

8 *Brosimum utile*



Abundancia relativa **0,2226 %**
Frecuencia relativa **0,4222 %**
Dominancia relativa **0,5270 %**
IVI 1,1718 %

9 *Cabari macrocarpa*



Abundancia relativa **1,9540 %**
Frecuencia relativa **0,6861 %**
Dominancia relativa **1,2741 %**
IVI 3,9142 %

10 *Caraipa llanorum*



Abundancia relativa **0,1168 %**
Frecuencia relativa **0,0633 %**
Dominancia relativa **0,2862 %**
IVI 0,4664 %

11 *Cecropia peltata*



Abundancia relativa **0,3200 %**
Frecuencia relativa **0,1715 %**
Dominancia relativa **0,2668 %**
IVI 0,7583 %

12 *Ceroxylon quindiuense*



Abundancia relativa **0,0001 %**
Frecuencia relativa **0,0026 %**
Dominancia relativa **0,0010 %**
IVI 0,0038 %

13 *Cochlospermum orinocense*



Abundancia relativa **0,1763 %**
Frecuencia relativa **0,0633 %**
Dominancia relativa **0,1220 %**
IVI 0,3617 %

14 *Cyathea lockwoodiana*



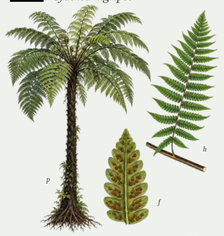
Abundancia relativa **0,0183 %**
Frecuencia relativa **0,0079 %**
Dominancia relativa **0,0028 %**
IVI 0,0290 %

15 *Cyathea microdonta*



Abundancia relativa **0,0036 %**
Frecuencia relativa **0,0053 %**
Dominancia relativa **0,0025 %**
IVI 0,0114 %

16 *Cyathea nigripes*



Abundancia relativa **0,0665 %**
Frecuencia relativa **0,0211 %**
Dominancia relativa **0,0495 %**
IVI 0,1371 %

17 *Cyathea traillii*



Abundancia relativa **0,1039 %**
Frecuencia relativa **0,0607 %**
Dominancia relativa **0,0100 %**
IVI 0,1747 %

18 *Dicksonia navarrensis*



Abundancia relativa **0,0074 %**
Frecuencia relativa **0,0079 %**
Dominancia relativa **0,0164 %**
IVI 0,0317 %

19 *Eschweilera coriacea*



Abundancia relativa **0,6971 %**
Frecuencia relativa **0,5647 %**
Dominancia relativa **1,1561 %**
IVI 2,4179 %

20 *Eschweilera reversa*



Abundancia relativa **0,1056 %**
Frecuencia relativa **0,1214 %**
Dominancia relativa **0,1928 %**
IVI 0,4198 %

21 *Euterpe oleracea*



Abundancia relativa **0,2276 %**
Frecuencia relativa **0,0475 %**
Dominancia relativa **0,1218 %**
IVI 0,3969 %

22 *Euterpe precatoria*



Abundancia relativa **0,6677 %**
Frecuencia relativa **0,4539 %**
Dominancia relativa **0,4641 %**
IVI 1,5858 %

23 *Guazuma ulmifolia*



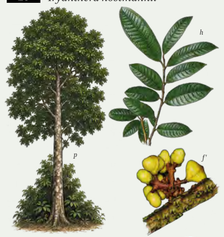
Abundancia relativa **0,1480 %**
Frecuencia relativa **0,0528 %**
Dominancia relativa **0,1094 %**
IVI 0,3103 %

24 *Hedyosmum goudotianum*



Abundancia relativa **0,1173 %**
Frecuencia relativa **0,0290 %**
Dominancia relativa **0,0530 %**
IVI 0,1993 %

25 *Iryanthera hostmannii*



Abundancia relativa **0,6904 %**
Frecuencia relativa **0,5489 %**
Dominancia relativa **0,4280 %**
IVI 1,6673 %

28 *Miconia theaezans*



Abundancia relativa **0,1126 %**
Frecuencia relativa **0,0211 %**
Dominancia relativa **0,0331 %**
IVI 0,1667 %

31 *Pentaclethra macroloba*



Abundancia relativa **0,0508 %**
Frecuencia relativa **0,0739 %**
Dominancia relativa **0,1795 %**
IVI 0,3041 %

34 *Quercus humboldtii*



Abundancia relativa **0,1040 %**
Frecuencia relativa **0,0581 %**
Dominancia relativa **0,2071 %**
IVI 0,3692 %

37 *Spondias mombin*



Abundancia relativa **0,1134 %**
Frecuencia relativa **0,1108 %**
Dominancia relativa **0,2844 %**
IVI 0,5087 %

40 *Tapirira guianensis*



Abundancia relativa **0,4810 %**
Frecuencia relativa **0,5515 %**
Dominancia relativa **0,6263 %**
IVI 1,6588 %

43 *Weinmannia rollottii*



Abundancia relativa **0,0848 %**
Frecuencia relativa **0,0290 %**
Dominancia relativa **0,1339 %**
IVI 0,2478 %

26 *Mabea occidentalis*



Abundancia relativa **0,1095 %**
Frecuencia relativa **0,0792 %**
Dominancia relativa **0,0846 %**
IVI 0,2733 %

29 *Myrcia splendens*



Abundancia relativa **0,3503 %**
Frecuencia relativa **0,1794 %**
Dominancia relativa **0,1088 %**
IVI 0,6385 %

32 *Prestoea acuminata*



Abundancia relativa **0,1075 %**
Frecuencia relativa **0,0211 %**
Dominancia relativa **0,0421 %**
IVI 0,1707 %

35 *Sagotia heterocalyx*



Abundancia relativa **0,9555 %**
Frecuencia relativa **0,3061 %**
Dominancia relativa **0,3612 %**
IVI 1,6228 %

38 *Syagrus orinocensis*



Abundancia relativa **0,2121 %**
Frecuencia relativa **0,0554 %**
Dominancia relativa **0,0995 %**
IVI 0,3670 %

41 *Weinmannia mariquitae*



Abundancia relativa **0,0801 %**
Frecuencia relativa **0,0185 %**
Dominancia relativa **0,1802 %**
IVI 0,2788 %

44 *Wettinia aequalis*



Abundancia relativa **0,0905 %**
Frecuencia relativa **0,0713 %**
Dominancia relativa **0,0610 %**
IVI 0,2228 %

27 *Mauritia flexuosa*



Abundancia relativa **0,0739 %**
Frecuencia relativa **0,1636 %**
Dominancia relativa **0,4678 %**
IVI 0,7053 %

30 *Oenocarpus bataua*



Abundancia relativa **0,5292 %**
Frecuencia relativa **0,6465 %**
Dominancia relativa **0,9962 %**
IVI 2,1720 %

33 *Pseudosenefeldera inclinata*



Abundancia relativa **0,6954 %**
Frecuencia relativa **0,2692 %**
Dominancia relativa **0,3705 %**
IVI 1,3351 %

36 *Siparuna guianensis*



Abundancia relativa **0,3982 %**
Frecuencia relativa **0,1821 %**
Dominancia relativa **0,1063 %**
IVI 0,6866 %

39 *Symmeria paniculata*



Abundancia relativa **0,3368 %**
Frecuencia relativa **0,0185 %**
Dominancia relativa **0,1645 %**
IVI 0,5197 %

42 *Weinmannia pubescens*



Abundancia relativa **0,0782 %**
Frecuencia relativa **0,0317 %**
Dominancia relativa **0,1298 %**
IVI 0,2397 %

Especies destacadas de los bosques naturales de Colombia

El Inventario Forestal Nacional permite reconocer especies de especial importancia en los bosques naturales del país, a partir de indicadores que describen su abundancia, frecuencia y dominancia.

Esta selección, si bien es una pequeña muestra de los 5.047 taxones identificados a nivel nacional, reúne especies que sobresalen por alguna característica particular, ya sea por su rareza, amenaza, endemismo o importancia ecológica dentro de la diversidad forestal de Colombia.

En conjunto, las ilustraciones ofrecen una aproximación a las principales características botánicas de las especies, y su variabilidad es símbolo de la gran riqueza florística de los bosques naturales.

Abundancia relativa: representa el número de individuos de una especie.

Frecuencia relativa: mide la distribución espacial de una especie, calculando en qué proporción de unidades muestrales (p. ej., conglomerados) está presente.

Dominancia relativa: refleja el grado de control o influencia de una especie en la comunidad, generalmente vinculado a su área basal.

Índice de valor de importancia (IVI): índice que combina la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa de una especie para evaluar su relevancia o peso ecológico.

(p) **Porte:** apariencia general de la planta.
(h) **Hoja:** características de las hojas.
(f) **Flor:** características de las flores.
(f') **Fruto:** características de los frutos.

Ambiente

IDEAM

ISBN: 978-958-5489-69-1