

Clasificación de Ecosistemas Naturales Terrestres del Eje Cafetero

Análisis de Representatividad del Sistema Regional de Áreas Protegidas



Clasificación de Ecosistemas Naturales Terrestres del Eje Cafetero

Análisis de Representatividad del Sistema Regional de Áreas Protegidas



Con el apoyo de:



Clasificación de Ecosistemas Naturales Terrestres del Eje Cafetero
Análisis de Representatividad del Sistema Regional de Áreas Protegidas

© WWF-Colombia, SIRAP Eje Cafetero,
Wildlife Conservation Society, The Nature Conservancy

ISBN: 978-958-8353-22-4

WWF-Colombia:

César Freddy Suárez - Coordinador SIG
Andrés Felipe Trujillo - Oficial de planificación territorial
Luis Germán Naranjo - Director de Conservación Ecorregional

WCS Colombia:

Carlos Ríos Franco - Coordinador SIG

Equipo consultor:

Jorge Giraldo
Leidy Johanna Cuadros
Jennifer Dorado

Coordinación Editorial:

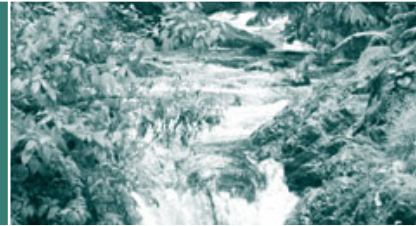
Carmen Ana Dereix R. - WWF-Colombia






Fotografías: Archivo fotográfico WWF-Colombia





Diseño y diagramación: El Bando Creativo

Primera edición, octubre de 2013
Santiago de Cali, Colombia

Las denominaciones geográficas en este informe y el material que contiene no entrañan, por parte de WWF, juicio alguno respecto de la condición jurídica de países, territorios o áreas, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.



 Agradecimientos	8
 Introducción	9
 Objetivos	11
• Objetivo General	11
• Objetivos Específicos	11
 Marco Conceptual	12
 Descripción del área de estudio	15
• Localización y población	16
• Calidad de vida	18
• Infraestructura regional y urbana	20
• Institucionalidad y gobernabilidad	20
• Sistemas productivos	21
• Recurso hídrico	23
• Áreas naturales protegidas	24
• Amenazas	26
 Metodología	28
• Necesidades cartográficas	29
• Sistema Geodésico de Referencia y Proyección Cartográfica	29
• Variables de modelación	29
• Cobertura de la tierra	29
• Clima	32
• Unidades geopedológicas	39
• Biomas	42
• Ensamblaje de datos	43
• Clasificación inicial	44
• Verificación de la información	44
 Biomas y ecosistemas naturales	47
• Orobioma Subandino cordillera Occidental	51
• Orobioma Andino cordillera Occidental	54
• Orobioma Altoandino cordillera Occidental	57
• Orobioma Subandino cordillera Central	60

• Orobioma Andino cordillera Central	63
• Orobioma Altoandino cordillera Central.....	65
• Helobioma del Cauca	67
• Helobioma del Magdalena	68
• Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca.....	70
• Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena.....	73
• Zonobioma Húmedo Tropical del Cauca	75
• Zonobioma Húmedo Tropical del Magdalena-Caribe.....	75
• Zonobioma Húmedo Tropical del Pacífico	77
 Análisis preliminar de vacíos de conservación	78
 Referencias	83
 Anexos 1. Coberturas de la tierra	89
 Anexo 2. Análisis climático	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Participación departamental en el total de la población regional	17
Tabla 2. Municipios con mayor densidad poblacional	17
Tabla 3. Zonas hidrográficas y sistemas hídricos de importancia regional por departamentos y municipios	23
Tabla 4. Sistema Regional de Áreas Protegidas	25
Tabla 5. Fuentes cartográficas utilizadas	29
Tabla 6. Clasificación de la humedad.....	37
Tabla 7. Clasificación Caldas para el Sirap Eje Cafetero	38
Tabla 8. Generación de atributos mapa geopedológico	40
Tabla 9. Extensión de los paisajes geomorfológicos y unidades geopedológicas	41
Tabla 10. Biomas del Sirap Eje Cafetero.....	43
Tabla 11. Distribución de los Biomas del Eje Cafetero	47
Tabla 12. Ecosistemas Naturales del Sirap Eje Cafetero.....	48
Tabla 13. Porcentaje de representatividad de los ecosistemas naturales	80

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Modelo digital de elevación de la ecorregión del Eje Cafetero.	15
Mapa 2. División político-administrativa de la ecorregión del Eje Cafetero.	16
Mapa 3. Densidad de población por municipio.....	17
Mapa 4. Índices de desarrollo humano y condiciones de vida.....	18
Mapa 5. Área sembrada de café por municipio.....	22

Mapa 6.	Mapa de vulnerabilidad por disponibilidad de agua en año seco.....	24
Mapa 7.	Mapa de áreas protegidas.....	26
Mapa 8.	Amenaza por remoción en masa	27
Mapa 9.	Amenaza volcánica.....	27
Mapa 10.	Mapa de cobertura de la tierra.....	31
Mapa 11.	Distribución espacial de la precipitación anual (mm) para el Sirap Eje Cafetero	35
Mapa 12.	Distribución de las estaciones de temperatura media (°C) para el Sirap Eje Cafetero	36
Mapa 13.	Distribución espacial de la clasificación de provincias de humedad.....	38
Mapa 14.	Distribución espacial de la Clasificación Caldas para el Eje Cafetero	39
Mapa 15.	Puntos de verificación en campo.....	45
Mapa 16.	Mapa de biomas del Sirap Eje Cafetero	48
Mapa 17.	Orobioma Subandino cordillera Occidental.....	52
Mapa 18.	Orobioma Andino cordillera Occidental.....	54
Mapa 19.	Orobioma Altoandino cordillera occidental.....	57
Mapa 20.	Orobioma Subandino cordillera Central.....	60
Mapa 21.	Orobioma Andino cordillera Central.....	64
Mapa 22.	Orobioma Altoandino cordillera Central.....	66
Mapa 23.	Helobioma del Cauca.....	68
Mapa 24.	Helobioma del Magdalena.....	70
Mapa 25.	Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca	71
Mapa 26.	Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena.....	73
Mapa 27.	Zonobioma Húmedo Tropical del Cauca	76
Mapa 28.	Zonobioma Húmedo Tropical del Magdalena	76
Mapa 29.	Zonobioma Húmedo Tropical del Pacífico	77
Mapa 30.	Ecosistemas	79
Mapa 31.	Representatividad de ecosistemas naturales.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Etapas generales para la modelación cartográfica.....	28
Figura 2.	Distribución de las coberturas de la tierra en el Eje Cafetero.....	30
Figura 3.	Distribución de las coberturas de la tierra en el Sirap Eje Cafetero.....	32
Figura 4.	Distribución de Unidades de Paisaje	42
Figura 5.	Ensamblaje de datos	44
Figura 6.	Registro de especies en el Orobioma Subandino cordillera Occidental.....	53
Figura 7.	Especies registradas en el Orobioma Subandino cordillera Central	62
Figura 8.	Especies registradas en el Orobioma Andino cordillera Central.....	65
Figura 9.	Especies registradas Orobioma Altoandino cordillera Central.....	67

Figura 10. Especies registradas Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico del Cauca.....	72
Figura 11. Número de especies de plantas reportadas de diferentes familias en el Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca.....	75
Figura 12. Resumen de comparaciones lineales para las estaciones de la variable precipitación para el Eje Cafetero.....	94
Figura 13. Resumen de comparaciones lineales para las estaciones de la variable precipitación para el Eje Cafetero.....	97
Figura 14. Comportamiento multianual (periodo 1970-2004) de la precipitación	100
Figura 15. Comportamiento multianual (periodo 1980-2004) de la temperatura media ..	101

Agradecimientos



Agradecemos a las siguientes instituciones, organizaciones de la sociedad civil y personas cercanas al proceso de conservación en el Eje Cafetero, que con sus aportes técnicos, científicos, información y compromiso permitieron adelantar este ejercicio cartográfico en pro del conocimiento de los ecosistemas en el marco de trabajo del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero.

Al Sistema de Parques Nacionales en cabeza de la doctora Julia Miranda y Juan Pablo Latorre, quienes gracias a su gestión y compromiso facilitaron la obtención de información clave para el presente trabajo.

Al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

A *Wildlife Conservation Society* -WCS, Padu Franco y Vladimir Rojas, por la información proporcionada en cuanto a la base de datos biológica, sus aportes y discusiones técnicas acerca de los biomas y las clasificaciones biogeográficas del Eje Cafetero.

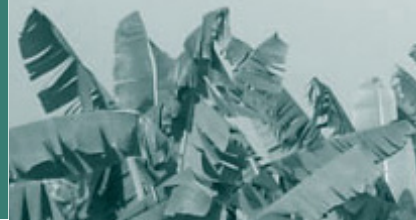
A *The Nature Conservancy* -TNC, Natalia Arango y Pilar Herrón por facilitar espacios de discusión en el marco del ajuste metodológico a nivel de sistema de la herramienta de integridad ecológica.

Un agradecimiento especial a Hernando Zambrano, Jorge Ceballos, Diego Andrés Borrero, Martha Yazmín Valencia, Rosenberg Sánchez, Jony Albeiro Arias, Luz Adriana Ramírez, Ludmila Vendila, por sus comentarios y sugerencias constructivas sobre de la estructura del mapa de ecosistemas. A la Red de Reservas de la Sociedad Civil en especial a Jorge Hernán López, Margarita Nieto y Mónica Andrea Arroyave por el acompañamiento en campo y la información suministrada.

Introducción

1

Introducción



Tambores, Risaralda.

Los ecosistemas han adquirido, políticamente, especial relevancia desde la ratificación, por más de 175 países, del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) En junio de 1992, y de otro lado a partir de la promulgación del Enfoque Ecosistémico, en el año 2000, en el que la especie humana, la sociedad y su cultura se consideran componentes centrales de los ecosistemas. Rompiendo la separación conceptual y metodológica prevaleciente entre sociedad y naturaleza, la gestión de los ecosistemas empieza a concebirse como una estrategia para el manejo integrado y la restauración de la tierra, el agua y los recursos vivos, que se sustenta en las premisas del desarrollo sostenible, el manejo sostenible y la conservación.

El manejo ecosistémico pretende resolver problemas relacionados con la adaptación de los seres humanos a condiciones sociales y ecológicas cambiantes. Las ideas contemporáneas acerca de la composición, estructura y función de los ecosistemas, lo mismo que de su dinámica, integridad, vulnerabilidad y elasticidad, deben orientar el quehacer de las organizaciones ambientales del Estado y de la sociedad civil, ya que de ellas depende la protección de los ecosistemas, y por ende la producción y regulación hídrica, así como el mantenimiento a largo plazo de otros bienes y servicios ambientales.

A nivel nacional es necesario contar con información que determine la presencia, el estado y la localización de muestras representativas de ecosistemas, para incluirlas dentro de los sistemas de áreas protegidas. Esta tarea ha sido abordada mediante la construcción del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap), como un eje del ordenamiento ambiental del territorio, lo mismo que del desarrollo y consolidación de los Sistemas Regionales de Áreas Protegidas (Sirap).

El Sirap del Eje Cafetero es sin duda uno de los ejercicios que ha alcanzado mayor desarrollo y solidez conceptual dentro de este esquema. No obstante, sus gestores han identificado como una necesidad urgente la evaluación del estado y los vacíos de conservación que presenta este sistema en términos de los ecosistemas que lo componen, con el fin de definir estrategias de conservación para su mantenimiento, para la conservación de especies y para la provisión futura de los servicios ecosistémicos de los cuales depende el bienestar de la población humana en la región.

Con el fin de contribuir con estas evaluaciones, presentamos en este documento un mapa a escala 1:100.000 de los ecosistemas presentes en la ecorregión del Eje Cafetero. Confiamos en que este aporte a la cartografía temática de la misma servirá como insumo técnico apropiado para el ordenamiento futuro y la planificación del territorio.

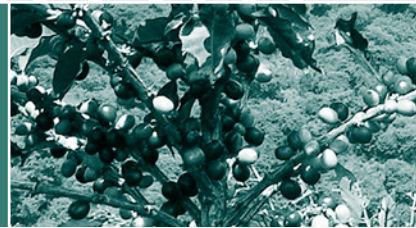


Objetivo General

Contribuir en la gestión ambiental del sistema de áreas protegidas del Eje Cafetero, por medio de la generación y análisis del mapa de ecosistemas estratégicos que contribuya al ordenamiento, planificación y manejo de dichas áreas.

Objetivos Especificos

- Caracterizar los ecosistemas estratégicos de la región del eje cafetero a escala 1:100.000.
- Contribuir en la consolidación del Sistema Departamental de Áreas Protegidas través del establecimiento de línea base para el monitoreo.
- Proporcionar indicadores de representatividad ecosistémica que orienten la conformación de un sistema completo y representativo de ecosistemas en la región asegurando la viabilidad genética de las especies que en ellos habitan y la identificación de bienes y servicios ambientales.



Para la elaboración de este documento, adoptamos como punto de partida la definición de ecosistema utilizada por el Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007), en la realización de la cartografía de los ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000, que a su vez adoptan aquella establecida por el Convenio de Diversidad Biológica: *“un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas”* (IAvH, 2003). De acuerdo con esta definición, un ecosistema es el conjunto de plantas, animales y microorganismos y todos los componentes abióticos (físicos y químicos) del ambiente en el que viven.

No obstante lo anterior, la representación cartográfica de los ecosistemas ha variado en Colombia, dependiendo de la información disponible y del enfoque conceptual. Puesto que la vegetación constituye la forma de vida dominante que provee hábitat para otros organismos, muchos sistemas de clasificación se basan en una descripción de coberturas vegetales. Los sistemas de clasificación de vegetación pueden ser florísticos (por la composición de especies) o fisonómicos (descripción de la estructura). Unos de los trabajos pioneros en Colombia que aún se utilizan en la caracterización de la vegetación por sus aspectos florísticos, son los estudios realizados por Cuatrecasas (1934, 1958), en los que a partir de datos biológicos e inventarios se establece una estructura jerárquica para designar formaciones vegetales, a las cuales posteriormente les asignan listas de especies. Consecutivamente se han desarrollado un sinnúmero de estudios y levantamientos florísticos, que han promovido el conocimiento tanto de la biodiversidad, como de la estructura de las unidades ecológicas del país. Destacamos elementos fitosociológicos aplicados por Cleef & Rangel (1984) y Cleef *et al.* (1984), en los que, a partir de estudios florísticos a lo largo de gradientes altitudinales, fue posible diferenciar ecosistemas y demostrar la alta concordancia entre la extensión vertical de las franjas de vegetación y las características de los suelos y el clima (Van der Hammen & Rangel, 1997).



Turberas - PNN Los Nevados / © Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Tomando en cuenta aspectos fisonómicos de vegetación, el Ideam (1997) desarrolla el concepto y describe el ecosistema, de manera puntual, como *aquella unidad delimitable que surge a partir de un análisis de las respuestas espectrales determinadas por sus características fisonómicas y ambientales, y donde a partir de ella define coberturas vegetales, uso y ocupación.*

Otros sistemas de clasificación de la vegetación a partir de criterios fisonómico-ecológicos son aquellos desarrollados por la Unesco con base en el trabajo de 1974 de Mueller-Dombois y Heinz Ellenberg (Jennings, 1994), que describe la estructura de la vegetación y la cubierta de la Tierra como formas de vida vegetal, el sistema de clasificación de la cubierta terrestre (LCCS, por su sigla en inglés), desarrollado por la FAO (Di Gregorio y Jansen, 2000).

Ecológicamente, la aproximación bioclimática más conocida, que incorpora la relación entre variables físicas, es la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967), que utiliza los criterios de elevación, biotemperatura y precipitación, para definir regiones que potencialmente tendrían el mismo ecosistema. Espinal & Montenegro (1963), desarrollaron este método en la propuesta de Formaciones vegetales de Colombia (IGAC, 1977). Este trabajo ha sido referente obligado para la gestión de recursos naturales en el país, en gran parte porque permite inferir qué unidades vegetales existían potencialmente antes de ser transformadas significativamente

por intervención antrópica, y pueden asumirse como relativamente invariables en una escala de tiempo de decenas a centenares de años. La clasificación de zonas de vida permite inferir el tipo de formación vegetal que puede existir en ella, en términos de su estructura y fisonomía, basándose en el estudio de los remanentes de vegetación original que existen dentro de cada zona de vida.

Este sistema de clasificación fue usado por Etter (1998) para describir los ecosistemas de bosque húmedo tropical de Colombia en elevaciones menores a 1000 m. Los bosques de montaña han sido descritos por Cavelier (1997), quien emplea la clasificación de selvas subandinas y selvas andinas, y les asigna límites altitudinales en las diferentes vertientes de los Andes.

Adicionalmente, la propuesta biogeográfica de Hernández Camacho & Sánchez Páez (1992), se basa en el concepto de bioma, definido como una unidad biótica que ocupa vastas extensiones. En ella la “unidad biótica” estaría diferenciada por características de la vegetación, que obedecen a condiciones físicas y climáticas. En su clasificación de los biomas terrestres de Colombia, estos autores establecen una primera subdivisión basada en elevación: biomas de tierras bajas y orobiomas o biomas de montaña. Los biomas de tierras bajas se caracterizan por ser “isomegatérmicos” (es decir, con temperaturas constantemente altas todo el año), y se subdividen de acuerdo con la cantidad de precipitación, en una secuencia que va desde bosques húmedos sin déficit de agua, hasta ecosistemas desérticos (Kattan, 2004). Por su parte, los orobiomas se clasifican principalmente por pisos térmicos que se corresponden con la elevación: selva subandina (selva higrofítica o subhigrofítica, es decir, húmeda o subhúmeda, del piso isomesotérmico), selva andina (selva higrofítica o subhigrofítica de pisos isomesotérmicos o isomicrotérmicos); páramo (piso oligotérmico) y zona nival. Cuando las condiciones físicas de una zona son las “típicas” o esperadas para esa zona, se tiene un bioma que se denomina zonal o zonobioma. Pero si hay condiciones atípicas, se pueden encontrar biomas azonales. Los principales biomas azonales son los relacionados con variación en los suelos (pedobiomas) o condiciones de anegamiento (helobiomas).

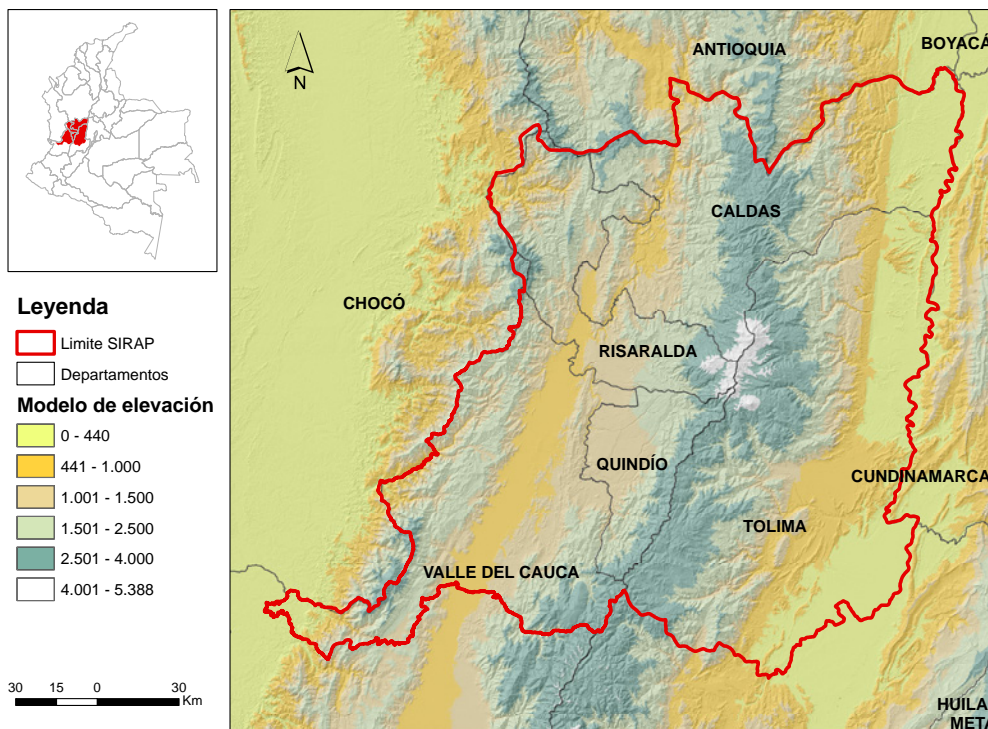
Esta propuesta biogeográfica fue tomada en cuenta en los “Ecosistemas de los Andes Colombianos y Ecosistemas de la Cuenca del Orinoco Colombiano” (Rodríguez *et al.*, 2004 y Romero *et al.*, 2004), con la variante de considerar el modelo funcional de ecosistemas que contempla la cobertura terrestre, el clima y los aspectos geomorfológicos y de suelos. Estos elementos son primordiales para la definición de las unidades funcionales, que acoge la definición de ecosistemas del Convenio de Diversidad Biológica, tomado en cuenta para la elaboración del sistema actual de clasificación de ecosistemas de Colombia a escala 1: 500.000.

Descripción

4 Descripción del área de estudio



El Sirap Eje Cafetero tiene una extensión aproximada de 3.204.815 ha, que comprenden parte de los valles aluviales de los ríos Magdalena y Cauca, y de las cordilleras Central y Occidental (Mapa 1), en un rango de elevación entre 138 y 5.283 metros sobre el nivel del mar, por lo que cuenta con una gran riqueza de pisos térmicos. La complejidad topográfica y la variedad climática de la región, han producido una gran riqueza ecosistémica. La mayor parte de esta región es húmeda, aunque existen algunos sectores secos, particularmente en los valles de los ríos Magdalena y Cauca. El Eje Cafetero es además una de las regiones más desarrolladas y con más altas concentraciones de población en el país, con aproximadamente 4.260.605 habitantes (Dane, 2010).



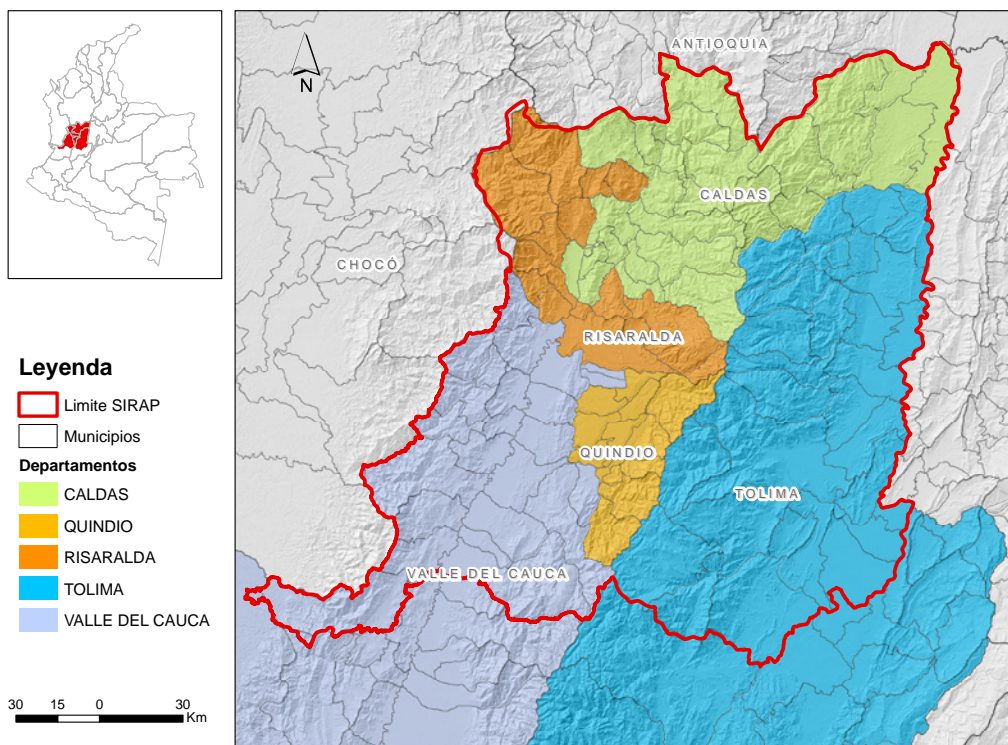
Mapa 1. Modelo digital de elevación de la ecorregión del Eje Cafetero.

Fuente: Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) USGS.

Localización y población

La región conocida como la ecorregión del Eje Cafetero, se ubica en el centro occidente de Colombia e incluye 92 municipios de los departamentos de Valle del Cauca, Quindío, Risaralda, Caldas y Tolima¹. Sin embargo, para el presente trabajo se tomaron en cuenta 107 municipios de estos mismos departamentos, siguiendo las recomendaciones del comité técnico del Sirap Eje Cafetero, de ampliar el área del mismo hasta las riberas del río Magdalena en el Tolima y algunos municipios en el Valle del Cauca, para finalmente obtener el cuadrante geográfico de coordenadas -74° 37' W y -75° 23 W y 4°44 N, 5°46 N. De esta forma, el área de estudio limita al norte con el departamento de Antioquia, al nororiente con Boyacá, al oriente con el departamento de Cundinamarca y otros municipios del Tolima, al occidente con el departamento del Chocó y al sur con los municipios de Buenaventura, Dagua, Restrepo, Yotoco, San Pedro y Buga, en el departamento del Valle, y Chaparral, Coyaima, Saldaña, Purificación y Suárez, en el departamento del Tolima (Mapa 2).

Los principales referentes ambientales están localizados entre las cordilleras Central y Occidental, conformando un sistema de áreas naturales protegidas y cuencas hidrográficas, que prestan servicios ambientales necesarios para el mantenimiento de la biodiversidad y de las actividades productivas.



Mapa 2. División político-administrativa de la ecorregión del Eje Cafetero.

Fuente: IGAC, 2005.

A pesar de su elevada población, la proporción de la misma en el total nacional tiende a decrecer: en 1973 representaba el 11,6% de la población colombiana, mientras que en 2000 disminuyó a 9,2% (Tabla 1).

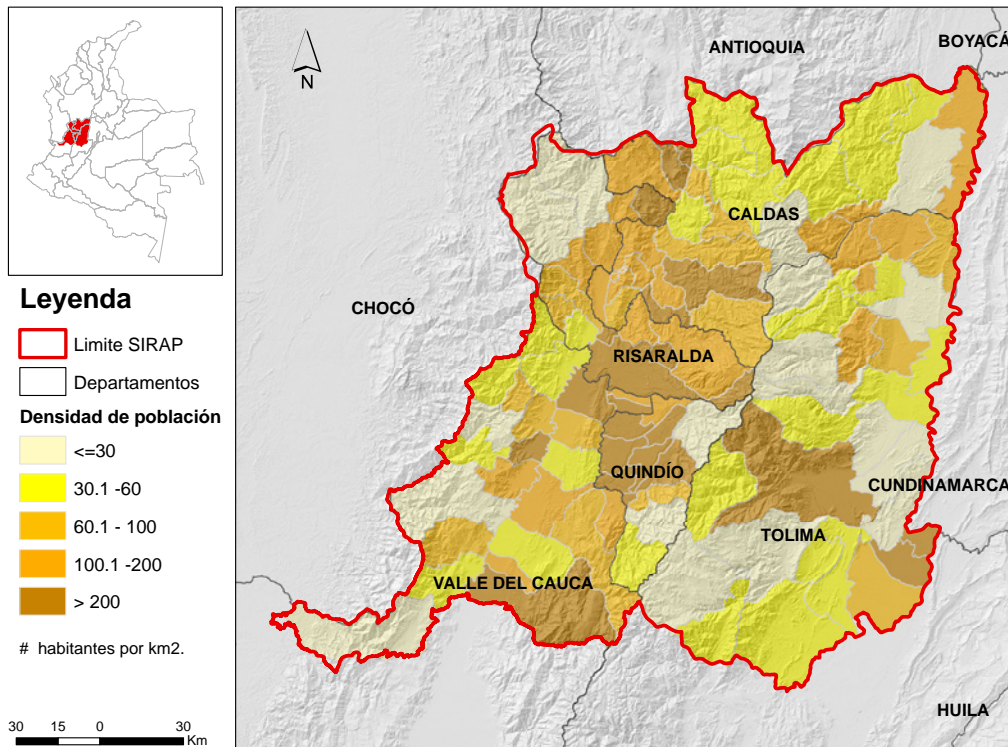
1. Documento de trabajo proyecto Ecorregión del Eje Cafetero: Así es la Ecorregión del Eje Cafetero, 2007

Tabla 1. Participación departamental en el total de la población regional

Departamento	Municipios	Población total Proyección a 2010	%
Caldas	27	976.438	23
Quindío	12	546.566	13
Risaralda	14	919.653	22
Tolima	30	1.068.137	25
Valle del Cauca	24	749.811	18
Total	107	4.260.605	100

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2010.

La población en su mayoría se encuentra agrupada en los municipios que son cabeceras departamentales y municipios aledaños (Mapa 3, Tabla 2).



Mapa 3. Densidad de población por municipio.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005.

Tabla 2. Municipios con mayor densidad poblacional

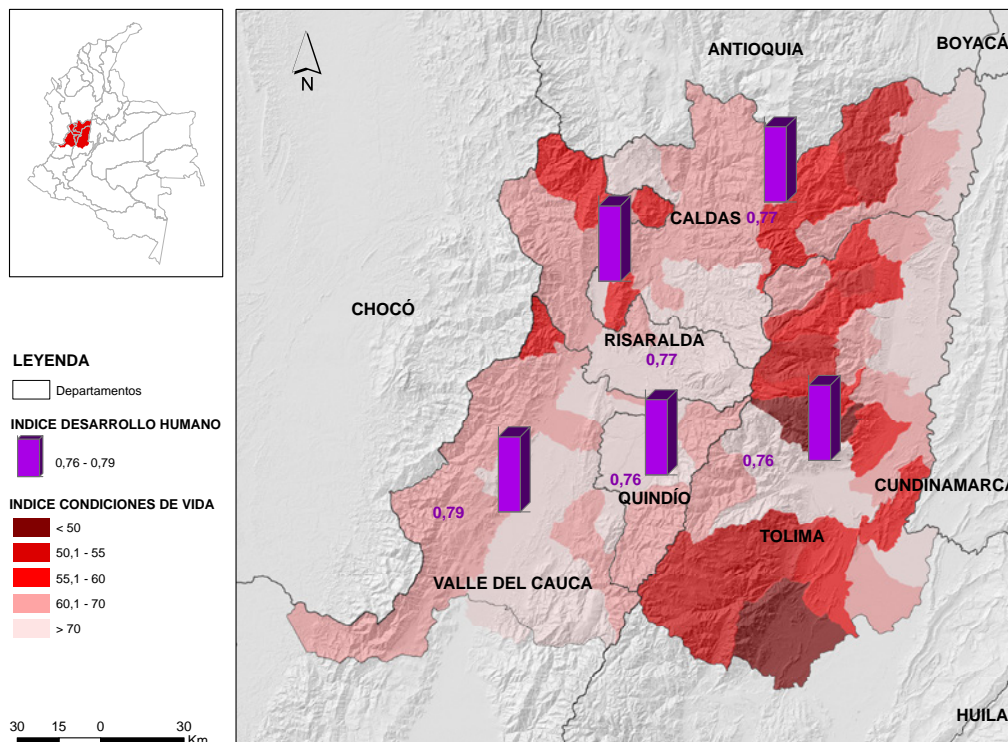
Municipio	Tipo	Hab/km ²	Departamento
Armenia	Capital departamento	2.442.87	Quindío
Dosquebradas	Cabecera municipal	2.241.26	Risaralda
La Virginia	Cabecera municipal	822.66	Risaralda
Manizales	Capital departamento	796.59	Caldas
Pereira	Capital departamento	631.84	Risaralda
Cartago	Cabecera municipal	480.12	Valle
Chinchiná	Cabecera municipal	469.26	Caldas

Municipio	Tipo	Hab/km ²	Departamento
La Tebaida	Cabecera municipal	380.73	Quindío
Calarcá	Cabecera municipal	354.52	Quindío
Ibagué	Capital departamento	346.35	Tolima
Espinal	Cabecera municipal	329.98	Tolima
Circasia	Cabecera municipal	315.43	Quindío

Fuente: Dane.
Censo general, 2005.

Calidad de vida

Por décadas la región ha sido calificada como próspera, pujante, emprendedora, remanso de paz, modelo de desarrollo, amable y cordial. Ubicada en el corazón del llamado “triángulo de oro” que forman las tres principales urbes: Bogotá, Medellín y Cali, es conocida como una de las zonas más dinámicas de Colombia (Toro, 2005). El auge de la producción de café a mediados del siglo XX, y del precio internacional del grano durante varias décadas, propició una bonanza que permitió que en la región, se concentrara más del 50% de la producción cafetera nacional, dando como resultado uno de los mayores desarrollos en infraestructura de servicios a la población, con índices de desarrollo humano que oscilan entre 0,76 para el departamento de Quindío y 0,79 para el Valle del Cauca (Mapa 4), datos que se encuentran en el rango medio-alto del promedio nacional, teniendo en cuenta que Bogotá posee el valor más alto, con 0,83, y el departamento del Chocó el más bajo, con 0,67.



Mapa 4. Índices de desarrollo humano y condiciones de vida.

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, 2005.



© Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Solo dos municipios de Tolima (Anzoátegui y Ortega) presentan índices de condiciones de vida inferiores a 50%, y los municipios con mejores valores son Armenia, Pereira, Manizales, Zarzal y Riosucio, con porcentajes mayores al 80%.

Aunque el Eje Cafetero ha sido considerado como uno de los principales núcleos de desarrollo del país, hoy se reconocen algunas dinámicas socioeconómicas negativas, que se reflejan, entre otros factores, en la disminución de cafetales en 2008 a 35% de las hectáreas sembradas en todo el país, en el progresivo desempleo y empobrecimiento, la llegada de desplazados por la violencia, la creciente migración de campesinos en busca de nuevas oportunidades, el escalonamiento de zonas de conflicto armado, los altos índices de inseguridad o la fuga hacia el exterior de miles de ciudadanos. Estos fenómenos han desencadenado el aceleramiento de distintas problemáticas ambientales urbanas, tales como la ocupación de zonas de riesgo, deterioro del espacio público, mayor contaminación hídrica, atmosférica y disminución del área forestal, entre otros.

Infraestructura regional y urbana

Las ciudades capitales de la región, actualmente en proceso de conurbación, se desarrollaron a lo largo de ejes estructurantes naturales como el río Cauca, la cordillera Central y el río Magdalena, acompañadas por una importante infraestructura regional, principalmente en lo que se refiere a vías terrestres (Agenda para el desarrollo sostenible de la ecorregión Eje Cafetero -Colombia 2007-2019).

Al Eje Cafetero le cruzan zonas de desarrollo geoeconómico, como el eje vial Buenaventura-Bogotá-Caracas, integrador del comercio entre el Atlántico y el Pacífico, el *corredor del Magdalena* y el *corredor del Cauca*. Adicionalmente se ejecutan proyectos de gran trascendencia para la región y el país, como el proyecto hidroeléctrico La Miel, el puerto multimodal de La Dorada, el aeropuerto internacional de Pereira, los puertos secos de La Tebaida y La Felisa, la troncal del Cauca, el túnel de La Línea, que hace parte de la transversal Bogotá-Buenaventura, y la rehabilitación de 500 km del Ferrocarril de Occidente (Agenda para el desarrollo sostenible de la ecorregión Eje Cafetero -Colombia 2007-2019).

Institucionalidad y gobernabilidad

De acuerdo con el documento “Ecorregión Eje Cafetero: un territorio de oportunidades” (Alma Mater - Forec, 2002), en la región coexisten las más variadas formas de presencia político-institucional, que van desde los resguardos indígenas y el territorio de comunidades afrodescendientes en el noroccidente de Risaralda, hasta las comunas de las áreas metropolitanas y corregimientos de los municipios, y sus asociaciones, pasando por los departamentos.

Esta configuración institucional, que va unida a la importancia y participación en la economía nacional, hace que la región cafetera esté obligada a participar activamente del debate público sobre el futuro, desde el pensamiento global al regional, en temas como la nueva distribución de competencias y recursos, la consolidación institucional, gestión en lo público y control social, así como programas para la modernización institucional. La vigencia de las actuales entidades y la necesidad de articular los procesos de reordenamiento del territorio, deben ser elementos a tener en cuenta para la consolidación de la región, caracterizada por una localización geográfica y política de invaluables condiciones.

El ser epicentro de los Andes colombianos y estar el territorio interceptado o influido de una u otra manera por los tres ejes cordilleranos: Occidental, Central y Oriental, y entre ellos los ríos Magdalena y Cauca, representa para la Ecorregión un marco excepcional para el diseño de su *apuesta* al desarrollo (Proyecto Ecorregión Eje Cafetero, 2001). Pero asimismo es necesario reconocer que estos factores se han convertido en obstáculo para el desarrollo Oriente-Occidente, la interacción con el Pacífico, Venezuela y el corredor Europa-Asia.



© Yadi Toro

El marco geográfico descrito ofrece una riqueza incomparable en el potencial contenido en la diversidad de los pisos térmicos, áreas en las cuales no solo se alberga una gran cantidad y variedad de recursos naturales, sino también una importante diversidad de etnias, costumbres, paisajes, climas, zonas económicas, áreas ambientales, ciudades y pequeños asentamientos rurales que, debidamente identificados y pensados bajo el concepto de sistema, pueden contener los ingredientes necesarios del desarrollo integral sostenible de la Ecorregión.

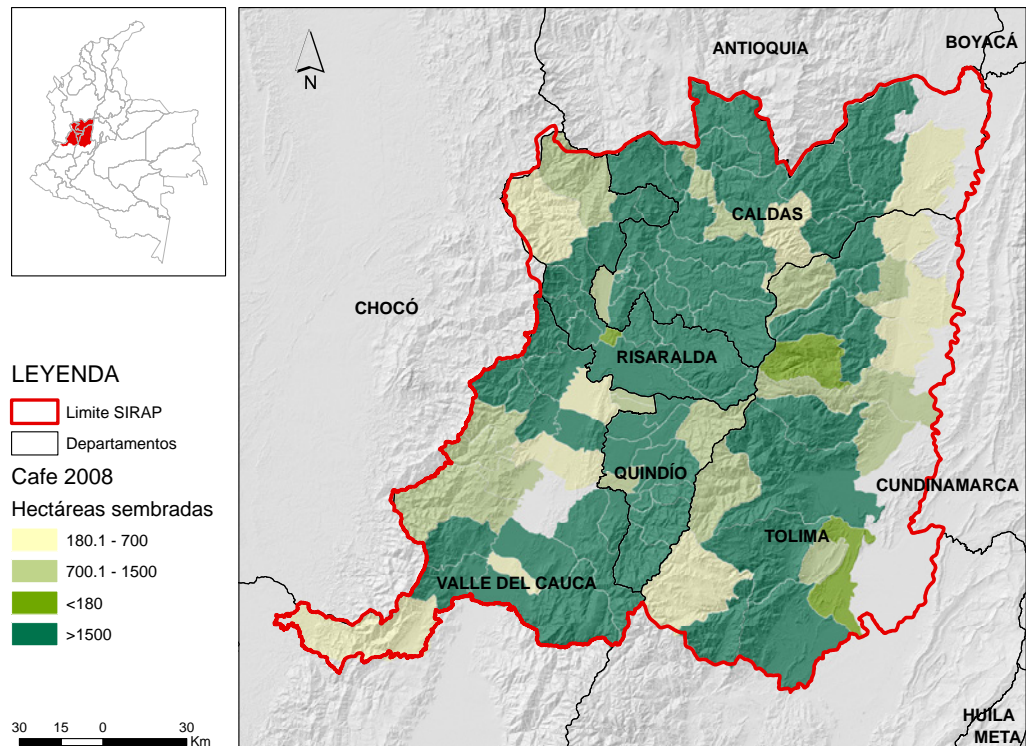
Para esto es condición fundamental identificar y actuar desde sinergias y acuerdos, en los cuales la interacción de los hechos económicos, sociales y políticos presentes en la Ecorregión puedan generar las interconexiones con otras regiones y territorios, en lo nacional y lo internacional (Proyecto Ecorregión Eje Cafetero, 2001).

Sistemas productivos

Durante varias décadas el Eje Cafetero tuvo una de las mayores dinámicas en materia económica y social en el país, pero hoy presenta signos de debilitamiento en su contribución a la economía nacional. Un ejemplo es la pérdida de dinamismo del sector agropecuario, que tiene una relación directa con la crisis cafetera originada por los bajos precios a escala nacional e internacional. Ante esta crisis,

algunos campesinos han optado por cambiar el uso del suelo productivo, dirigiendo la atención a otros cultivos o a la actividad ganadera.

Según las estadísticas cafeteras de 2008, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e IGAC, los municipios con mayor área sembrada de café son: Sevilla, Líbano, Ibagué, Belén de Umbría, Pereira, Manizales, Caicedonia, Calarcá, Pensilvania, Fresno, Santa Rosa de Cabal, Ansermanuevo, Rovira, Risaralda y El Águila, cada uno con más de 5.000 ha; y los municipios con menor presencia de café son San Luis, Murillo, La Virginia y Zarzal (Mapa 5). Del total nacional de 770.086,1 ha sembradas en café, la región del Sirap Eje Cafetero posee 271.890,6 ha, que corresponden al 35,3%.



Mapa 5. Área sembrada de café por municipio.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006.

Otras actividades que brindan oportunidades económicas importantes en la actualidad son el agroturismo, ecoturismo, mercados verdes y la agroindustria, entre otras. El Eje Cafetero exporta 10% de su producción a otros países y 17% a otras regiones colombianas (Agenda para el desarrollo sostenible de la Ecorregión Eje Cafetero -Colombia 2007-2019).

La posición estratégica de la región juega un papel fundamental como abastecedor de bienes y servicios requeridos por las economías que constituyen el triángulo de oro de Colombia.

Recurso hídrico

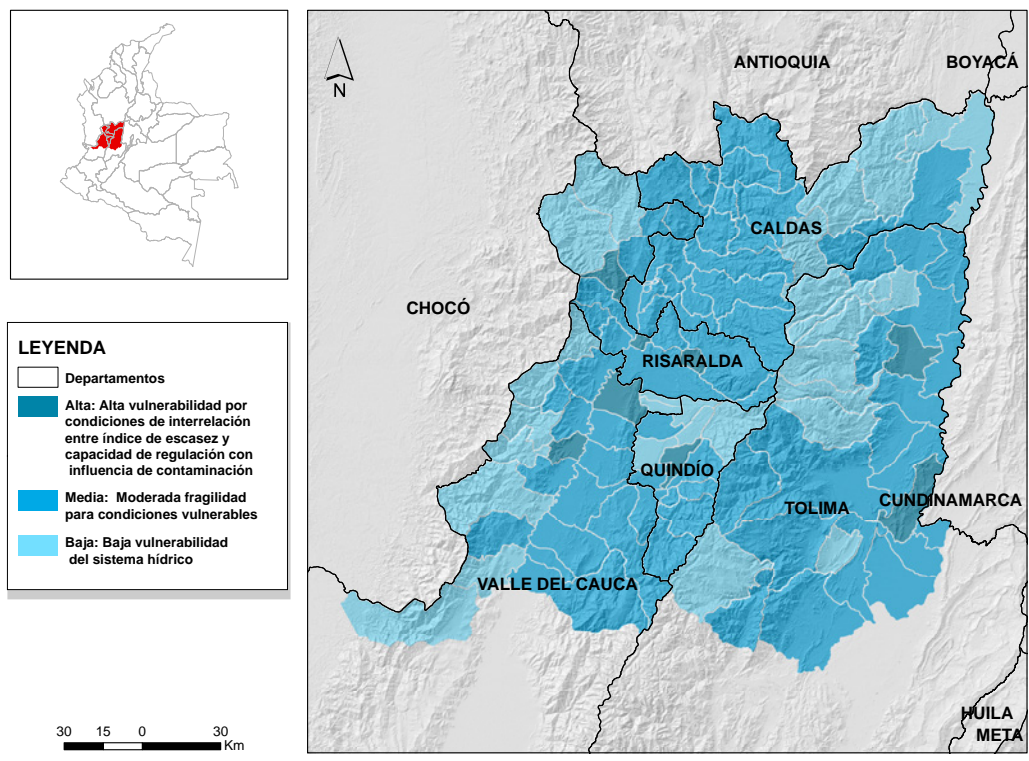
El Sirap Eje Cafetero posee una abundante red hídrica, abastecida por los ecosistemas de páramos y bosques andinos, relativamente bien conservados en los parques nacionales naturales y sus zonas amortiguadoras (Tabla 3).

Tabla 3.		Zonas hidrográficas y sistemas hídricos de importancia regional, según departamentos y municipios.		
No.	Zona	Sistema Hídrico	Departamentos	Municipios
1	Cuenca del río San Juan	Agüita	Risaralda	Pueblo Rico
		Tatamá	Risaralda	Pueblo Rico-El Águila
		UMC Alto Garrapatas	Valle del Cauca	El Cairo, Argelia, Versalles, El Dovio y Bolívar
2	Cuenca media del río Cauca	Río Risaralda	Risaralda	Guática, Mistrató, Belén de Umbría, Apía, Santuario, La Celia, Balboa y La Virginia
			Caldas	Riosucio, Anserma, Risaralda, San José y Belalcázar
		Río Otún	Risaralda	Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa
		Río Campoalegre	Risaralda	Santa Rosa
			Caldas	Chinchiná y Palestina
		Río Quindío-La Vieja	Quindío	Armenia, Salento, Calarcá, Córdoba, Pijao, Génova, Filandia, Circasia, Buenavista, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya
			Valle del Cauca	Sevilla, Caicedonia, Zarzal, La Victoria, Obando, Cartago, Ulloa y Alcalá
			Risaralda	Pereira
		Río Chinchiná	Caldas	Manizales, Villamaría, Neira y Palestina
		Margen izquierda río Cauca (UMC 17, 19 y 20)*	Valle del Cauca	El Águila, Ansermanuevo, Toro, La Unión, Roldanillo y Bolívar
UMC Bugalagrande - Tuluá	Valle del Cauca	Bugalagrande, Sevilla, Andalucía y Tuluá		
3	Cuenca media del río Magdalena	Río Guarinó	Caldas	Marulanda, Manzanares, Marquetalia, La Victoria y La Dorada
			Tolima	Herveo, Fresno y Mariquita, Casabianca, Falán y Palocabildo
		Río La Miel	Caldas	Pensilvania, Marquetalia, Samaná y Norcasia
4	Cuenca alta del río Magdalena	Coello	Tolima	Ibagué, Cajamarca y Rovira
		Saldaña	Tolima	Roncesvalles, San Antonio, Ortega, Rovira y Valle del San Juan

Fuente: Corporación Alma Mater-Forec, 2002.

A pesar de contar con un enorme potencial, el Sirap Eje Cafetero presenta múltiples problemas ambientales de origen antrópico. Por un lado, la contaminación causada por la inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, genera deterioro en las cuencas. De otra parte se evidencian desequilibrios entre la oferta y la demanda de agua, que obligan a las autoridades ambientales y territoriales a plantear una adecuada planificación regional y un manejo responsable del recurso, para garantizar su sostenibilidad, la calidad de vida y el sostenimiento del patrimonio natural frente a los procesos productivos.

A pesar de ser una de las regiones del país con mayor acceso a recursos hídricos (Mapa 6), ocho de sus municipios han sido catalogados como de muy alta y alta vulnerabilidad a la disponibilidad de agua en años secos: Armenia, La Unión, Apía, La Virginia, Cartago, Lérída, Coello y Dosquebradas.



Mapa 6. Mapa de vulnerabilidad por disponibilidad de agua en año seco.

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2000.

Áreas naturales protegidas

La conservación de muestras representativas de ecosistemas naturales por medio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas es una línea de acción de singular importancia, si se tiene en cuenta que Colombia es uno de los cinco países más biodiversos del planeta.

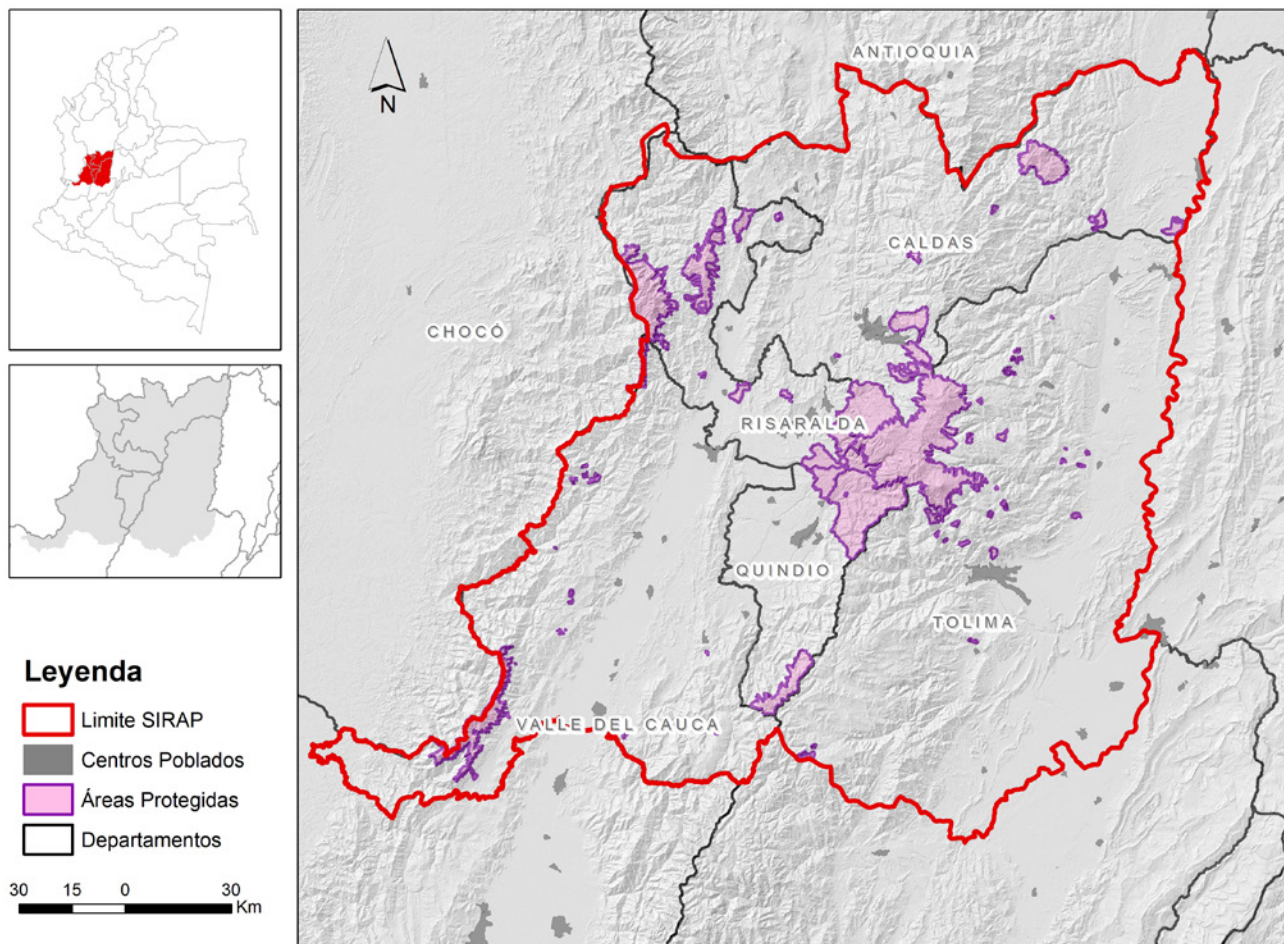
Puesto que la región andina colombiana es una de las zonas con mayor concentración de población humana en el país, y la más afectada por la

transformación de los ecosistemas naturales, es necesario adelantar acciones estratégicas en la creación y manejo de áreas protegidas, para evitar que el Sistema Nacional de Parques Nacionales se convierta en un conjunto de “islas verdes” dentro de una matriz de paisajes transformados y adversos para la preservación de la biodiversidad.

En ese sentido, los sistemas regionales de áreas protegidas buscan articular las iniciativas de conservación de nivel regional y local, dentro de un programa que permita atender las necesidades de conservación de la biodiversidad y asegurar a largo plazo la oferta de bienes y servicios ambientales.

En la actualidad el Sirap del Eje Cafetero está conformado por las múltiples iniciativas regionales y locales de conservación (Tabla 4, Mapa 7), con jurisdicción de las corporaciones autónomas regionales y organizaciones públicas y privadas, y a escala nacional, de Parques Nacionales, que son los responsables de su manejo efectivo.

Tabla 4. Sistema Regional de Áreas Protegidas				
Categoría	Jurisdicción	Número	Área (ha)	Ubicación
Área de Conservación y Manejo	Departamental	16	6.865,59	Quindío
Área de Manejo Especial Étnico	Municipal	3	41.122,03	Risaralda
Distrito de Manejo Integrado	Departamental	1	22,95	Caldas
Parque Municipal Natural	Municipal	12	25.533,42	Risaralda
Parque Nacional Natural	Nacional	3	89.074,51	Tolima, Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca
Parque Regional Natural	Departamental	6	38.792,97	Valle del Cauca y Risaralda
Parque de Recreación	Municipal	1	30,82	Quindío
Reserva Forestal Nacional	Nacional	1	1.809,83	Valle del Cauca
Reserva Forestal Protectora	Departamental, Municipal	52	23.176,96	Tolima y Quindío
Reserva Natural Municipal	Municipal	1	287,60	Valle del Cauca
Reserva de Recursos Naturales	Departamental	12	191,08	Valle del Cauca
Reserva de la Sociedad Civil	Municipal	42	6.267,73	Quindío y Tolima
Santuario de Flora y Fauna	Nacional	1	409,28	Risaralda
Totales		151	233.584,76	



Mapa 7. Mapa de áreas protegidas.

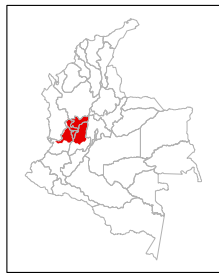
Fuente: CVC, Carder, CRQ, Corpocaldas, Cortilima, 2005.

Amenazas

Las características geológicas y geomorfológicas de la región determinan la existencia de diferentes amenazas naturales y antrópicas que traspasan los límites político-administrativos, y que por ende ameritan un tratamiento regional. Esto es particularmente cierto en lo que concierne a eventos sísmicos, volcánicos y de inundación o avalanchas en cuencas de carácter regional. Estas amenazas, conjugadas con las condiciones de vulnerabilidad, configuran escenarios de riesgo de especial consideración.

La erupción del cráter Arenas del volcán del c, en 1985, y el sismo del 25 de enero de 1999, son dos de los mayores desastres en la historia del país, que afectaron el tejido social, la actividad económica y gran parte de la estructura física, pública y privada de las ciudades y centros poblados del Eje Cafetero, lo que confirma su vulnerabilidad frente a estos eventos naturales.

Los lugares de mayor amenaza por remoción en masa se encuentran en las vertientes montañosas del río Cauca (Mapa 8). En cuanto a eventos volcánicos las regiones con mayor amenaza se presentan en los alrededores del volcán Nevado del Ruiz y El Machín, en el Tolima (Mapa 9).

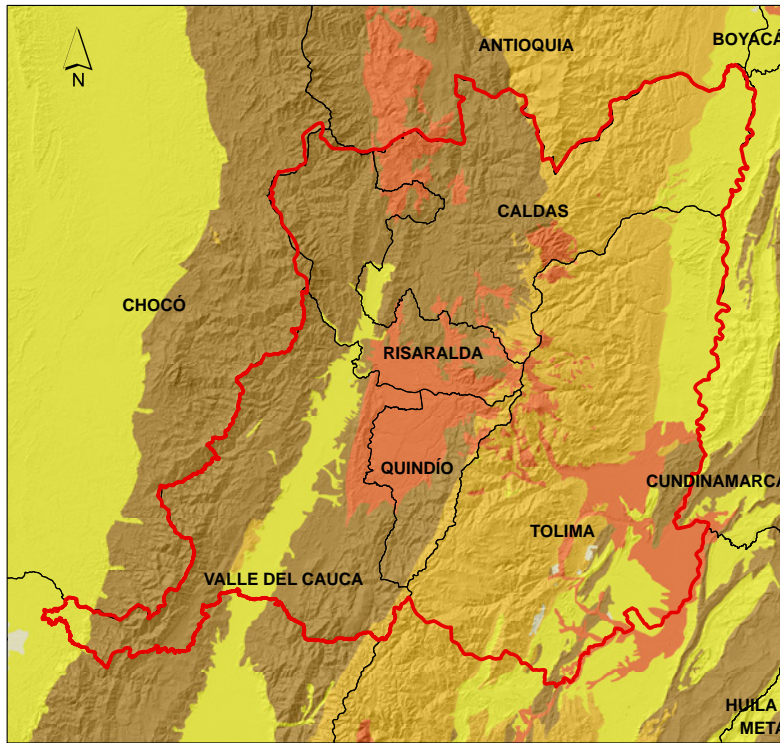
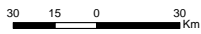


LEYENDA

- Limite SIRAP
- Departamentos

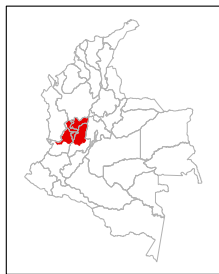
Amenaza por remoción en masa (2003)

- Muy Alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy Baja



Mapa 8. Amenaza por remoción en masa.

Fuente: Instituto Colombiano de Geología y Minas -Ingeominas. 2003.

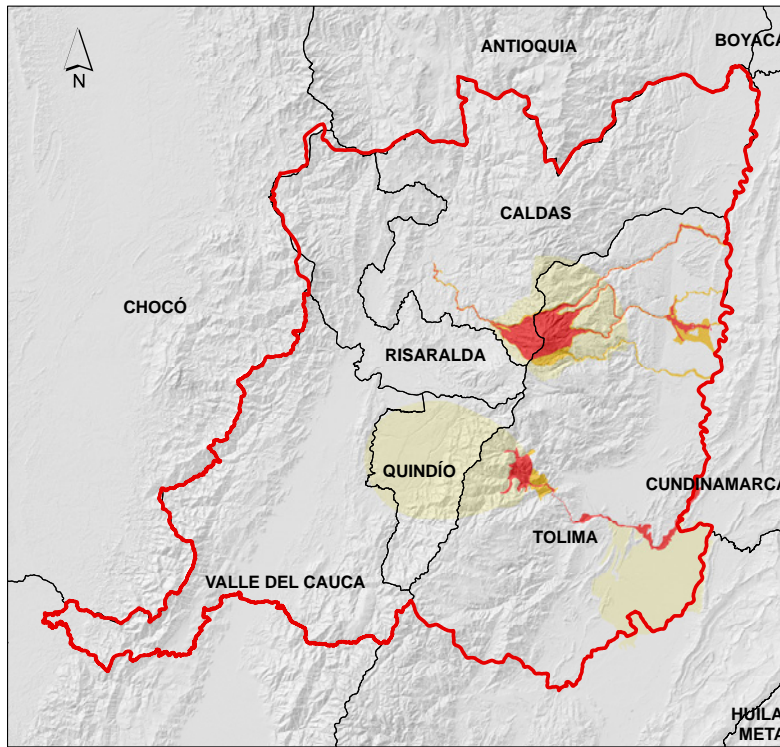


LEYENDA

- Limite SIRAP
- Departamentos

Amenaza volcánica (2007)

- Alto
- Moderado
- Bajo



Mapa 9. Amenaza volcánica.

Fuente: Instituto Colombiano de Geología y Minas -Ingeominas. 2007.



Las etapas y procedimientos cartográficos para obtener el mapa de ecosistemas, se basaron en la propuesta metodológica del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, tomando en cuenta los procedimientos para el área continental, donde la delimitación de ecosistemas consistió en la integración de información de geopedología, zonificación climática y coberturas de la tierra, mediante procesos de análisis espacial y sistemas de información geográfica (Ideam, 2007), verificada paralelamente junto con la propuesta metodológica de Cartografía de Ecosistemas de los Andes Colombianos, del Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Rodríguez *et al.*, 2004), los estándares de Predicción de Mapas de Ecosistemas propuestos por el *Resources Inventory Committee* (1999, 2000) y los protocolos de calidad y exactitud de Meidinger (2000, 2003). En el diseño de la metodología se propusieron nueve etapas (Figura 1).

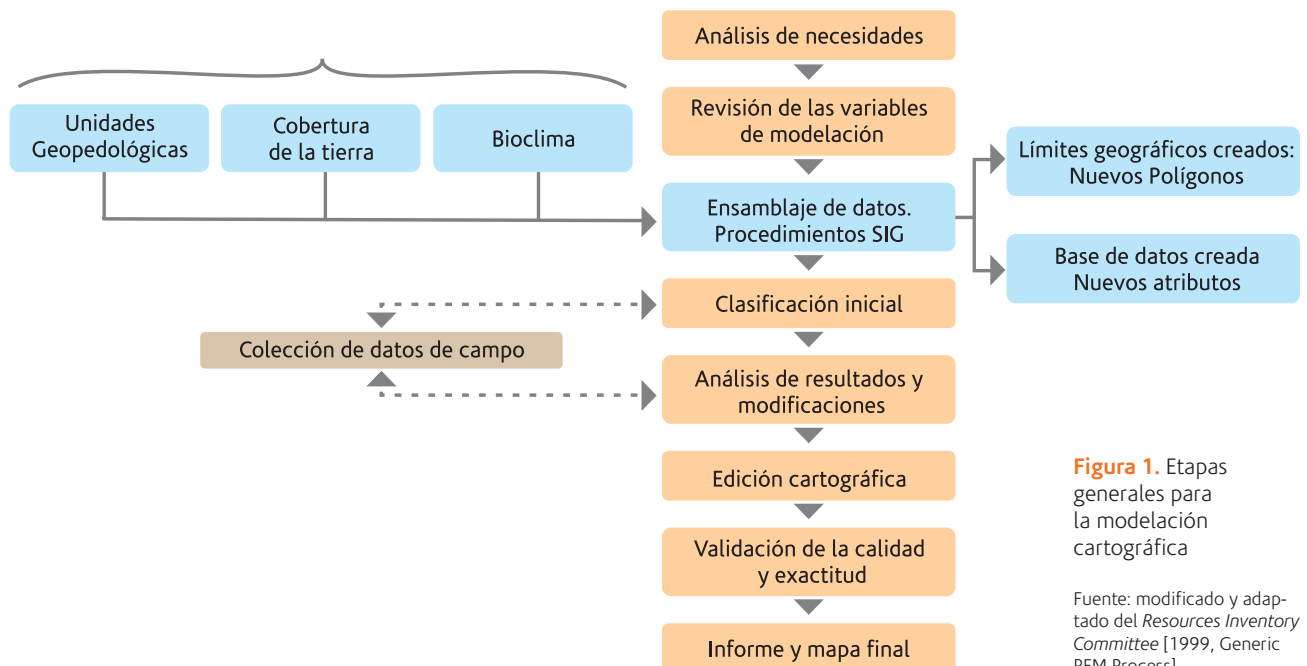


Figura 1. Etapas generales para la modelación cartográfica

Fuente: modificado y adaptado del *Resources Inventory Committee* [1999, Generic PEM Process].

■ Necesidades cartográficas

Las variables temáticas a tener en cuenta en los mapas de entrada, fueron aquellas que mediante el sistema de clasificación, caracterizan y delimitan un ecosistema de otro. La base de datos cartográfica utilizada fue el fruto de la recopilación de información oficial existente a escala 1:100.000 (Tabla 5). De igual manera utilizamos el modelo de elevación digital a 30 m de resolución espacial, SRTM (USGS 2006, *Shuttle Radar Topography Mission*), corregido hidrológicamente por medio de algoritmos de análisis espacial, utilizando *HydroSHEDS* (WWF, 2006).

Tabla 5. Fuentes cartográficas utilizadas

Variable	Fuente	Escala
Cobertura de la Tierra	Ideam	1:100.000
Suelos	IGAC	1:100.000 departamental
Geología	Ingeominas	1:100.000
Biomás	Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007	1:500.000

Sistema geodésico de referencia y proyección cartográfica

La cartografía de ecosistemas a escala 1:100.000 para la región del Eje Cafetero se elaboró con base en coordenadas geográficas Magna-Sirgas y coordenadas planas, proyección Gauss-Krueger, Colombia origen Bogotá, siguiendo la directriz del IGAC al adoptar en 2005 un nuevo sistema geodésico de referencia. Tomando en cuenta el sistema de proyección elegido, se re proyectaron los datos de suelos, cobertura de la Tierra, geología, biomás y clima a Magna-Sirgas para el empalme y edición cartográfica posterior.

■ Variables de modelación

Cobertura de la Tierra

El mapa de coberturas de la Tierra utilizado tomó como base los mapas generados por Ideam e IGAC a escala 1:100.000, según la metodología *Corine Land Cover* (*Coordination of Information on the Environment*), adaptada para Colombia en el marco de trabajo de la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la Tierra². Algunos de los vacíos de información se cubrieron con los mapas generados a partir de imágenes Landsat y Aster del Sirap Eje Cafetero 1999-2001.

Leyenda de cobertura de la tierra a escala 1:100.000

La leyenda nacional de coberturas de la tierra y la caracterización de sus unidades, cuenta con la estructura de la leyenda desarrollada para la cuenca Cauca-

2. Leyenda nacional de coberturas de la Tierra metodología *Corine Land Cover* adaptada a Colombia. Escala 1:100.000. Versión 1.1, 2008.

Magdalena, elaborada conjuntamente por Ideam, IGAC y CorMagdalena (2008) por un grupo técnico de investigadores de los institutos Ideam, IGAC, Sinchi, Humboldt y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con la colaboración de Asocar, Invemar, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Cormacarena, quienes definieron el conjunto final de unidades que incluyera las coberturas presentes en el territorio nacional (IGAC, 2008).

Así, para cada grupo de coberturas se propone un nivel de unidades, con el detalle que se considera adecuado para obtener cartografía escala 1:100.000 de coberturas de la Tierra. El nivel tomado en cuenta dependió de la resolución espacial de las imágenes de satélite Landsat TM del periodo 2000-2002 (Ideam, IGAC y CorMagdalena, 2008)

La mayor parte de la región está cubierta por territorios agrícolas, y poco más de una tercera parte está cubierta por bosques y áreas seminaturales (Figura 2). La extensión en hectáreas de cada una de las categorías de coberturas en el Eje Cafetero se presenta en el anexo 1.

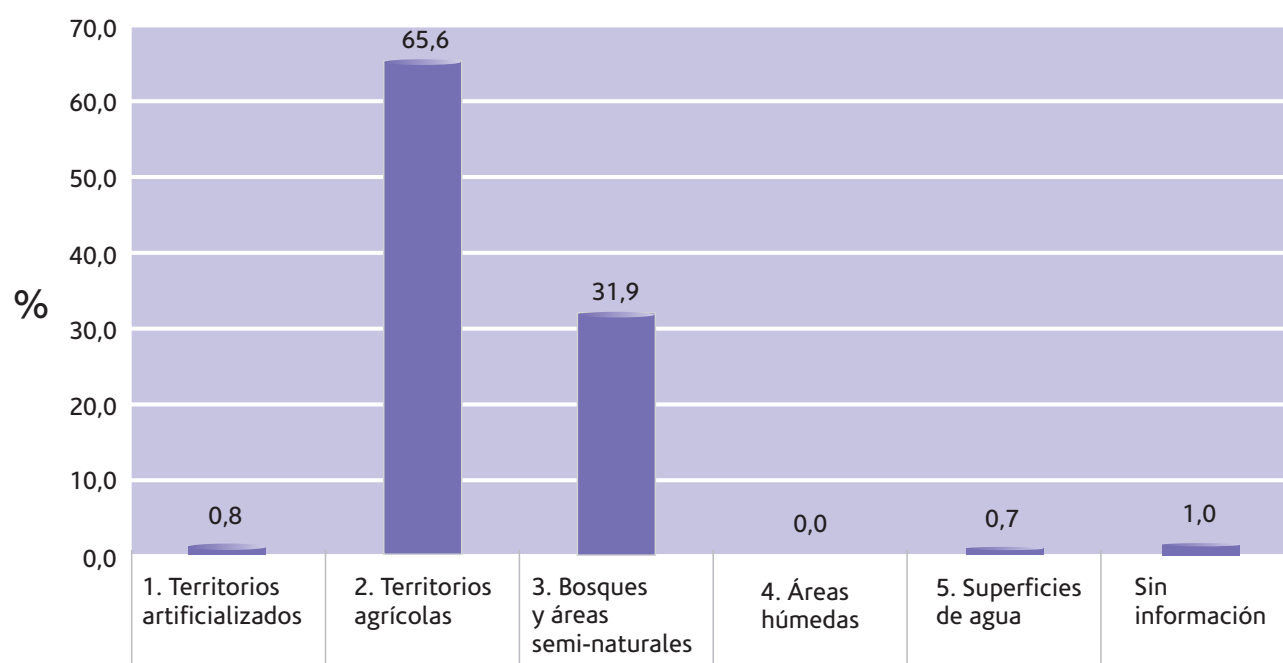
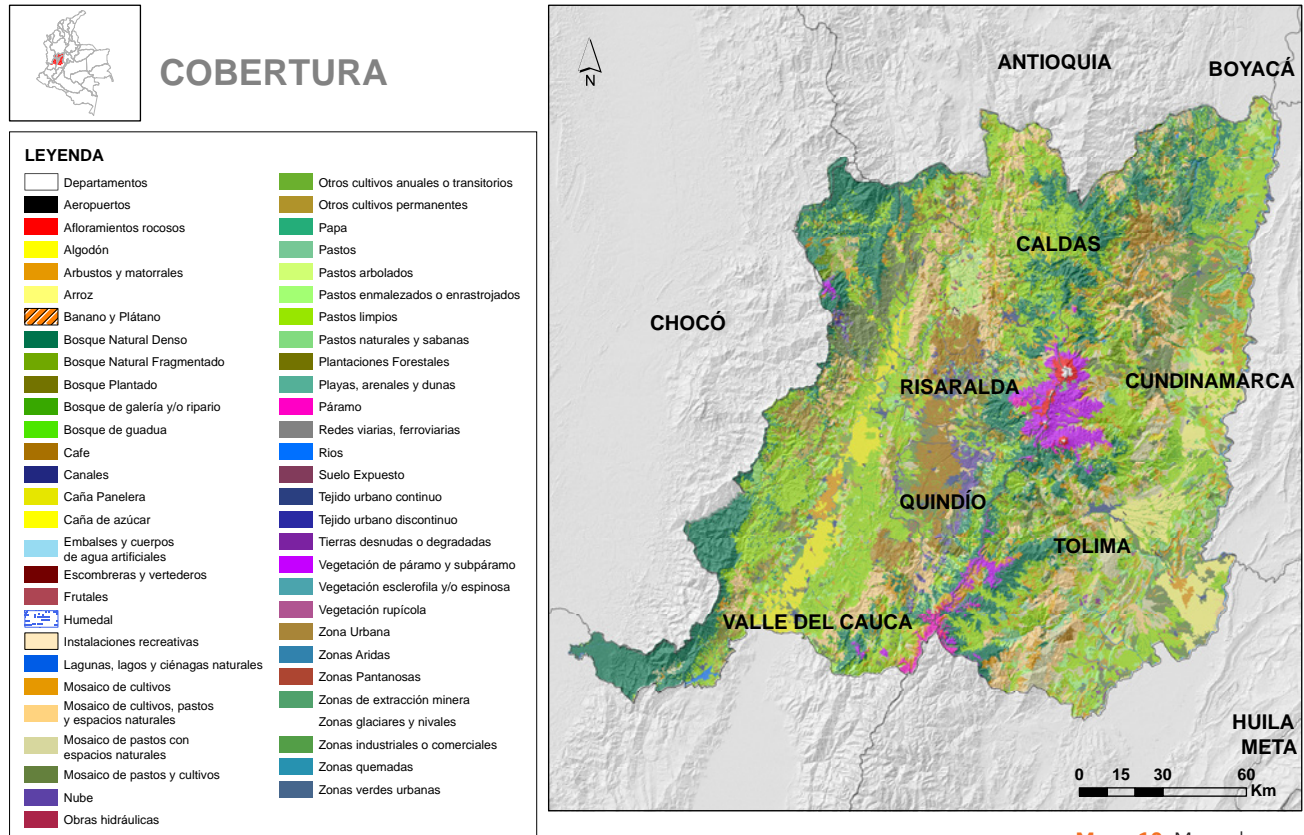


Figura 2. Distribución de las coberturas de la Tierra en el Eje Cafetero.

Por ser la guadua uno de los recursos de importancia para la gestión ambiental en el Eje Cafetero, se incorporaron polígonos mayores a 25 hectáreas del estudio de microzonificación de guadua (Carder, 2009). Sin embargo, es necesario aclarar que como categoría no está presente en la propuesta de leyenda nacional de cobertura de la Tierra (IGAC, 2008), por lo cual es una adición al mapa de cobertura de la Tierra provisto por el Ideam, clasificada como un área con vegetación herbácea y/o arbustiva (Mapa 10).

Históricamente la región ha sido una de las áreas más extensamente sembradas de café en Colombia. Sin embargo, las dinámicas de los mercados³ y las continuas políticas de diversificación de cultivos han reducido drásticamente su extensión, por lo que en este mapa solo se observa una cobertura actual de 116.361 ha de café (3,6% del área estudiada).



Mapa 10. Mapa de cobertura de la Tierra.

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2008.

Sin embargo, debido a técnicas actuales del cultivo del café, la mayoría de las veces este se encuentra asociado con otro tipo de cultivos, como plátano, maíz o especies forestales como el nogal, y por lo tanto la identificación de las áreas cultivadas en las imágenes de satélite con las que se elabora el mapa se hace difícil, ya que la clasificación de esta asociación es descrita como "mosaicos", donde se mezclan varios tipos de vocaciones de uso con áreas naturales. La suma de estas clasificaciones arroja un total de 653.045 ha más o menos (20,4% de la cobertura total de la región).

Muchas de las áreas antiguamente cultivadas con café han pasado a convertirse en pastizales para la producción de leche y cría de ganado vacuno, y representan la mayor cobertura observada con un total de 33% de la región (aproximadamente 1.067.833 de hectáreas, sumando todos los tipos de pastos que ofrece la metodología Corine Land Cover). Una de las coberturas naturales mejor conservada es la de bosque natural denso, que alcanza 16% de la cobertura de la región, gracias a la conservación que se ha hecho en las zonas altas de las cordilleras,

3. Según la Federación Nacional de Cafeteros, la producción colombiana cayó 30% en el primer bimestre de 2009 frente a igual periodo del año pasado, en tanto que las exportaciones disminuyeron 20%. De acuerdo con el reporte, la caída obedeció a "la menor producción del grano, fruto de la renovación de cafetales, los efectos de la menor fertilización y el invierno de los últimos meses del 2008". <http://cafecolombiano.com/>

así como la de páramos y subpáramos, que sumados alcanzan 84.480 hectáreas (aproximadamente 2,6% del total) (Figura 3).

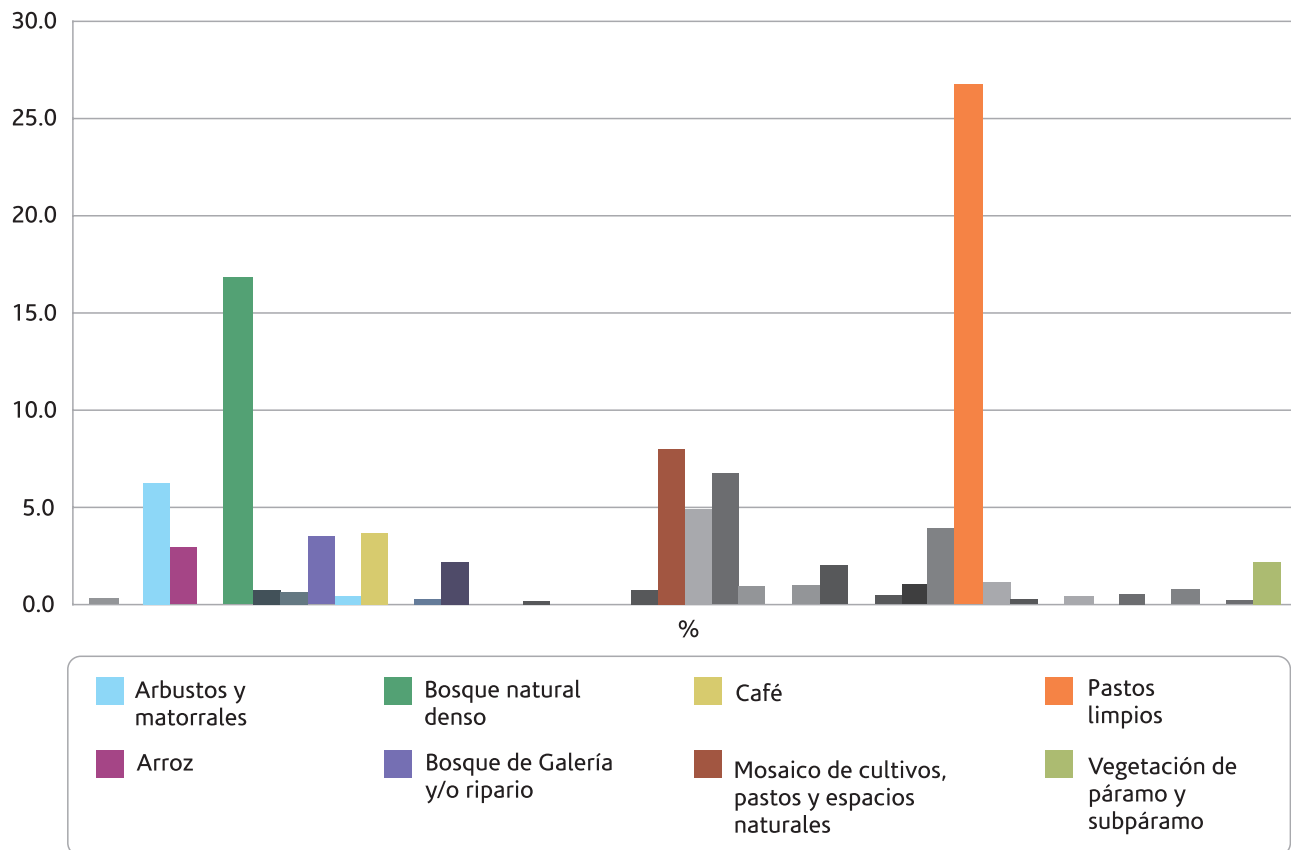


Figura 3. Distribución de las coberturas de la tierra en el Sirap Eje Cafetero.

Clima

Según el Diccionario Meteorológico (1992, citado por Ideam, 2001), el clima “es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad, considerando un periodo largo de tiempo”. Ecosistémicamente, esta variable representa los cambios en la altitud y factores climatológicos que configuran las características físicas de una región, conformando así regiones eco-climáticas que pueden ser usadas para determinar límites de ecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2004). Para la modelación del mapa bioclimático del Eje Cafetero, se procedió a modelar la información generada a partir de la caracterización climatológica.

Precipitación y temperatura

La caracterización climatológica del Eje Cafetero se hizo con base en el análisis detallado del comportamiento espacio-temporal de precipitación (mm) y temperatura, entendida la primera como el promedio multianual ajustado mediante series de tiempo (Ideam, 2007), tomando como unidad de medida el milímetro de agua lluvia (un milímetro de agua lluvia equivale a un litro por metro cuadrado), y la segunda como el estado térmico de la atmósfera, medido en °C en una caseta de observación meteorológica a 2 m de altura, y teniendo en cuenta la información recopilada en las estaciones y su topografía.



© Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Ganadería Páramo de Letras

• Series de tiempo

Los datos base para el análisis climático fueron suministrados por las corporaciones autónomas regionales del Quindío y el Valle del Cauca, así como del estudio *Actualización de la información climatológica de la ecorregión del Eje Cafetero*, hecho por la Carder (2003) y el complemento de estaciones de la red meteorológica del Ideam.

La mayoría de los datos disponibles se encuentran en series mensuales multianuales y para muy pocas estaciones (casi 20) diarias. Esto establece un sesgo en el estudio de la variabilidad climática detallada para la región. Por otro lado, hubo algunas series faltantes, por lo que llevamos a cabo un análisis propio por región, para completarlas.

Posteriormente unificamos las series. Para los datos mensuales multianuales usamos una macro para pasar los datos a una sola columna con el fin de poder hacer una descripción estadística y regionalizar las estaciones por departamento, para poder hacer el relleno de las series faltantes.

La selección de las estaciones tuvo como parámetros el registro de las series (buen periodo), la ausencia de datos, la topografía, etc. El relleno de las series se hizo con el Método de Análisis de Dobles Masas o Masas Acumuladas, al cual



© Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Buenavista - Quindío

posteriormente se seleccionaron estaciones por su ubicación, que estuvieran en la región del análisis y que su densidad fuera significativa debido a la topografía.

Se cuenta con 365 estaciones para la variable precipitación (mm), de las cuales 297 se encuentran dentro del Eje Cafetero, y para la variable temperatura (°C), 140 estaciones, 87 de ellas en la región. Teniendo en cuenta la información disponible, el periodo seleccionado para analizar la variable precipitación fue 1972-2004, y para la variable temperatura, 1980-2004.

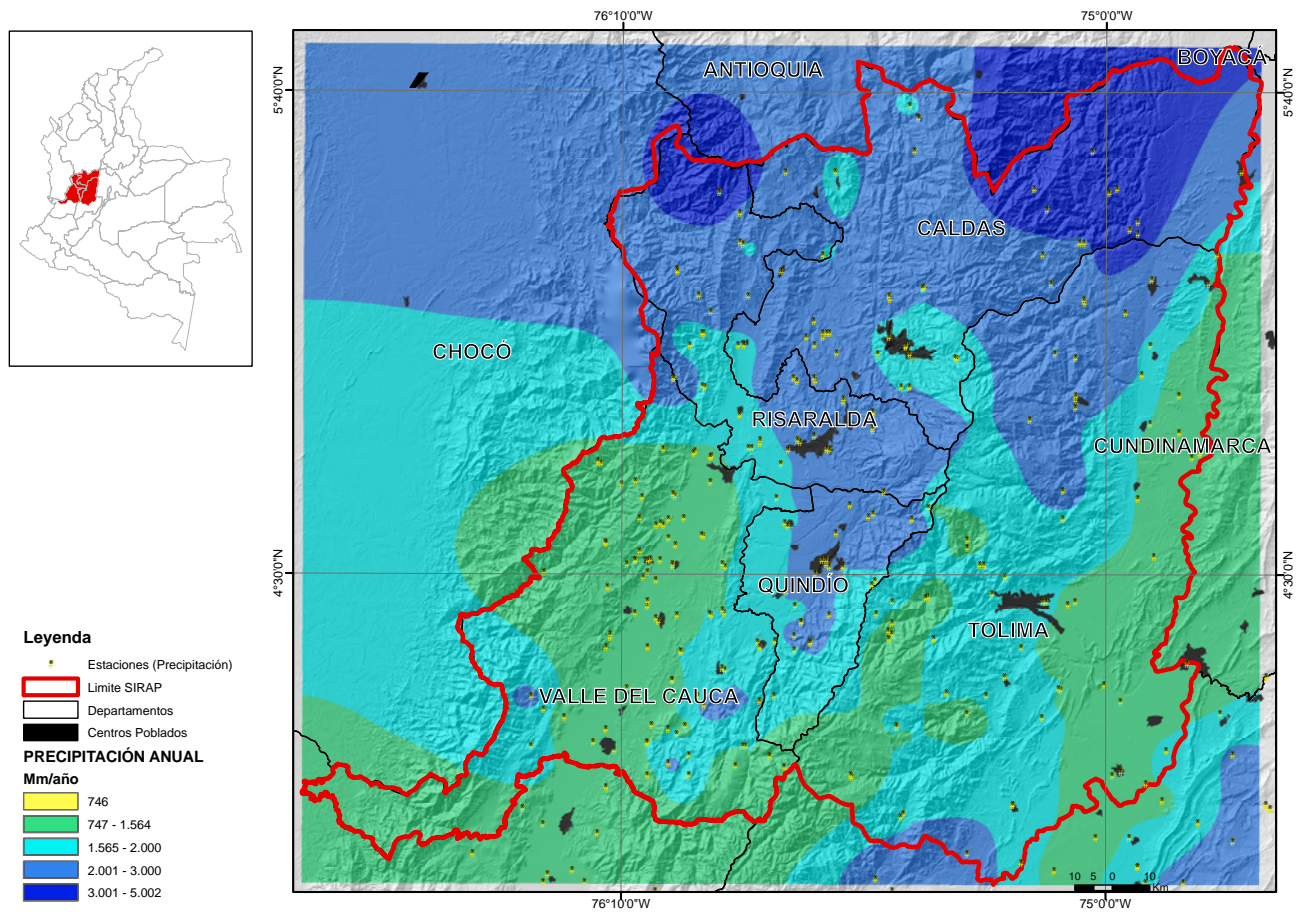
En la descripción del clima consideramos incluir los patrones espacio-temporales y la variabilidad climática. Para este estudio las variables empleadas fueron la temperatura del aire y la precipitación, debido a ausencia de información para otras variables.

Hicimos la descripción de los patrones climatológicos con ayuda de la distribución espacial y durante el año (ciclo anual), de los promedios multianuales de las variables climatológicas mencionadas. La distribución espacial de estas variables se llevó a cabo con el método de interpolación de CoKriging, herramienta del programa ArcGIS versión 9.2.

Hicimos también un análisis multivariado para precipitación y temperatura (Anexo 2), el cual fue base para la selección de series de tiempo y estaciones que sirvieron para la interpolación y generación espacial de mapas de precipitación y temperatura.

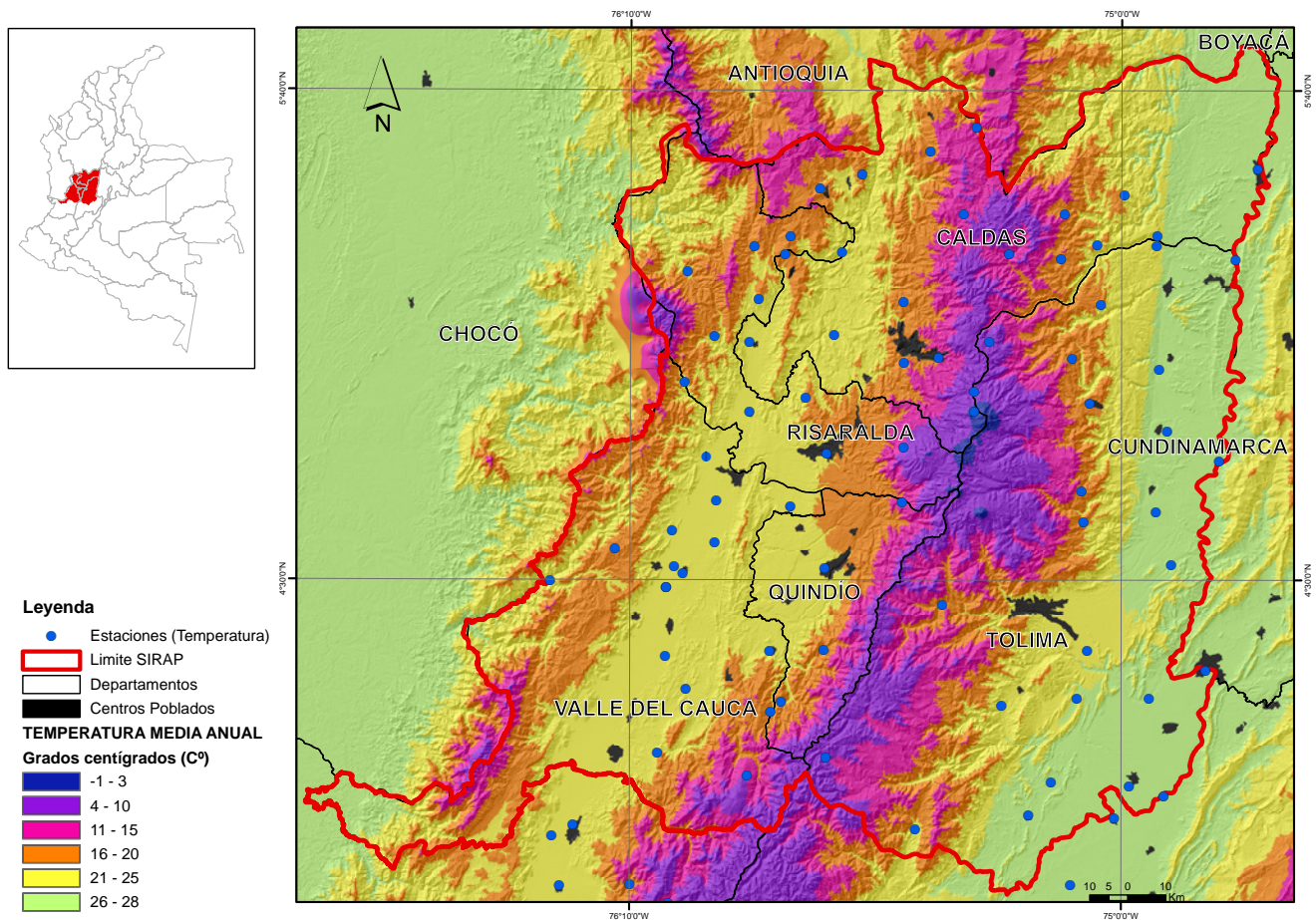
El Eje Cafetero presenta una precipitación anual que oscila entre 710 y 5500 mm. Las mayores precipitaciones se observan en las elevaciones propias de las cordilleras en los departamentos de Caldas y Risaralda (límites con el Chocó), y las menores en los departamentos del Tolima y Valle del Cauca. La precipitación se

distribuye en 7 niveles, que van desde 700 hasta 6.420 mm para todo el Eje Cafetero (Mapa 11). Las regiones más húmedas se encuentran al noroccidente (límite con el Chocó Biogeográfico) y al norte en los límites con la cordillera Central, con precipitaciones entre 5.500 y 6.500 mm. Las mínimas precipitaciones se ubican en las zonas planas como el Valle del Cauca y el Tolima, entre 700 y 2.300 mm. Las variaciones medias se encuentran entre Risaralda y Caldas, con precipitaciones entre 2.300 y 4.500 mm, aproximadamente.



Mapa 11. Distribución espacial de la precipitación anual (mm) para el Eje Cafetero.

La temperatura media anual para el Eje Cafetero (Mapa 12) oscila entre 16°C a 2.500 m y hasta 6°C en la parte más alta (3.000-3.800 m, en la parte occidental). Las temperaturas promedio máximas (Mapa 12) alcanzan aproximadamente 30°C. Los departamentos con mayor temperatura media son Tolima y Valle del Cauca, con 32°C y 31°C, respectivamente. Las temperaturas mínimas están alrededor de 6-8°C en la parte baja y aproximadamente 0°C en los páramos altos.



Mapa 12. Distribución de las estaciones de temperatura media (°C) para el Sirap Eje Cafetero.

Evapotranspiración

Se halló con base en la metodología de Holdridge (1947 y 1956) para determinar la evapotranspiración potencial. En el sistema de Holdridge, la temperatura se calcula como Biotemperatura; este concepto es único para el sistema y se diferencia de la temperatura, tal como la calculan los meteorólogos. Considera que únicamente dentro del rango de temperatura de 0 a 30 °C, las condiciones son favorables para la fotosíntesis neta positiva, o crecimiento. El valor de 30 °C representa un promedio alrededor del cual las especies varían ligeramente en cuanto sus límites superiores de temperatura efectiva de crecimiento. Para lugares en donde la temperatura del aire sobrepase los 24 °C, tendrá generalmente un número significativo de horas con temperatura del aire superior a 30 °C, por lo cual se debe hacer una corrección. Igualmente en lugares donde la temperatura del aire esté bajo del punto de congelación (0 °C) se debe realizar una corrección (Espinal, 1977). Con esto tenemos:

$$\text{Biotemperatura} = \begin{cases} \frac{t_{\text{máx}}}{t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}}} \times \frac{t_{\text{máx}}}{2} & t < 0^{\circ}\text{C} \\ t \text{ (}^{\circ}\text{C)} & 0^{\circ}\text{C} \geq t \leq 24^{\circ}\text{C} \\ t - \frac{3 \times \text{latitud}}{100} \times (t - 24)^2 & t > 24^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

t = Temperatura media mensual del aire
 $t_{\text{máx}}$ = Temperatura máxima media mensual
 $t_{\text{mín}}$ = Temperatura mínima media mensual

La evapotranspiración potencial (ETP), se define como el agua que se devuelve a la atmósfera debido a los procesos combinados de evaporación y transpiración, y de acuerdo a Holdridge (1959) se puede calcular así:

$$ETP = \text{Biotemperatura} \times 58,93 \text{ (en milímetros anuales)}$$

Distribución de la humedad

Para la definición de las provincias de humedad utilizamos la propuesta de Rodríguez et al. (2006), que retoma la propuesta de zonificación agroecológica de Colombia de IGAC y Corpoica, donde, a partir del cálculo de la variación de la evapotranspiración potencial anual y su relación con la precipitación total anual, se adoptan cuatro categorías de humedad (Tabla 6).

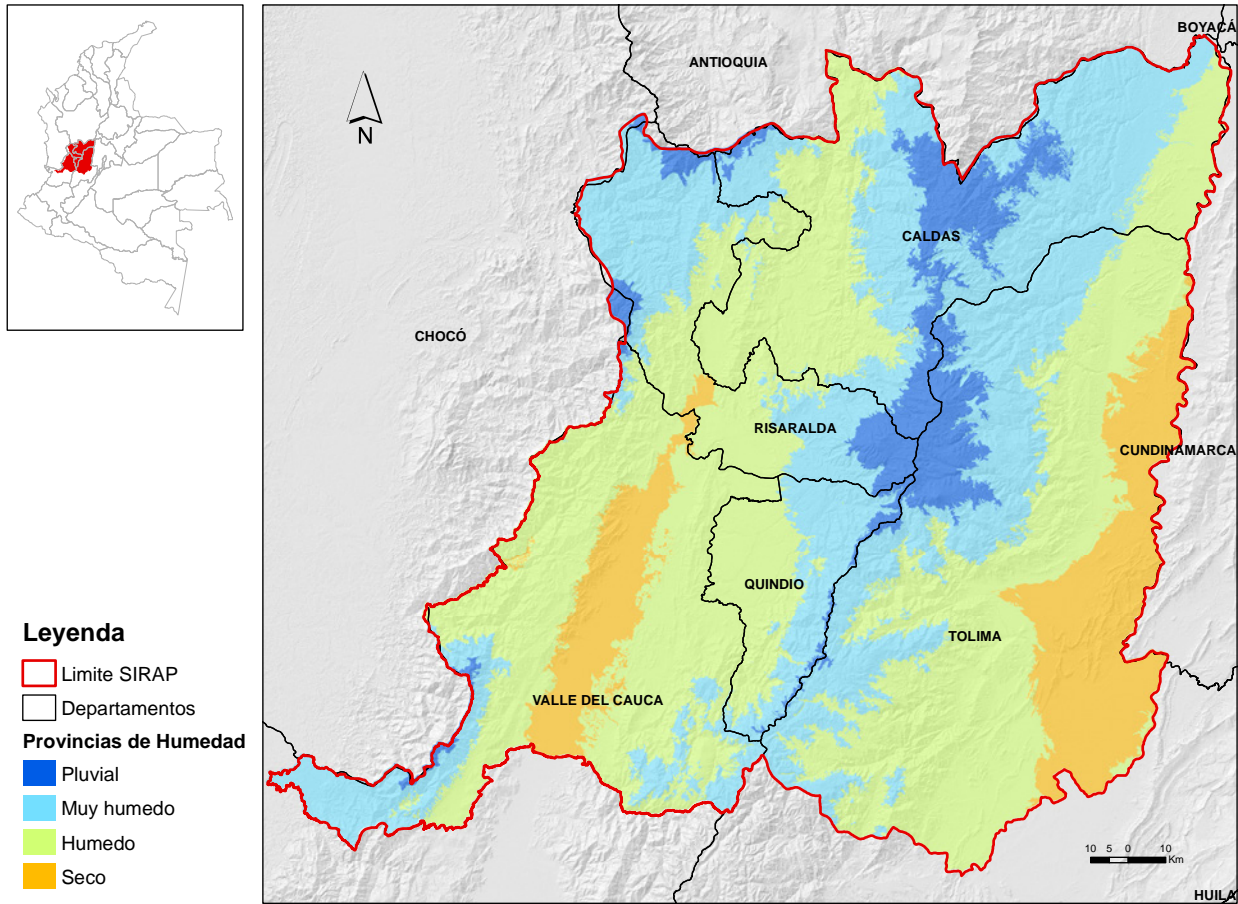
Para el Eje Cafetero la humedad se distribuye de manera heterogénea, y está marcada por el cambio de la topografía a lo largo de las dos cordilleras, en general la zona norte es más húmeda que el área sur, y la cuenca del río Magdalena más seca que la cuenca del río Cauca (Mapa 13). Las principales provincias de humedad en el Eje Cafetero son las siguientes:

- **Pluvial:** se encuentra principalmente en la cordillera Central, caracterizando el Parque Nacional de Los Nevados, el alto de Garrapatas y las cuencas altas de los ríos Claro, Chinchiná, Blanco, Sabanalarga, Guarinó, Samaná y Gualí. Al sur, sobre la parte alta de la cordillera Central, caracteriza el paramó de Chilí, en el Quindío, y en la cordillera Occidental está en inmediaciones del PNN Tatamá, en la cuchilla Paramillo y alrededores del páramo de El Duende, en el Valle del Cauca.
- **Muy húmedo:** presente a lo largo y ancho de la cordillera Central, con rangos altitudinales más amplios hacia el norte de Risaralda y vertientes de la cordillera Central en Caldas.
- **Húmedo:** caracteriza el piedemonte de la cordillera Central, presente ampliamente en el valle del río Cauca. Caracteriza la vertiente oriental de la cordillera Occidental en las inmediaciones de Trujillo, El Dovio y Versalles. De igual forma caracteriza la zona cafetera de Quindío, Risaralda, occidente de Caldas y norte del Valle del Cauca.
- **Seco:** presente hacia el río Magdalena, en los municipios de Ambalema, Alvarado, Coello, Flandes, Espinal y Saldaña. En el Valle del Cauca se encuentra en el cañón de Garrapatas, en cercanías de La Unión, Toro y El Dovio, y a lo largo del río Cauca.

Tabla 6. Clasificación de la humedad

Clase	Relación ETP/ PT
Pluvial	0,125 – 0,25
Muy húmedo	0,25 – 0,5
Húmedo	0,5 – 1
Seco	1 – 2
Muy seco	2 – 4

Fuente: Zonificación agroecológica de Colombia (IGAC y Corpoica) en ecosistemas de los Andes colombianos, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.



Mapa 13. Distribución espacial de la clasificación de provincias de humedad.

Pisos térmicos

Para analizar la variación de las temperaturas respecto a la altura sobre el nivel del mar, se toma como referencia la Clasificación de Caldas. En ella se determinan 5 pisos térmicos (Tabla 7).

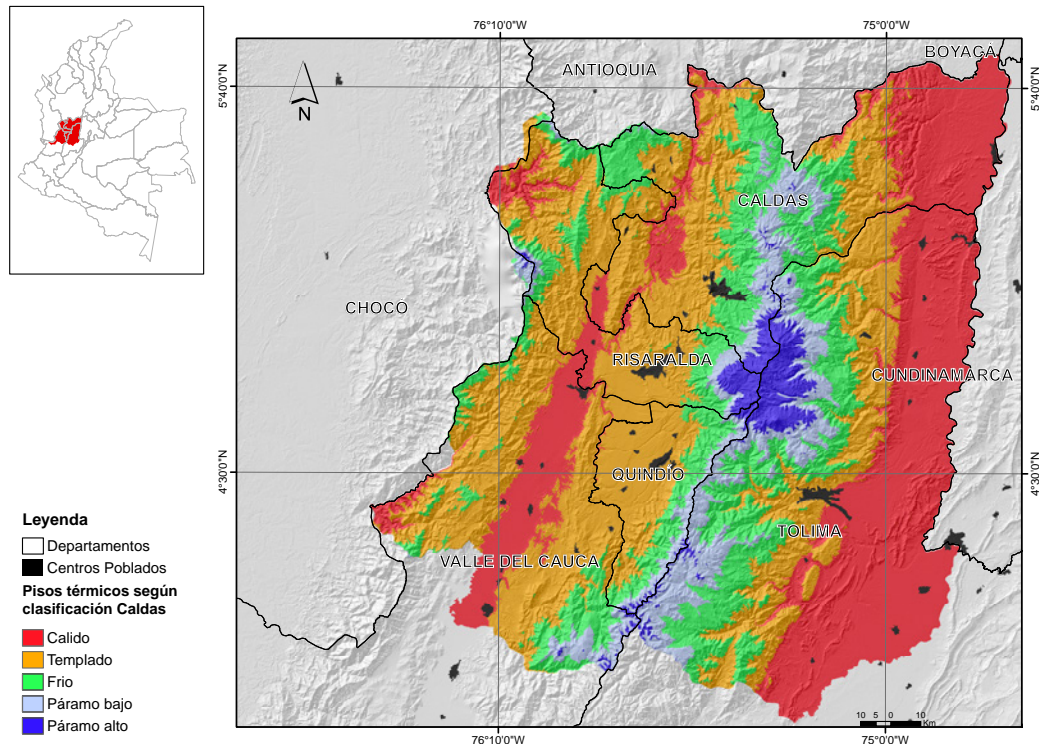
Tabla 7. Clasificación Caldas para el Sirap Eje Cafetero

Rango de altura (sobre el nivel medio del mar)	T (°C)	Tmed	Piso térmico	Símbolo
0-1000	$T > 24$	23,81	Cálido	C
1001-2000	$24 > T > 17,5$	19,72	Templado	T
2001-3000	$17,5 > T > 12$	16,66	Frío	F
3001-3700	$12 > T > 7$	9,50	Muy frío	Pb
mayor 3701	$T < 7$	2,40	Extremadamente frío	Pa

El Eje Cafetero cuenta con los cinco pisos térmicos, a saber (Mapa 14):

- Piso térmico cálido: localizado entre 0 y 1.000 m de altitud, con valores de temperatura superiores a 24°C y un margen de altitud en el límite superior hasta 400 m, según sean las características locales.
- Piso térmico templado: comprende altitudes situadas entre 1.000 y 2.000 m, con temperaturas mayores o iguales a 17,5°C y con un margen de amplitud en sus límites superior e inferior de 500 m.

- Piso térmico frío: comprende altitudes entre 2.000 y 3.000 m.
- Piso térmico paramuno (páramo bajo y alto): Corresponde a las áreas situadas entre 3.000 m de altitud y bajo el límite de las nieves perpetuas. Con el propósito de detallar más las condiciones climáticas, se subdivide en dos zonas de páramo: la primera, de mayor temperatura, denominada "páramo bajo", con altitudes que oscilan entre 3.200 y 3.700 m, y que se caracteriza por estar en el intervalo de 7 a 12°C, y la segunda, conocida como "páramo alto", está sobre los 3.700 m y va hasta 4.200 m, aproximadamente (Eslava, 1992).



Mapa 14. Distribución espacial de la Clasificación Caldas para el Eje Cafetero.

Unidades geopedológicas

De acuerdo con el Ideam *et al.* (2007), se utiliza el enfoque geopedológico para representar cartográficamente los suelos, donde se toma en cuenta la contribución de la geomorfología y la pedología, considerando el suelo como un sistema de tres dimensiones en el paisaje (Zinck, 2005). De acuerdo con este enfoque, se entiende la geomorfología como el estudio de las formas del relieve terrestre, y la pedología como la ciencia que estudia los suelos. De esta manera, las unidades geopedológicas representan el orden físico o abiótico que conjugan los ecosistemas, relacionando la geología, geomorfología y suelos (Romero *et al.*, 2004), elementos que establecen las relaciones suelo-vegetación, y por ende aspectos que delimitan las diferencias o semejanzas entre los ecosistemas.

La información utilizada proviene de los mapas de suelos a escala 1:100.000 de los departamentos de Caldas, Tolima, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, la cual fue compilada y estandarizada espacial y temáticamente. Reclasificamos los

atributos de paisaje, relieve y material parental, para generar los atributos del Mapa Geopedológico (Tabla 8), utilizando los criterios jerárquicos de clasificación de paisajes descritos por Villota (1992).

Tabla 8. Generación de atributos Mapa Geopedológico			
Unidad geopedológica	Geomorfología	Paisaje geomorfológico	Paisaje
			Relieve
	Pedología	Características de los suelos	Material parental
			Proceso genético
	Pedología	Características de los suelos	Drenaje
			Pendiente

Por otro lado, la cartografía geológica del Eje Cafetero en su mayor extensión corresponde al Proyecto Levantamiento Geológico del Territorio Colombiano del Ingeominas, a escala 1:100.000. Esta cartografía tiene como objetivos describir las lito-unidades aflorantes en la zona (su composición, estructura y evolución), apreciar su relación en el marco regional de la cordillera Occidental de Colombia y evaluar la presencia de recursos minerales de interés económico. Este trabajo es producto de la compilación de información de proyectos de cartografía regional de las cordilleras Occidental-Central y de los convenios Ingeominas-Codechocó e Ingeominas-BGR.

Marco geológico regional

Geológicamente, la naturaleza y la composición de las cordilleras Central y Occidental en el Eje Cafetero son resultantes de distintos procesos tectónicos, que han afectado la esquina noroccidental de Suramérica durante el Mesozoico y Cenozoico (Taboada *et al.*, 2000).

La cordillera Central está constituida por un basamento polimetamórfico pre-mesozoico, correspondiente principalmente a cinturones polimetamórficos rotos de media a baja presión, incluyendo rocas de carácter oceánico y continental (Mc Court *et al.*, 1984, citado por Toro-Ramírez, 2005), instruidos por plutones mesozoicos y cenozoicos relacionados con la subducción de la parte inferior de la litosfera andina. La posterior actividad magmática se concentró a lo largo de la cresta de la cordillera Central donde se localiza el volcán nevado del Ruiz, donde el dinamismo volcánico, especialmente durante el Holoceno, tiene incidencia morfogenética del paisaje, tanto alrededor de los volcanes como en los piedemontes de la cordillera. El flanco occidental de esta cordillera es más escarpado que el flanco oriental, y ha sido levantado por movimientos transpresivos a lo largo de las fallas que buzan hacia el este, las cuales pertenecen al Sistema de Fallas de Romeral, y el flanco oriental está caracterizado por fallas inversas que buzan al oeste, a lo largo del piedemonte del valle del río Magdalena (Toro-Ramírez, 2005).

En la parte central del Eje Cafetero la cordillera Central está separada de la cordillera Occidental por una depresión tectónica parecida a un graben, cubierta por rocas clásticas continentales terciarias y rocas volcánicas, que constituye el valle del río Cauca. Por otro lado, el occidente colombiano corresponde a terrenos de afinidad oceánica situados al oeste del Sistema de Fallas Romeral, los cuales fueron acrecionados al continente durante el Cretácico y el Terciario (Duque-Caro, 1990). La cordillera Occidental está constituida esencialmente de rocas ofiolíticas del Cretácico superior, deformadas por la convergencia de Nazca en dirección del continente (Ingeominas, 1997); también se encuentran rocas sedimentarias terciarias y volcánicas y plutónicas de edad Mesozoico o Terciario (Case *et al.*, 1971).

Sobre las rocas terciarias se depositaron sedimentos cuaternarios de origen fluvial en forma de terrazas y abanicos, y además depósitos coluviales que, junto con la actividad tectónica y climática, han contribuido a la formación de los aluviones de algunos ríos (Ingeominas, 2001). La erosión y la activación volcánica, después de la última glaciación pleistocénica, contribuyeron a la formación de los aluviones que hoy rellenan los valles de ríos y quebradas que han moldeado la configuración geomorfológica actual (Tabla 9, Figura 4) junto con la actividad antrópica.

Tabla 9. Extensión de los paisajes geomorfológicos y unidades geopedológicas

Paisaje	%	Unidad Geopedológica	Área (ha)	%
Lomerio	8,0	Lomerio aluvial	11.109,63	0,35
		Lomerio coluvio-aluvial	12.379,80	0,39
		Lomerio estructural erosional	232.254,51	7,25
		Lomerio fluvio/erosional/ gravitacional	831,40	0,03
Montaña	74,2	Montaña estructural erosional	253.888,90	7,92
		Montaña fluvio/erosional/ gravitacional	891.540,48	27,82
		Montaña fluvio/volcánica	1.152.654,67	35,96
		Montaña volcano/glaciar	78.552,45	2,45
Piedemonte	14,6	Piedemonte aluvial	119.068,89	3,72
		Piedemonte coluvio aluvial	45.024,22	1,40
		Piedemonte diluvial	37.485,30	1,17
		Piedemonte estructural erosional	42.591,19	1,33
		Piedemonte fluvio/volcánico	225.247,22	7,03
Planicie	1,6	Planicie aluvial	50.977,12	1,59
		Planicie fluvio lacustre	246,55	0,01
Valle	1,5	Valle aluvial	42.693,24	1,33
		Valle fluvio/volcánico	4155,09	0,13
Cuerpo de agua	0,1	Cuerpo de agua	4243,42	0,13

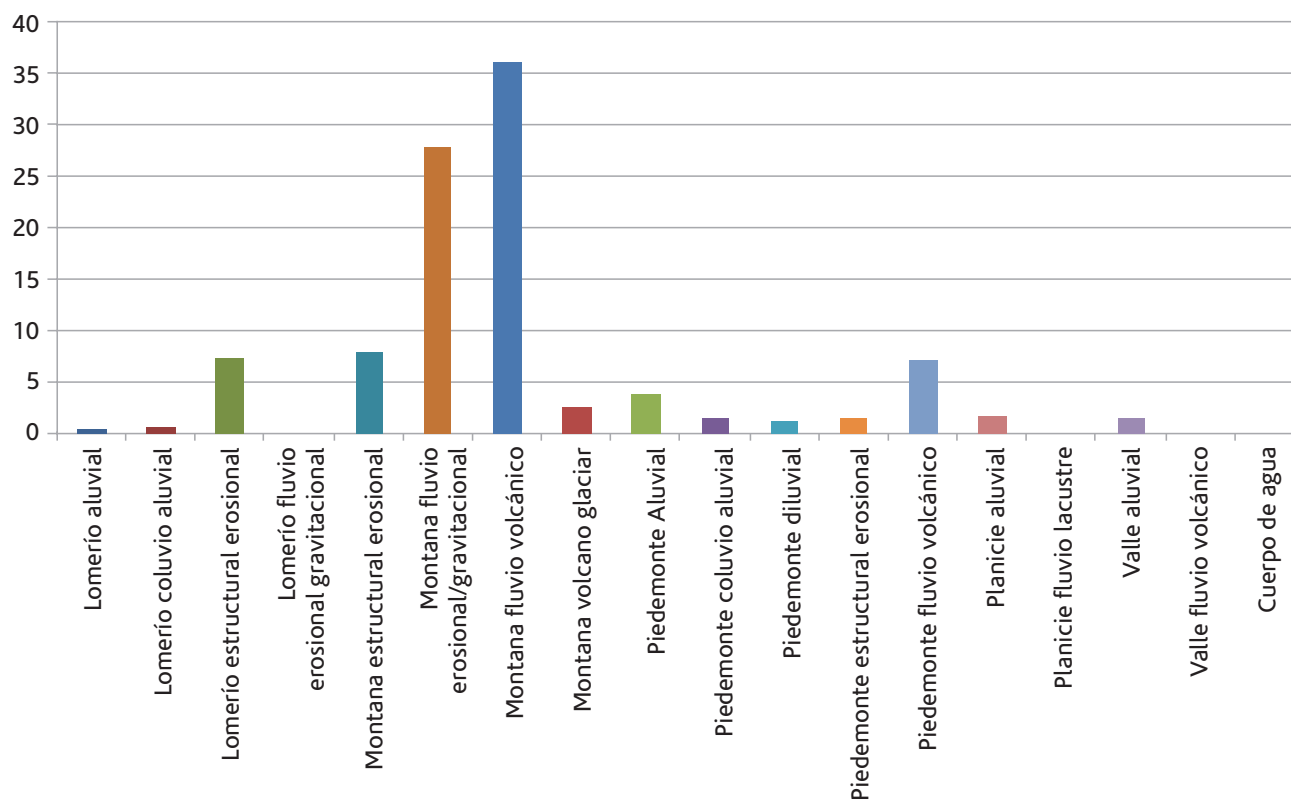


Figura 4. Distribución de unidades de paisaje.

Biomás

Como se señaló anteriormente, para este trabajo se tomó como referente la propuesta de clasificación de los biomas terrestres del país de Hernández & Sánchez (1992), la cual establece una primera subdivisión basada en elevación (biomas de tierras bajas y orobiomas o biomas de montaña), y divisiones menores de acuerdo con el clima y los pisos térmicos, contrastada con la de Rodríguez (2004), y la del mapa de ecosistemas de los Andes de Ideam *et al.* (2007), utilizada como punto de partida para la delimitación de ecosistemas.

Las relaciones entre la propuesta del Ideam *et al.* (2007) y el presente trabajo, se presentan en la Tabla 10. A escala regional reconocemos las diferencias existentes en composición de especies entre la cordillera Central y Occidental; la delimitación espacial de los biomas se hizo siguiendo los parámetros geográficos generales del mapa a escala 1:500.000 en lo que respecta a rangos altitudinales, pero tomando como base elementos del paisaje presentes en los mapas de suelos a escala 1:100.000, y la delimitación climática realizada para este fin.

Tabla 10. Biomás del Sirap Eje Cafetero

Biomás a escala nacional 1:500.000 (Ideam <i>et al.</i>, 2007)	Biomás a escala regional 1:100.000 (este trabajo)
Orobioma Alto Andes	Orobioma Alto Andino cordillera Central
	Orobioma Alto Andino cordillera Occidental
Orobioma Medio Andes	Orobioma Andino cordillera Occidental
	Orobioma Andino cordillera Central
Orobioma Bajo Andes	Orobioma Subandino cordillera Occidental
	Orobioma Subandino cordillera Central
ZAST Alto Magdalena	ZAST del Alto Magdalena
ZAST Valle del Cauca	ZAST del Cauca
ZHT Magdalena-Caribe	ZHT del Magdalena-Caribe
ZHT Pacifico-Atrato	ZHT del Pacifico
Helobioma Magdalena-Caribe	Helobioma del Magdalena
Helobioma Valle del Cauca	Helobioma del Cauca

Ensamblaje de datos

La integración de variables se realiza bajo funciones propias para el manejo de datos espaciales. Los métodos usados para implementar estas funciones afectan tanto a las operaciones en sí, como a los datos de entrada (Aronoff, 1989; en Tomlin, 1990) y por lo tanto se busca la menor redundancia en los atributos, de tal forma que se pueda hacer una proyección de la realidad lo más acertada posible.

En este sentido tanto Ideam *et al.* (2007), como el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, en el marco de la elaboración de los mapas de ecosistemas de los Andes y de la cuenca del Orinoco colombiano, han aplicado procedimientos metodológicos de integración, generalización y suavizado de variables espaciales para la generación de mapas.

Una vez se tienen las unidades debidamente clasificadas, se realiza un proceso de homogenización, generalización y suavizado de la información espacial. Luego se revisa que las unidades espaciales cumplan con el área mínima cartografiable para la escala seleccionada, y se hace la selección de acuerdo con los criterios primarios de la clasificación (Figura 5).

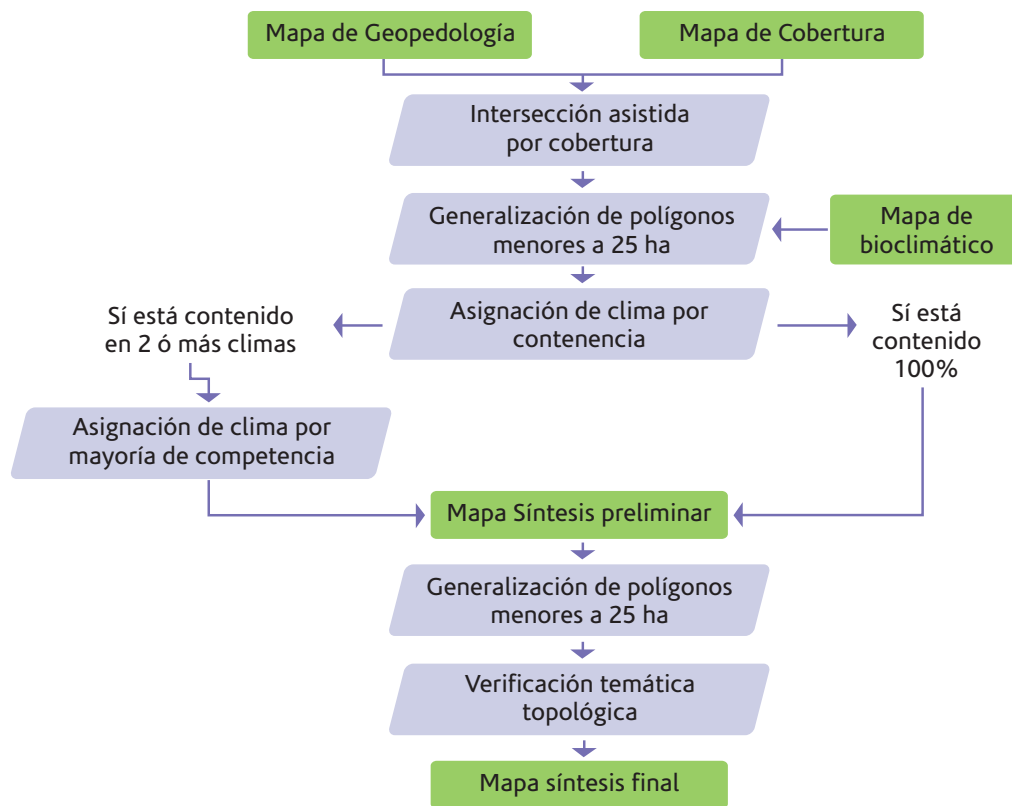


Figura 5. Ensamblaje de datos.

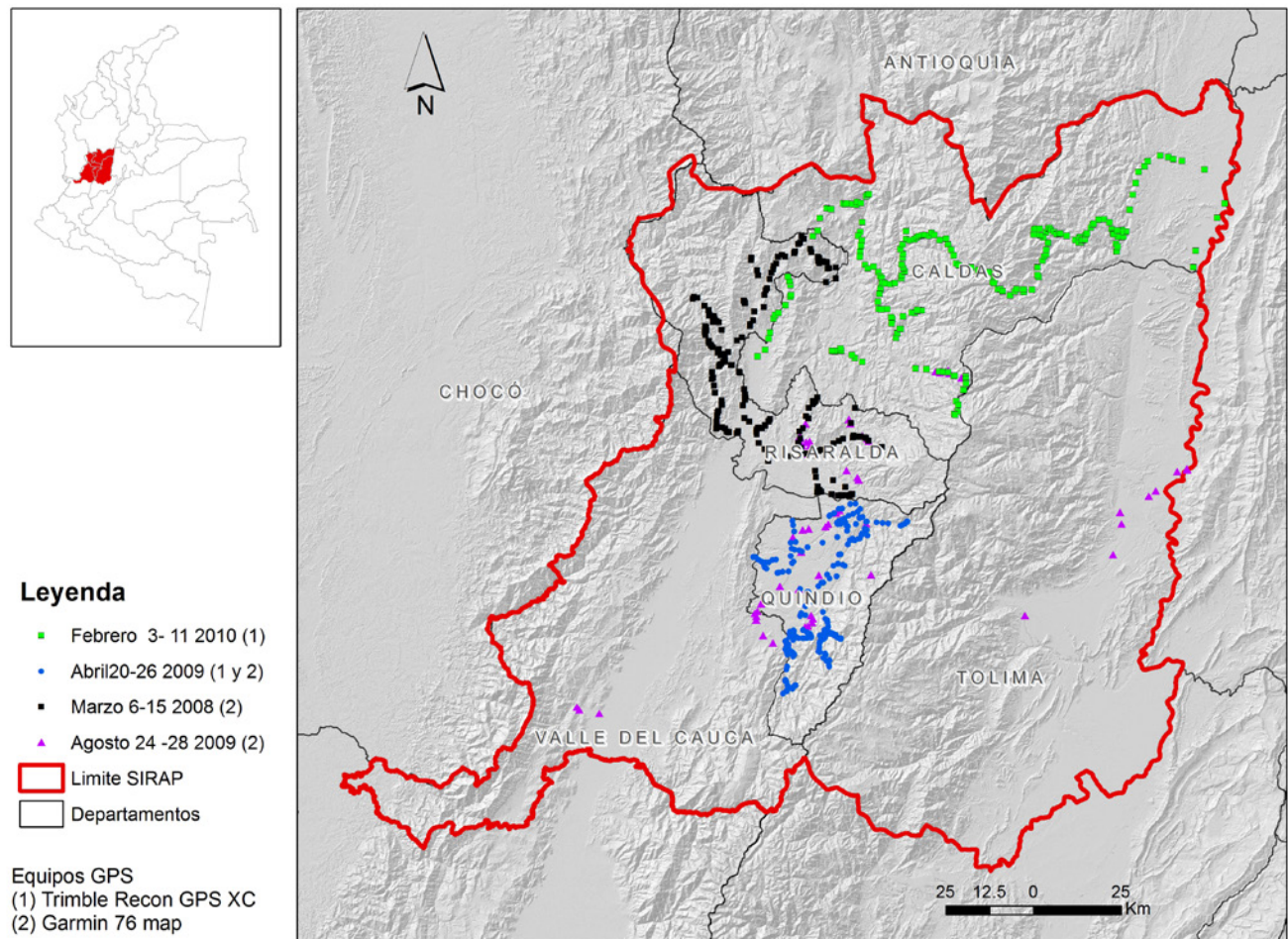
Clasificación inicial

La clasificación inicial es producto del ensamblaje de los criterios seleccionados bajo elementos cartografiables, en este caso la cobertura vegetal, el clima y los elementos geopedológicos, guardando las premisas del sistema de clasificación tanto en sus criterios cardinales como de la base de datos asociada a los elementos geográficos. En consecuencia, la leyenda de cada ecosistema estará dada inicialmente por la cobertura vegetal, seguida por el clima, cuando es requerido, por los elementos del relieve que caracterizan cada ecosistema y el bioma o la unidad biológica en la que se encuentra.

Verificación de la información

Parte de la calidad y exactitud del mapa se debe a la corroboración y levantamiento de la información en campo, que permitió hacer ajustes en aquellas áreas donde la información no fue consistente con lo observado en el terreno. Las visitas a los diferentes municipios (Mapa 15) permitieron hacer cambios en los límites geométricos del componente espacial y en los atributos asociados a los objetos geográficos.

Para la verificación de esta información se contó con 2 unidades de GPS (*Trimble GPS Pathfinder XC "Recon"*, con una precisión de 2 a 5 metros, y un *Garmin 76 map*, con una precisión de 12 a 5 metros).



Mapa 15. Puntos de verificación en campo.

Para verificar la calidad de los productos hicimos tres salidas de campo, que se relacionan a continuación.

Primera salida: marzo 6-15 de 2008

Durante un recorrido de 15 días, visitamos los municipios de Quinchía, Guática, Belén de Umbría, Mistrató, Pueblo Rico, Santuario, Apía, La Celia, Balboa, La Virginia, Pereira, Dos Quebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella. Se contó con la colaboración del Comité de Cafeteros de Risaralda, que suministró información y personal para algunos recorridos, especialmente en Belén de Umbría, Quinchía y Mistrató. Funcionarios del PNN Tatamá aportaron datos valiosos para la verificación de la información, tanto de las coberturas como de los nuevos límites geográficos del parque, que posteriormente fueron validados por la unidad de SIG de la Carder.

Adicionalmente se corrigieron áreas con presencia de cuerpos de agua, de acuerdo con el inventario de humedales del departamento llevado a cabo por la

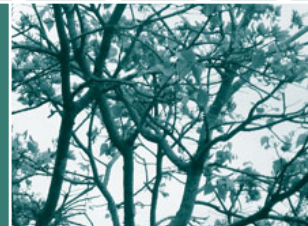


Carder. Otras fuentes de verificación fueron el mapa de cobertura vegetal del PNN Los Nevados e información de vegetación de diferentes monitoreos biológicos realizados por WCS en áreas como el Parque Natural Regional Verdum y el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya.

Segunda salida: abril 20-26 de 2009

Se tomaron cerca de 204 posiciones con una precisión de hasta 2 metros. Además de la verificación de campo tuvimos acceso a registros de coberturas y usos de la tierra de la Fundación Las Mellizas, tomados con un GPS *Garmin map 76* para las áreas de alta montaña de los municipios de Salento y Pijao, los cuales no pudieron ser visitados en esta salida dadas la situación de orden público y la falta de vías de acceso a zonas remotas.

Asimismo, algunas zonas de páramos de Génova y Pijao se verificaron con una imagen *Iconos* de febrero de 2002. Mucha de la información recopilada permitió identificar cambios notorios en áreas donde las dinámicas de usos del suelo son aceleradas, como por ejemplo el cambio, por plantaciones de cítricos, de amplias coberturas de café, y que no son perceptibles en la identificación con imágenes Áster.



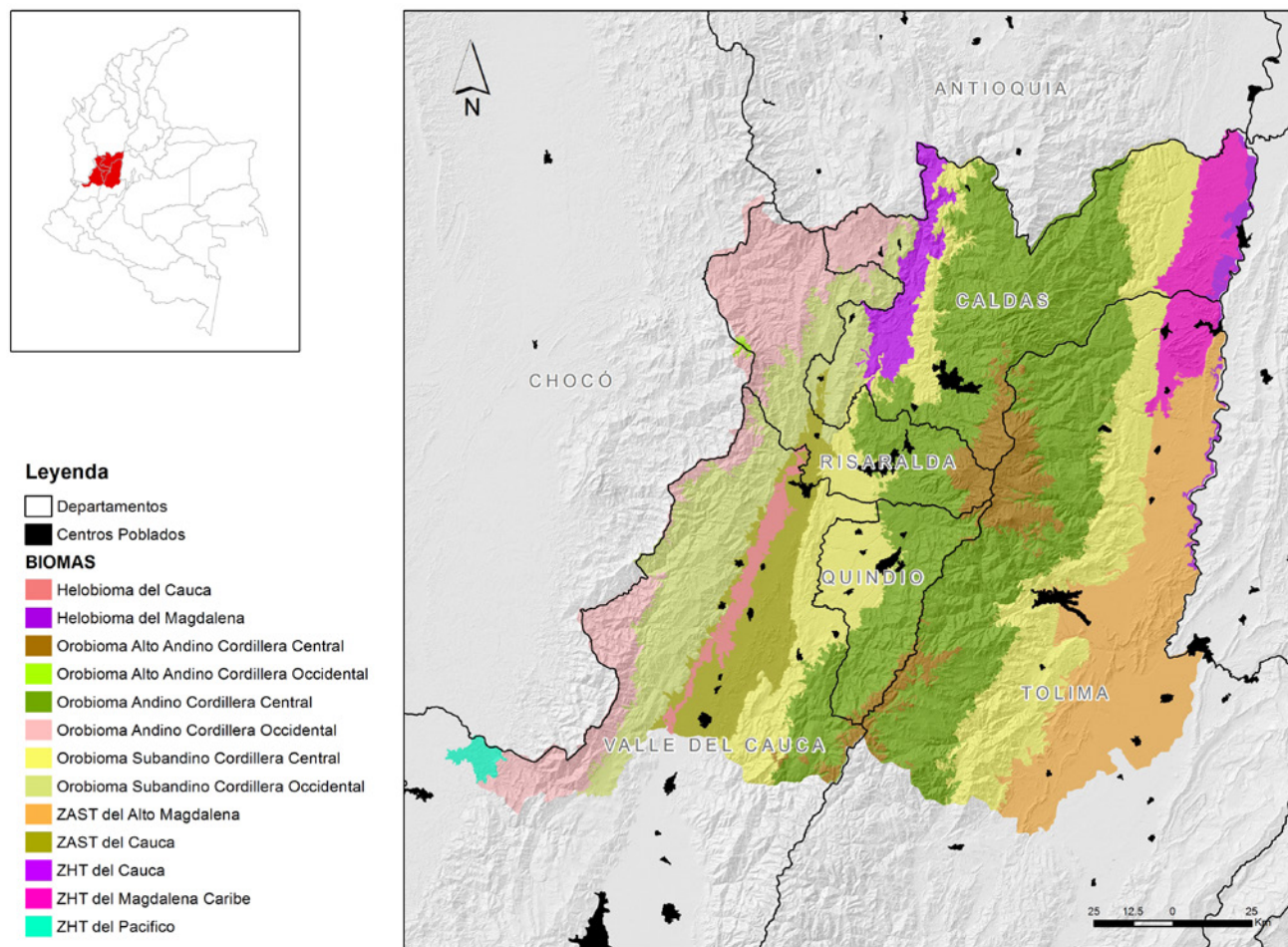
El Eje Cafetero es una de las regiones más fuertemente transformadas del país, ya que solamente 31,5% de su área conserva muestras representativas de sus ecosistemas naturales, muchos de ellos altamente fragmentados y con sus características ecológicas muy alteradas.

En el Sirap, el Orobioma Andino de la cordillera Central es uno de los biomás de mayor extensión (Tabla 11) y tiene un porcentaje de transformación bastante alto (63,3%) con respecto a los demás biomás. Es importante resaltar el alto grado de intervención o transformación de ecosistemas naturales, con excepción de los Orobiomas Andinos y Altoandinos.

Tabla 11. Distribución de los Biomás del Eje Cafetero

Biomás	Área total	Área total de ecosistemas transformados (ha)	Porcentaje de transformación
Helobioma del Cauca	40.981	39.538	96,5
Helobioma del Magdalena	22.902	17.847	77,9
Orobioma Alto Andino Cordillera Central	136.618	18.174	13,3
Orobioma Alto Andino Cordillera Occidental	2.117	0	0,0
Orobioma andino cordillera central	955.185	604.958	63,3
Orobioma andino cordillera occidental	308.175	81.637	26,5
Orobioma subandino cordillera central	635.725	501.878	78,9
Orobioma subandino cordillera occidental	348.482	313.427	89,9
ZAST del Alto Magdalena	389.393	329.321	84,6
ZAST del Cauca	162.132	151.029	93,2
ZHT del Cauca	67.111	56.268	83,8
ZHT del Magdalena Caribe	122.966	82.698	67,3
ZHT del pacifico	13.157	173	1,3
Total	3.204.944	2.196.946	68,5

A continuación se presenta una descripción de cada uno de los biomas (Mapa 16), sus ecosistemas (Tabla 12) y sus características florísticas más relevantes. Tanto las tablas como las figuras acompañantes se han obtenido de la base de datos biológicos de WCS.



Mapa 16. Mapa de biomas del Sirap Eje Cafetero.

Tabla 12. Ecosistemas Naturales del Sirap Eje Cafetero

Biomás	Área total ha	Ecosistemas	Área ha	Formación	Área ha
Helobioma del Cauca	208	Bosque Seco del Helobioma del Cauca	56	Bosque Seco del Helobioma del Cauca	31
				Guadual del Helobioma del Cauca	25
		Humedal del Helobioma del Cauca	151	Humedal del Helobioma del Cauca	151
Helobioma del Magdalena	2047	Bosque Húmedo del Helobioma del Magdalena	328	Arbustal Húmedo del Helobioma del Magdalena	253
				Bosque Húmedo del Helobioma del Magdalena	75
		Bosque Muy Húmedo del Helobioma del Magdalena	632	Arbustal Muy Húmedo del Helobioma del Magdalena	8
				Bosque Muy Húmedo del Helobioma del Magdalena	625
		Bosque Seco del Helobioma del Magdalena	792	Arbustal Seco del Helobioma del Magdalena	507
				Bosque Seco del Helobioma del Magdalena	284
		Humedal del Helobioma del Magdalena	295	Humedal del Helobioma del Magdalena	295

Biomás	Área total ha	Ecosistemas	Área ha	Formación	Área ha
Orobioma Alto Andino cordillera Central	107.569	Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Central	8.228	Bosque Enano Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Central	7.743
				Arbustal Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Central	61
				Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Central	424
		Bosque Muy Húmedo del Orobioma Alto Andino cordillera Central	15.393	Bosque Enano Muy Húmedo del Orobioma Alto Andino cordillera Central	15.393
		Bosque Húmedo del Orobioma Alto Andino cordillera Central	50	Bosque Húmedo del Orobioma Alto Andino cordillera Central	50
		Glaciar del Orobioma Alto Andino cordillera Central	1.649	Glaciar del Orobioma Alto Andino cordillera Central	1.649
		Humedal del Orobioma Alto Andino cordillera Central	39	Humedal del Orobioma Alto Andino cordillera Central	39
		Lagunas, lagos y ciénagas naturales	226	Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Orobioma Alto Andino cordillera Central	226
		Páramo Muy Húmedo del Orobioma Alto Andino cordillera Central	21.441	Páramo Muy Húmedo del Orobioma Alto Andino cordillera Central	21.441
Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Central	60.544	Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Central	60.544		
Orobioma Alto Andino cordillera Occidental	2.117	Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Occidental	232	Bosque Enano Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Occidental	232
		Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Occidental	1.885	Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino cordillera Occidental	1.885
Orobioma Andino cordillera Central	351.601	Bosque Pluvial del Orobioma Andino cordillera Central	69.478	Bosque Pluvial del Orobioma Andino cordillera Central	67.597
				Arbustal Pluvial del Orobioma Andino cordillera Central	1.881
		Bosque Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	31.193	Arbustal Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	16.331
				Bosque Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	14.415
				Guadual Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	448
		Bosque Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	250.397	Guadual Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	282
				Bosque Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	202.395
		Arbustal Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	47.720		
Humedal del Orobioma Andino cordillera Central	45	Humedal del Orobioma Andino cordillera Central	45		
Páramo Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	487	Páramo Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Central	487		

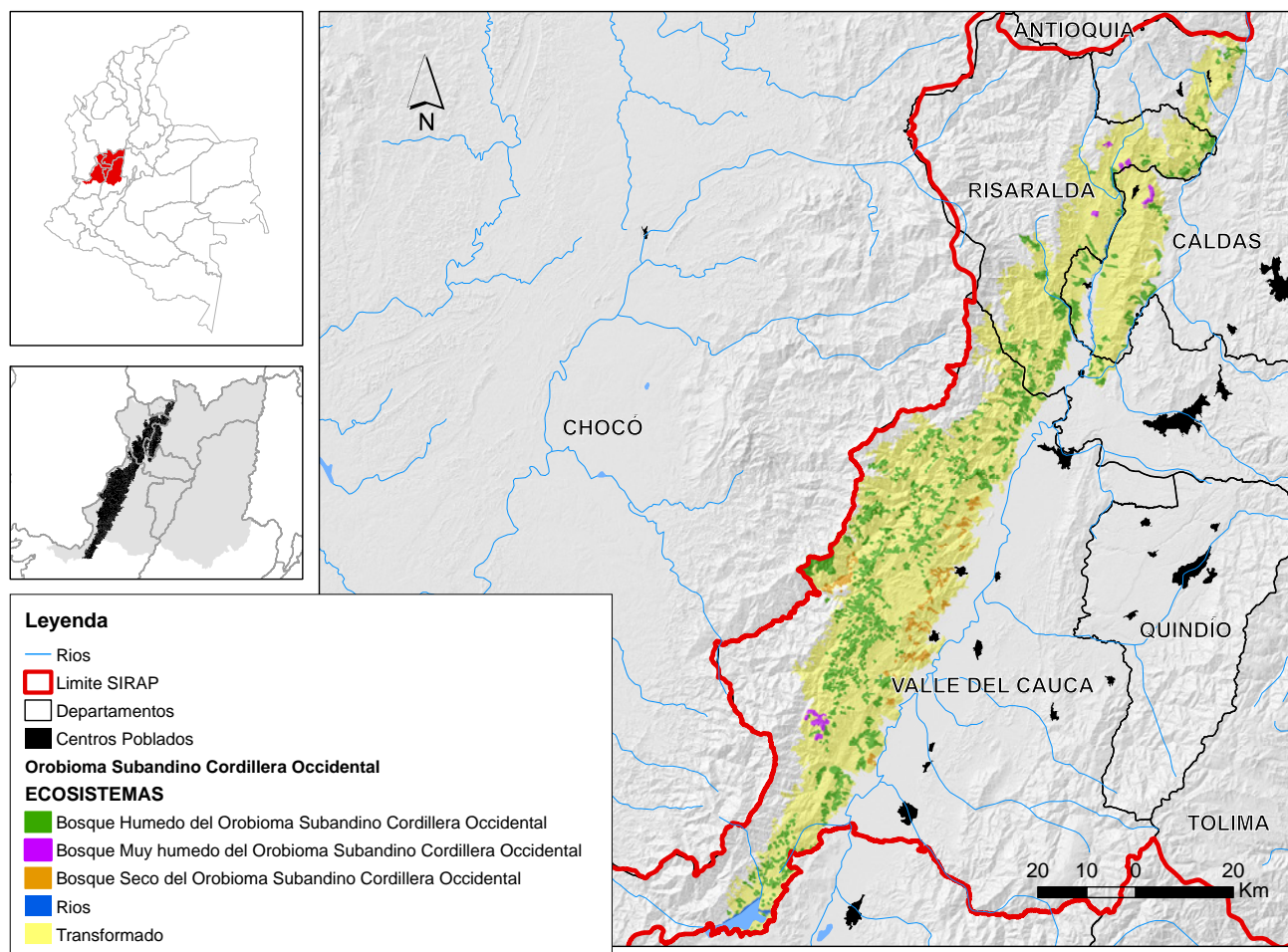
Biomás	Área total ha	Ecosistemas	Área ha	Formación	Área ha	
Orobioma Andino cordillera Occidental	229.306	Bosque Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	35.435	Arbustal Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	741	
				Bosque Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	34.641	
				Guadual Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	53	
		Bosque Pluvial del Orobioma Andino cordillera Occidental	31.344	Bosque Pluvial del Orobioma Andino cordillera Occidental	Arbustal Pluvial del Orobioma Andino cordillera Occidental	397
					Bosque Pluvial del Orobioma Andino cordillera Occidental	30.947
		Bosque Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	162.043	Bosque Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	Arbustal Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	9.358
					Bosque Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	15.2505
Guadual Muy Húmedo del Orobioma Andino cordillera Occidental	179					
Bosque Seco del Orobioma Andino cordillera Occidental	482	Bosque Seco del Orobioma Andino cordillera Occidental	482			
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	2	Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Orobioma Andino cordillera Occidental	2			
Orobioma Subandino cordillera Central	130.668	Bosque Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	68.733	Arbustal Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	29.811	
				Bosque Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	31.162	
				Guadual Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	7.761	
		Bosque Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	61.873	Bosque Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	Arbustal Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	7.978
					Bosque Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	53.892
					Guadual Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Central	4
Humedal del Orobioma Subandino cordillera Central	61	Humedal del Orobioma Subandino cordillera Central	61			
Orobioma Subandino cordillera Occidental	32.238	Bosque Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	28.482	Arbustal Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	7.428	
				Guadual Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	1.387	
				Bosque Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	19.668	
		Bosque Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	651	Bosque Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	Arbustal Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	327
					Arbustal Muy Húmedo del Orobioma Subandino cordillera Occidental	324
		Bosque Seco del Orobioma Subandino cordillera Occidental	3.105	Bosque Seco del Orobioma Subandino cordillera Occidental	Arbustal Seco del Orobioma Subandino cordillera Occidental	1.495
					Bosque Seco del Orobioma Subandino cordillera Occidental	1.602
Guadual Seco del Orobioma Subandino cordillera Occidental	8					

Biomás	Área total ha	Ecosistemas	Área ha	Formación	Área ha
ZAST del Alto Magdalena	54.891	Bosque Seco del ZAST del Alto Magdalena	39.607	Arbustal Seco del ZAST del Alto Magdalena	21.764
				Bosque Seco del ZAST del Alto Magdalena	17.843
		Bosque Húmedo del ZAST del Alto Magdalena	15.196	Arbustal Húmedo del ZAST del Alto Magdalena	8.959
				Bosque Húmedo del ZAST del Alto Magdalena	6.237
		Humedal del ZAST del Alto Magdalena	52	Humedal del ZAST del Alto Magdalena	52
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	36	Lagunas, lagos y ciénagas naturales del ZAST del Alto Magdalena	36		
ZAST del Cauca	10.282	Bosque Húmedo del ZAST del Cauca	6.882	Arbustal Húmedo del ZAST del Cauca	1.969
				Bosque Húmedo del ZAST del Cauca	2.445
				Guadual Húmedo del ZAST del Cauca	2.468
		Bosque Seco del ZAST del Cauca	3.397	Arbustal Seco del ZAST del Cauca	763
				Bosque Seco del ZAST del Cauca	1.970
				Guadual del ZAST del Cauca	664
Humedal del ZAST del Cauca	3	Humedal del ZAST del Cauca	3		
ZHT del Cauca	10.522	Bosque Húmedo del ZHT del Cauca	10.521	Arbustal Húmedo del ZHT del Cauca	4.220
				Bosque Húmedo del ZHT del Cauca	5.479
				Guadual Húmedo del ZHT del Cauca	822
		Humedal del ZHT del Cauca	1	Humedal del ZHT del Cauca	1
ZHT del Magdalena Caribe	39.279	Bosque Muy Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	8.768	Arbustal Muy Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	2.484
				Bosque Muy Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	6.285
		Bosque Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	30.507	Bosque Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	17.256
				Arbustal Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	13.251
ZHT del Pacífico	12.915	Bosque Muy Húmedo del ZHT del Pacífico	12.872	Bosque Muy Húmedo del ZHT del Pacífico	12.872
		Humedal del ZHT del Pacífico	43	Humedal del ZHT del Pacífico	43
TOTAL	983.641		983.641		983.641

Orobioma Subandino cordillera Occidental

Se encuentra sobre la vertiente oriental de la cordillera Occidental (Mapa 17) y limita altitudinalmente con el Orobioma Andino de la cordillera Occidental y el Zonobioma Alterohigróico y Subxerofítico del Cauca. Su altura media sobre el nivel del mar es de 1.482 m, con precipitación promedio anual de 1,68 mm, mínima de 1,11 mm en los municipios de Versalles, El Dovio y Rodanillo, y máxima de 2,45 mm en alrededores de Belén de Umbría en Risaralda. Temperatura promedio de 20,4°C.

Dentro de los tres ecosistemas, 9.246 ha corresponden a arbustales, que representan estados sucesionales tempranos y que contienen tanto especies pioneras como propias de los ecosistemas cercanos. Con un plan de enriquecimiento con especies nativas locales o baja intervención humana, estas áreas podrían llegar a tener en algunos años una composición y una fisonomía similar a las de los ecosistemas cercanos o adyacentes. El ecosistema con mayor área en arbustales es el húmedo, con 7.428 ha.



Mapa 17. Orobioma Subandino cordillera Occidental.

Debido a condiciones climáticas y de suelo, es difícil que el arbustal de bosque seco logre alcanzar la diversidad y fisonomía del bosque seco, luego de las intervenciones y degradación a las que ha sido sometido; así cese la intervención, continuará como arbustal y/o matorral seco achaparrado. Esta condición puede variar si se encuentra cercano el ecosistema de bosque o hay enriquecimiento con especies del bosque seco. La diversidad de especies de los ecosistemas de este orobioma es mayor debido a que es una zona transicional entre el zonobioma inferior y el orobioma andino y por lo tanto tiene especies de ambos. En la base de datos consultada, la familia *Orchidaceae* es la de mayor número de registros, con un total de 378 especies (Figura 6).

Al ascender en los Andes el número de especies muestra un ligero incremento entre 500 y 1.500 m de elevación, lo que representa la transición entre bosque tropical-subtropical y montano, para luego disminuir. Así, en los bosques altoandinos y páramos los números de especies son más bajos que en el piedemonte (Kattan, 2001).

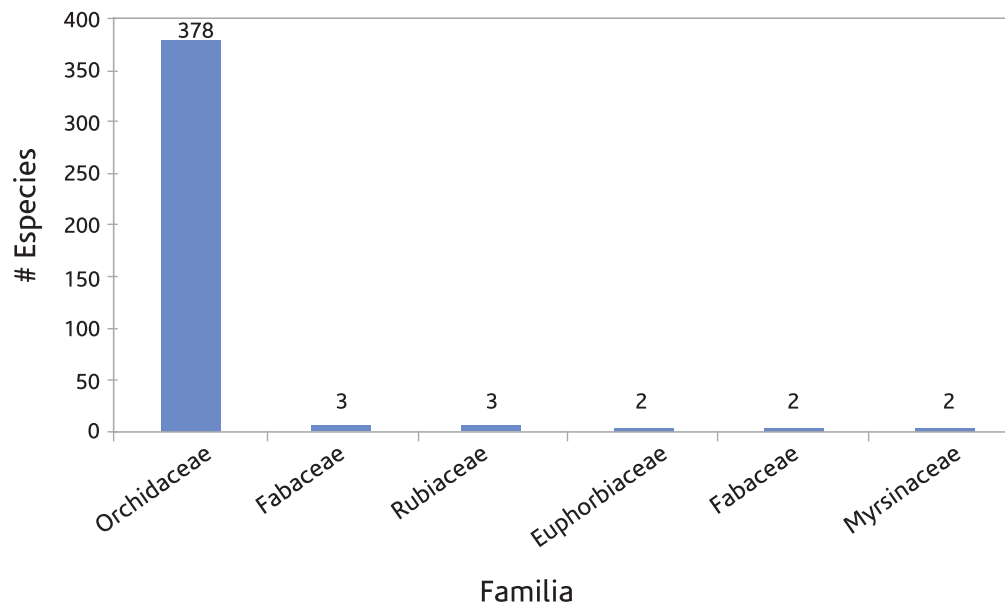


Figura 6. Registro de especies en el Orbioma Subandino cordillera Occidental.

Fuente: Base de datos biológica WCS, 2010.

La fisonomía de estos bosques es semejante a la de los bosques inferiores, pero contienen menor número de especies con raíces estribos, menor cantidad de lianas y de epífitas leñosas, tienen algunas especies arbóreas con hojas menores (microfilas) y menor cantidad de palmas grandes (Cuatrecasas, 1958). Son ecosistemas que presentan en general tres estratos, con altura de dosel no superior a los 25 m y árboles emergentes de 30 m.

El bosque seco presenta más similitud con especies del zonobioma inferior, tanto en composición como fisonómicamente. Los ecosistemas bosque húmedo y muy húmedo comparten más especies y similitud fisonómica.

La diferencia en humedad hace que varíe la composición de especies. En el bosque húmedo se presentan más especies epífitas que en el bosque seco, y aumentan aún más en el bosque muy húmedo.

Alrededor de los 2.000 m de altura, estos bosques están predominantemente compuestos de árboles pertenecientes a los géneros *Calliandra*, *Miconia*, *Meriania*, *Tibouchina*, *Roupala*, *Panopsis*, *Ladenbergia*, *Cinchona*, *Elaeagia*, *Banara*, *Rapanea*, *Befaria*, *Alchornea*, *Lafoensia*, *Cecropia*, *Ficus*, *Billia*, *Heliocarpus*, *Clusia*, *Vismia*, *Freziera*, *Cordia*, *Weinmannia*, *Nectandra*, *Clethra*, *Saurauia*, *Toxicodendron* y *Brunellia* (Cuatrecasas, 1958). Estos géneros son compartidos por los ecosistemas bosque húmedo y muy húmedo.

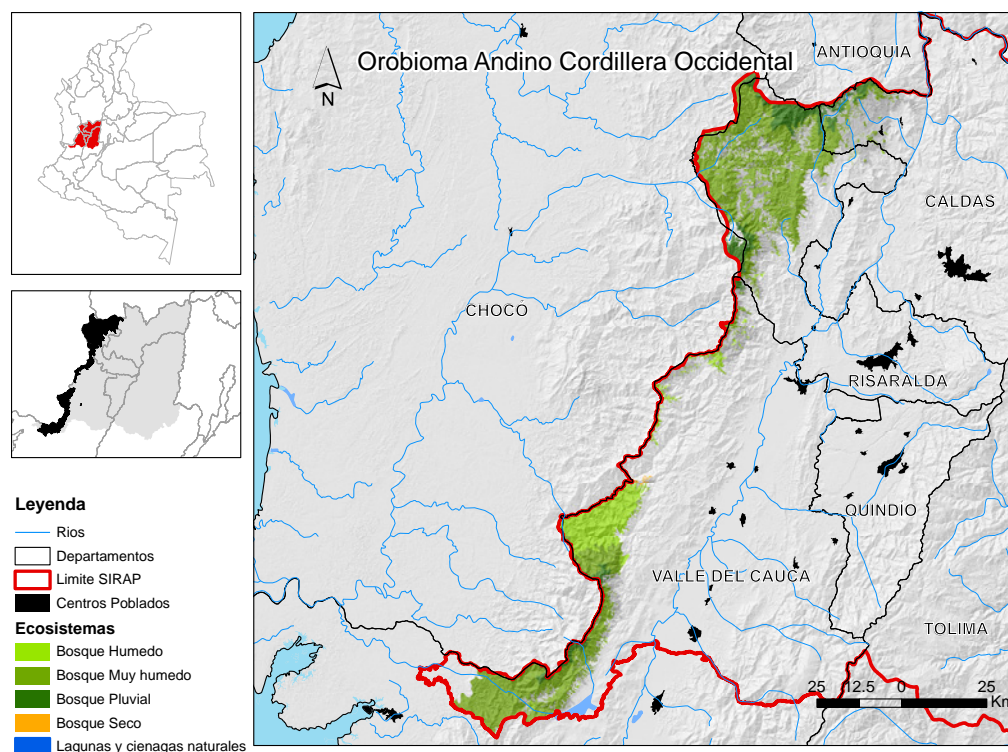
A estas alturas algunos bosques de estos dos ecosistemas tienen un aporte adicional de agua representado por la niebla (precipitación horizontal), que los cubre por lo menos unas horas en el día, lo que influye en el régimen hídrico, en el balance de radiación y en los demás parámetros climáticos, edáficos y ecológicos (Stadtmüller, 1987). La presencia de más humedad permite que se encuentren

especies epífitas de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Gesneriaceae, Ericaceae, Araceae, Piperaceae y variedad de Pteridofitas, musgos y hepáticas.

Hoy en día estos tres ecosistemas continúan bajo presión por la extracción de madera para cercos y mejoras en fincas, leña, etc. En las manchas más grandes y que tienen conexión con el orobioma andino y bosques del Pacífico, se hace cacería y se atrapan animales vivos para su venta. Hay presión selectiva sobre grupos de plantas para su comercialización, como las orquídeas, gesneriáceas, heliconias, palma de cera, guadua y ciertos bejucos utilizados en cestería. Aún se realiza tala total o selectiva para ampliar cultivos como el café, y la conversión a potreros para pastoreo de ganado.

Orobioma Andino cordillera Occidental

Ubicado en la franja media-superior de la cordillera Occidental, limita altitudinalmente con el Orobioma Subandino de la cordillera Occidental y con el Orobioma Altoandino de la misma cordillera hacia el cerro de Tatamá y el páramo de El Duende (Mapa 18). Posee una precipitación media anual de 2.586 mm, y sus sectores más lluviosos son las partes occidentales de Mistrató y Pueblo Rico, con 3.935 mm, influenciados por corrientes del Pacífico; las partes más secas se encuentran en las cercanías de Bolívar, en el valle del río Cauca, con 1303 mm. Presenta una temperatura media de 18,7°C. En este bioma se encuentran principalmente tres ecosistemas: bosque húmedo, bosque muy húmedo y bosque pluvial.



Mapa 18. Orobioma Andino cordillera Occidental



© Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Bosques naturales y plantaciones forestales del Quindío

Condiciones ecológicas

Actualmente existen 229.306 ha en diferente estado de conservación (35.435 ha de bosque húmedo, 162.043 ha de bosque muy húmedo y 31.344 ha de bosque pluvial de montaña).

En el ecosistema bosque muy húmedo hay 9.358 ha de arbustales en sucesión. Dependiendo de su manejo y de la cercanía con el ecosistema muy húmedo, los arbustales podrían tener en algunos años condiciones similares a las de este, en cuanto a la diversidad de especies y la fisonomía. La formación de guadual ocupa 179 ha del ecosistema bosque muy húmedo. En esta elevación, esta formación difiere de las especies asociadas en relación con el guadual del orobioma subandino; aquí no se presentan especies del Zonobioma Alternohígrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca; estas son remplazadas por especies del orobioma subandino y algunas del altoandino. Se encuentran más especies de la familia Lauraceae, Clusiaceae, Rubiaceae, Arecaceae, algunas especies de los géneros *Miconia*, *Piper*, *Weinmannia* y más especies de plantas epífitas.

El bosque muy húmedo del ecosistema andino es el de mayor área en todo el Orobioma de la cordillera Occidental en la ecorregión Eje Cafetero, con 162.043 ha.

Espesas capas de nubes y neblina revisten frecuentemente estas montañas, produciéndose al contacto con la vegetación la condensación del vapor en gotas de agua, que no miden los pluviómetros corrientes, pero que puede ser significativa. La evapotranspiración es baja y el excedente de agua es muy alto, y de ahí la importancia de esta formación como productora en las cuencas hidrográficas (Espinal, 1963).

Los bosques nativos muestran un ambiente de excesiva humedad, suelos con gruesa capa de materia orgánica parcialmente descompuesta, árboles no muy altos, de copas aparasoladas y cuyos troncos y ramas se ven acolchonados con una densa maraña de musgos, líquenes, quiches y epífitas. Las palmeras forman fuertes asociaciones y los sitios abiertos son invadidos por el chusque (*Chusquea* sp.), gramíneas (*Neurolepis* sp.), hojas de pantano (*Gunnera* sp.) musgos, gateadoras (*Lycopodium* sp.), esfagno (*Sphagnum* sp.), cola de caballo (*Equisetum bogotense*), helechos (*Nephrolepis cordifolia*), *Paepalanthus* sp., helechos arborescentes (Cyatheaceae), begonia (*Begonia ferruginea*) (Espinal, 1963).

En este orobioma las pequeñas manchas de bosque pluvial se encuentran en la cima de cordillera, con alta precipitación sumada a condiciones de alta niebla, lo que le confiere alta humedad. La vegetación de esta zona es bosque de baja estatura, compartiendo especies con el bosque enano del subpáramo en el orobioma alto andino. Los árboles son de copa aparasolada y fustes delgados.

Entre los árboles del orobioma andino los géneros de mayor importancia son los siguientes: *Weinmannia*, *Brunellia*, *Clusia*, *Befaria*, *Ternstroemia*, *Drymys*, *Geissanthus*, *Daphnopsis*, *Miconia*, *Monochaetum*, *Tibouchina*, *Meriania*, *Oreopanax*, *Vallea*, *Eugenia*, *Giadendron*, *Palicourea*, *Ladenbergia*, *Cinchona*, *Psychotria*, *Tournefortia*, *Cordia*, *Xylosma*, *Abatia*, *Piper*, *Bocconia*, *Escallonia*, *Berberis*, *Symplocos*, *Duranta*, *Hesperomeles*, *Prunus*, *Polylepis*, *Clethra*, *Rhamnus*, *Ilex*, *Nectandra*, *Ocotea*, *Vermonia*, *Critoniopsis*, *Budleia*, *Ceroxylon*, *Saurauia*, *Alchornea*, *Cecropia*, *Croton*, *Hediosmum* y *Vismia*.

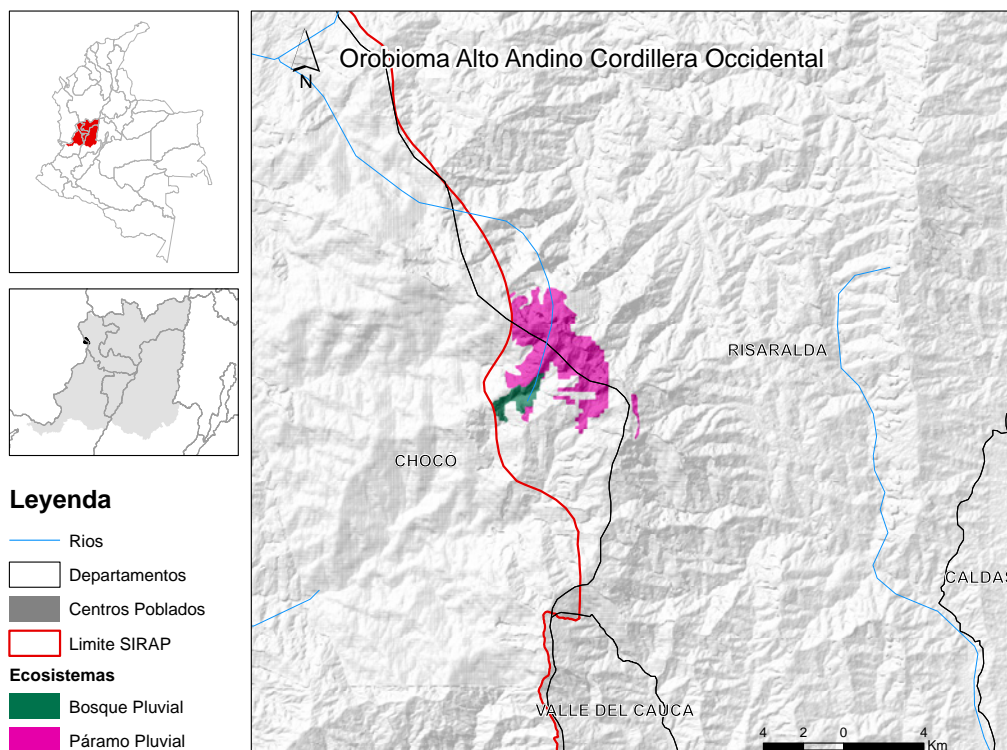
Según Cuatrecasas (1958), en este bioma los árboles dominantes o más notables de la formación son varias especies de *Weinmannia* (encenillos) con hojas o folíolos pequeños y brillantes, de *Ilex* con hojas pequeñas, rígidas y densas sobre las ramillas terminales, de *Escallonia* de ramificación aparasolada y hojas pequeñas, oscuras de *Miconia* y de *Hesperomeles*. En ciertas regiones es *Polylepis* uno de los árboles dominantes, caracterizado por la corteza externa del tronco rojizo y exfoliable y por las hojas de folíolos brillantes en la haz y tomentosos o seríceos en el envés.

El número de especies arbóreas decrece con la altitud al mismo tiempo que incrementa la dominancia de algunas especies o géneros (p. ej. *Weinmannia*) en el conjunto. Plantas características y extraordinarias de este piso son las palmas de cera (*Ceroxylon*) (Cuatrecasas, 1958).

Aunque el ecosistema de bosque húmedo es el de mayor área dentro de este orobioma, está sometido a tala para ampliar áreas para el pastoreo de ganado, tala selectiva de árboles de madera fina y presión selectiva sobre algunas familias de plantas como *Orchidaceae* y *Gesneriaceae* y cogollos de palmas.

Orobioma Altoandino cordillera Occidental

Ubicado hacia el cerro de Tatamá y el páramo de El Duende (Mapa 19), limita con el Orobioma Andino de la cordillera Occidental altitudinalmente en su parte inferior, a los 2.633 m sobre el nivel del mar, y la altura máxima se encuentra a 4.065 m, en el cerro de Tatamá. Presenta precipitaciones medias anuales de 2.326 mm, y temperaturas promedio de 7,8°C. En este bioma se encuentran dos ecosistemas: bosque enano pluvial de montaña y el páramo pluvial.



Mapa 19. Orobioma Altoandino cordillera Occidental

Condiciones ecológicas

Actualmente existen 232 ha del bosque enano pluvial de montaña, y 1885 ha del páramo pluvial en diferente estado de conservación dentro del orobioma altoandino. El bosque enano pluvial de montaña es una región con árboles pequeños y matorrales, zona de transición entre el bosque andino y el páramo propiamente dicho. La vegetación que presenta es una mezcla de elementos de ambos. Vegetación con un estrato de arbolitos de 8-10 m de altura. Algunos bosques están dominados por *Polylepis sericea*. En general, el área original de estos bosques es típicamente andina-paramuna; en algunos lugares los efectos de las

glaciaciones rompieron la continuidad del área y produjeron disyunción en las poblaciones (Rangel, 2000).

Está dominado por arbustos y salpicado por arbolitos procedentes del inmediato bosque andino. En su composición entra un gran número de especies fruticosas características, que faltan o que son solo esporádicas en el bosque andino; algunos ejemplos son especies de los géneros: *Hypericum*, *Aragoa*, *Arcytophyllum*, *Baccharis*, *Senecio*, *Diplostephium*, *Loricaria*, *Gynoxys*, *Stevia*, *Eupatorium*, *Ilex*, *Miconia*, *Brachyotum*, *Purplella*, *Monochaetum*, *Macleania*, *Cavendishia*, *Plutarchia*, *Vaccinium*, *Pernettya*, *Disterigma*, *Gaylussacia*, *Desfontainia*, *Befaria*, *Gaultheria*, *Symplocos*, *Rubus*, *Siphocampylus*, *Ternstroemia*, *Berberis*, *Monnina*, y *Rapanea* (Cuatrecasas, 1958).

Los árboles más frecuentes que aparecen esparcidos entre estos matorrales pertenecen a los géneros *Miconia*, *Purplella*, *Senecio*, *Diplostephium*, *Gynoxys*, *Escallonia*, *Weinmannia*, *Polylepis*, *Hesperomeles* y *Befaria* (Cuatrecasas, 1958).

En el bosque pluvial de montaña la evapotranspiración es mucho menor que la precipitación, lo que da origen a un sobrante considerable de agua. Fuertes ráfagas azotan estas montañas, que se envuelven en gruesas capas de niebla y espesos nubarrones, los cuales provocan lloviznas y lluvias frecuentes, y condensan parte de su agua sobre el follaje de la vegetación. El ambiente es frío y de excesiva humedad, con vegetación y suelo empapados por la lluvia y el agua depositadas sobre las superficies (Espinal, 1963).

La región de vida paramuna comprende las extensas zonas que coronan las cordilleras, entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Está definida como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana. Los suelos tienen una capa espesa de materia orgánica, en algunos casos mayores de 1 m de profundidad. Hay periodos contrastantes que se alternan, noches frías, húmedas y días muy soleados, en algunos casos con radiación intensa (Rangel, 2000).

El páramo es uno de los ecosistemas de alta montaña más ricos del mundo, con una gran biodiversidad y endemismo, pero desde el punto de vista ecológico es un ambiente frágil. Las plantas del páramo se han adaptado a ciertas condiciones ecológicas, físicas, químicas y climáticas de alta montaña, las cuales afectan su funcionamiento biológico. Estas condiciones incluyen la baja presión del aire y la baja temperatura, la radiación ultravioleta intensa, los cambios rápidos en la insolación, la sequedad fisiológica y el daño físico por granizo y algunas veces por nieve. El resultado de la adaptación de las plantas a estas condiciones ha dado lugar a varias formas de crecimiento características de los páramos, tales como plantas en roseta acaulescentes o con tallos, que forma almohadillas, pastos en macollas, arbustos micrófilos, arbustos enanos postrados y plantas vagrantes y geófitas (Sklenar *et al.*, 2005).



Cerro Tatamá.

En los páramos de la cordillera Occidental no se encuentran los frailejones (*Espeletia* spp.). Las comunidades vegetales dominantes son los matorrales dominados por especies de Asteraceae, y los pajonales con especies de *Calamagrostis* (Rangel, 2000). Según Rangel (2000), en el páramo los matorrales con mayor área de distribución están dominados por especies de Asteraceae (géneros *Diplostephium* y *Pentacalia*), *Castilleja* e *Hypericum*. Entre las comunidades más ampliamente distribuidas se encuentran las de *Hypericum laricifolium* y de *Pentacalia vernicosa*. En la vegetación herbácea dominada por gramíneas y macollas, la comunidad mejor representada es la de *Calamagrostis effusa*. Otros tipos de vegetación presente en los páramos son los chuscales, con *Chusquea tessellata*. Los rosetales con especies de *Puya* sp. Los rosetales bajos y los prados, turberas y tremedales, o agrupaciones de plantas vasculares en cojín.

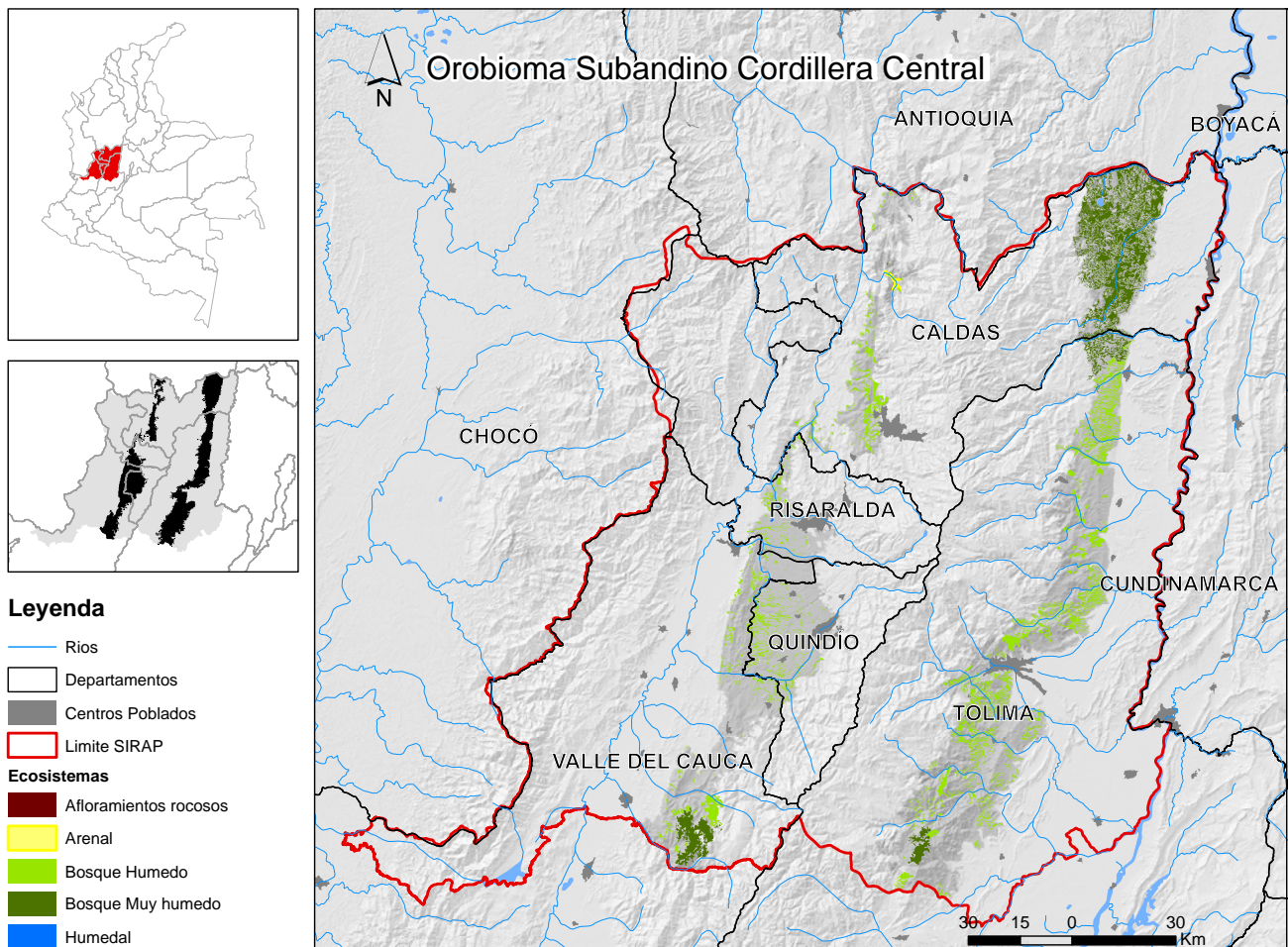
Según Rangel (2000), cifras preliminares señalan que la riqueza de la flora tiende a incrementarse con el aumento de la precipitación. Por lo tanto, es posible encontrar más especies vegetales en el páramo pluvial del Orobioma Altoandino de la cordillera Occidental.

La mayor presión en este ecosistema continúa siendo la quema y el pastoreo repetitivo. El objetivo de las quemas en el páramo es el de aumentar la productividad

en la ganadería. Esta práctica puede tener buenos resultados a corto plazo; sin embargo, el proceso de recuperación en el páramo toma bastante tiempo, y la quema repetida y el pastoreo pueden causar daños permanentes a largo plazo (Ramsay, 1992; citado en Sklenar *et al.*, 2005).

Orobioma Subandino cordillera Central

Se ubica hacia los flancos de la cordillera Central, en límites con los biomas de zonas bajas de los valles del Magdalena y Cauca (Mapa 20), y altitudinamente en la parte inferior de la cordillera Central, desde 200 m en el flanco oriental, hacia los municipios de Norcasia y Victoria, en el oriente de Caldas, y 1100 m sobre el nivel del mar, en el flanco occidental. La precipitación media anual es de 2101 mm para ambos flancos, con un máximo de 4484 mm hacia el oriente de Caldas, y 1254 mm en las zonas menos lluviosas, en los municipios de Rovira, en el Tolima, y Tuluá, en el Valle del Cauca. La temperatura media es de 21,8°C. En este bioma se encuentran tres ecosistemas: humedal, bosque húmedo y bosque muy húmedo.



Mapa 20. Orobioma Subandino cordillera Central.



© Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Río La Miel

Condiciones ecológicas

Los ecosistemas húmedo y muy húmedo comparten especies del bioma inferior, en este caso del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca, y del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Magdalena, y del Orobioma Andino cordillera Central. Actualmente existen 130.668 ha de este bioma en diferente estado de conservación: 61 ha del ecosistema humedal, 68.733 ha del bosque húmedo y 61.873 ha del bosque muy húmedo.

En el ecosistema bosque húmedo se presentan 29.811 ha de arbustales en sucesión. Los guaduales (*Guadua angustifolia*) ocupan 7.761 ha del ecosistema bosque húmedo. Hay además 29.811 ha de arbustales en sucesión, que debido a diferentes presiones fueron degradados, pero que eventualmente podrían regenerarse a un estado cercano al original.

Un ejemplo notable de este ecosistema en el Sirap es el Parque Regional Natural Ucumarí, localizado en el departamento de Risaralda, al este del municipio de Pereira y colindante con el Parque Nacional Natural de Los Nevados. Está situado en su mayoría dentro del Orobioma Subandino, con presencia mayoritaria del ecosistema de bosque muy húmedo. Parte de este ecosistema es bosque natural y otra parte bosque secundario en diferente estado de sucesión.

La gran cantidad de estudios de flora y fauna llevados a cabo en este parque revela la diversidad biológica de este ecosistema. En lo que se refiere a plantas, Galeano (1994) registra 598 especies, pertenecientes a 113 familias. Las familias con mayor número de géneros son Compositae, Orchidaceae, Rubiaceae y Solanaceae; con mayor número de especies Solanaceae, Orchidaceae, Compositae, Melastomataceae y Rubiaceae (Figura 7). La diversidad de géneros de plantas de Ucumarí es muy similar a la del Parque Nacional Natural Los Nevados; aproximadamente la mitad de las especies son compartidas por ambos. De acuerdo con el mismo estudio, los géneros de las familias más representativas en este parque son: *Achyrocline*, *Ageratina*, *Alloispermum*, *Aspilia*, *Austroeupatorium*, *Baccharis*, *Bernadesia*, *Bidens*, *Bartletina*, *Chromolaena*, *Clibadium*, *Conyza*, *Critoniella*, *Erato*, *Erechtites*, *Eupatorium*, *Galinsoga*, *Gamochaeta*, *Hebeclinium*, *Jaegeria*, *Mikania*, *Munozia*, *Oligactis*, *Pentacalia*, *Schistocarpha*, *Sigesbeckia*, *Verbesina*, *Vermonia*, *Comparettia*, *Dichaea*, *Diothonea*, *Elleanthus*, *Epidendrum*, *Gomphichis*, *Malaxis*, *Masdevallia*, *Maxilaria*, *Odontoglossum*, *Oncidium*, *Pleurothallis*, *Prescottia*, *Stelis*, *Cinchona*, *Chiococca*, *Dioicodendron*, *Elaeagia*, *Faramea*, *Gonzalagunia*, *Guettarda*, *Hoffmannia*, *Ladenbergia*, *Nertera*, *Palicourea*, *Psychotria*, *Relbunium*, *Rondeletia*, *Browallia*, *Brugmansia*, *Capsicum*, *Cestrum*, *Cuatresia*, *Deprea*, *Dunalia*, *Lochroma*, *Jaltomata*, *Lycianthes*, *Sessea*, *Solandra* y *Solanum*.

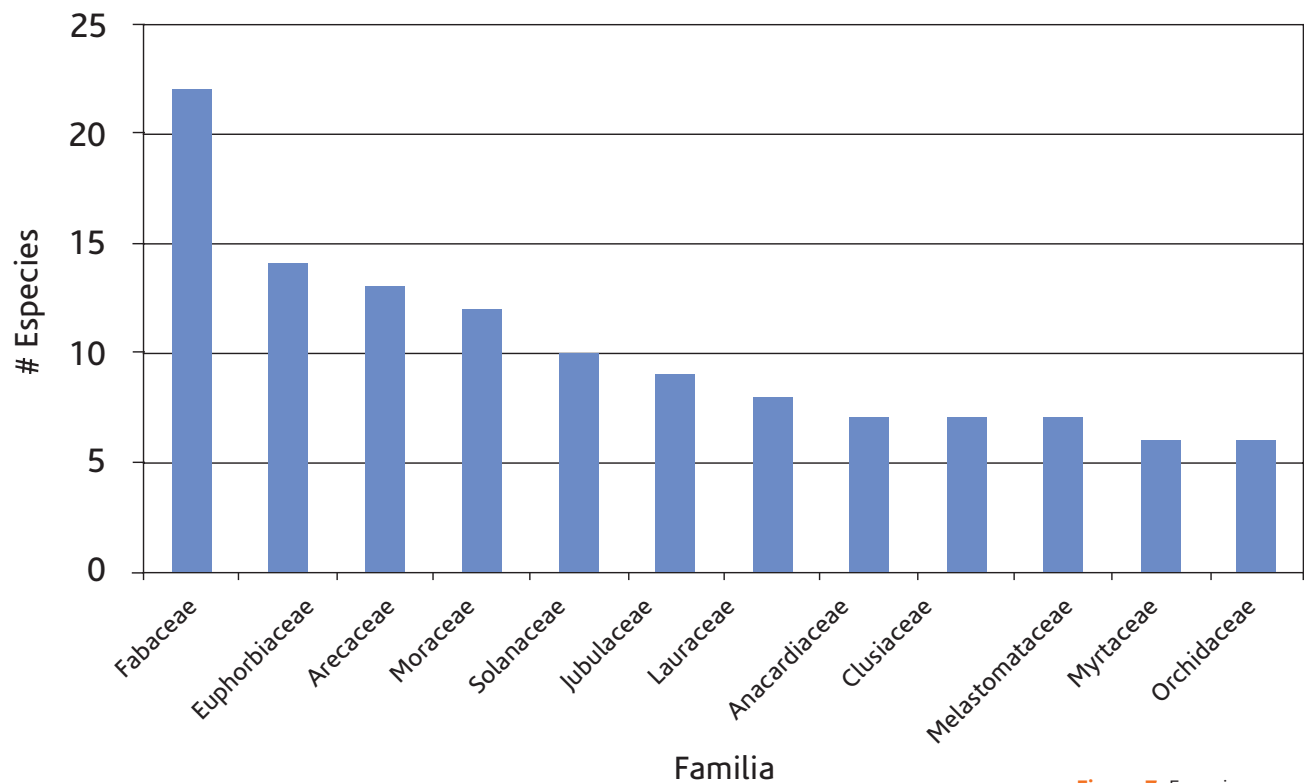


Figura 7. Especies registradas en el Orbioma Subandino cordillera Central

Fuente: Base de datos biológica WCS, 2010.

En la cordillera Central, la vertiente que da hacia el valle del río Magdalena recibe más lluvia que la vertiente occidental (Rangel, 2000). Según los montos acumulados de la precipitación, la vertiente occidental de las cordilleras Oriental y Central, y la vertiente oriental de la cordillera Occidental, pueden considerarse secas, y la vertiente oriental de la cordillera Central, y probablemente la vertiente occidental de la cordillera Occidental, serían superhúmedas (Rangel, 2000). Las diferencias en humedad entre las vertientes de la cordillera están relacionadas directamente con la diferencia en especies. Hay una relación directa de las plantas con la humedad; por lo tanto, en el Orobioma Subandino de la cordillera Central se deben encontrar diferencias en composición de los bosques, tanto en una como en otra vertiente, aunque fisionómicamente sean muy similares. Seguramente comparten un alto porcentaje de géneros, mas no de especies.

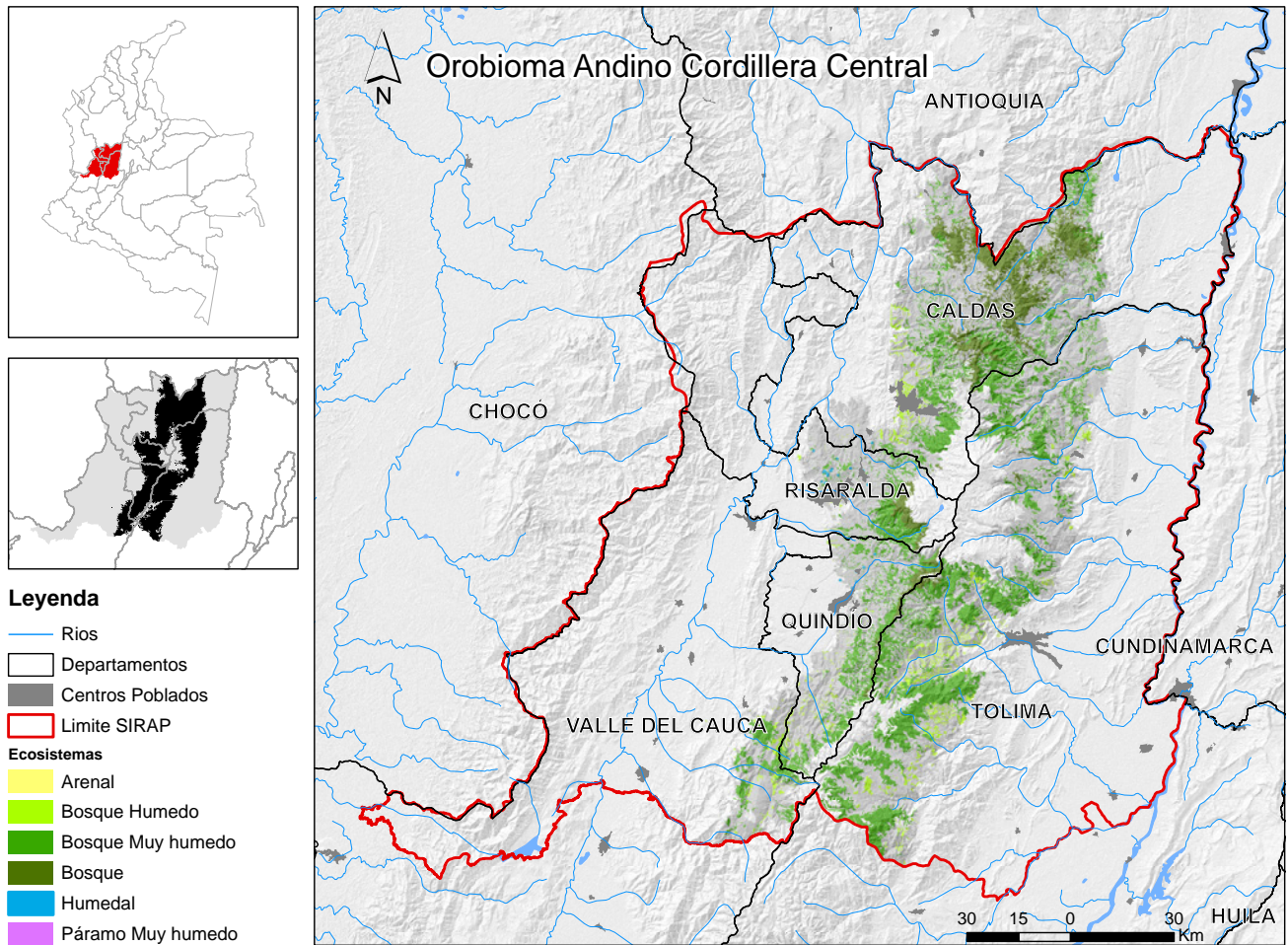
El principal factor de cambio en la composición de especies en la región andina es el gradiente altitudinal, pero también se dan diferencias en sentido latitudinal, en particular en las ecorregiones que abarcan un amplio rango latitudinal (Kattan, 2001). Análisis de agrupamiento de especies indican que las relaciones entre las diferentes regiones y subregiones dependen del grupo taxonómico analizado (Kattan, 2001).

Orobioma Andino cordillera Central

Al igual que el anterior, este orobioma se encuentra en ambos flancos de la cordillera Central (Mapa 21); limita altitudinalmente con el orobioma subandino y altoandino de forma discontinua, desde 1.200 m hacia la parte más baja, en los municipios de Samaná, Marquetalia, Fresno y Palocabildo, al oriente de Caldas y el norte del Tolima. El rango altitudinal está entre 1.670 y 3.045 m. La precipitación media anual es de 2.213 mm, con los valores más altos (4.500 mm) en alrededores de Pensilvania y Samaná (Caldas) y los menores (1.300 mm) en las áreas más secas en Sevilla y Tuluá, en el Valle del Cauca. La temperatura promedio es de 15,1°C. En este bioma se encuentran cinco ecosistemas: humedal, bosque húmedo, bosque muy húmedo, bosque pluvial y el páramo muy húmedo.

Condiciones ecológicas

En la región existen actualmente 351.601 ha de este orobioma en diferente estado de conservación: 45 ha de humedales, 31.193 ha de bosque húmedo (de las cuales 16.331 ha son arbustales y 448 ha guaduales), 202.395 ha de bosque muy húmedo, 47.720 ha de arbustales y 282 ha de guaduales y 69.478 ha de bosque pluvial, de las cuales 1.881 ha son un estado sucesional arbustivo.



Mapa 21. Orobioma Andino cordillera Central

Estos bosques muy húmedos y pluviales, al igual que los de la cordillera Occidental, presentan un ambiente de excesiva humedad, que favorece una gran diversidad de plantas epifitas pertenecientes a las siguientes familias: Orchidaceae, Bromeliaceae, Gesneriaceae, Rubiaceae, Ericaceae, una gran diversidad de musgos, helechos, hepáticas talosas y líquenes, y suelos con capas gruesas de materia orgánica.

En este orobioma los bosques generalmente presentan dos estratos y altura de dosel de 10 m, con algunos árboles emergentes que no sobrepasan los 15 m. Entre más se asciende en la cordillera la altura de los árboles decrece, hasta llegar, en algunas partes, a los bosques enanos del orobioma altoandino, que están compuestos por arbustales sin una diferenciación clara en estratos.

El mayor número de especies de plantas en este bioma pertenecen a 13 familias (Figura 8) y los bosques maduros de mayor altitud incluyen las siguientes especies: *Miconia curvitheca*, *Purpurella grossa*, *Diplostephium tolimense*, *Gynoxys verrucosa*, *Gynoxys florulenta*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Ilex uniflora var. paramensis*, *Vallea stipularis*, *Oreopanax discolor*, *Tournefortia fuliginosa*, *Geissanthus quindiensis*, *Viburnum jamesonii*, *Maytenus novograntensis* y *Weinmannia tolimensis* (Cuatrecasas, 1958).

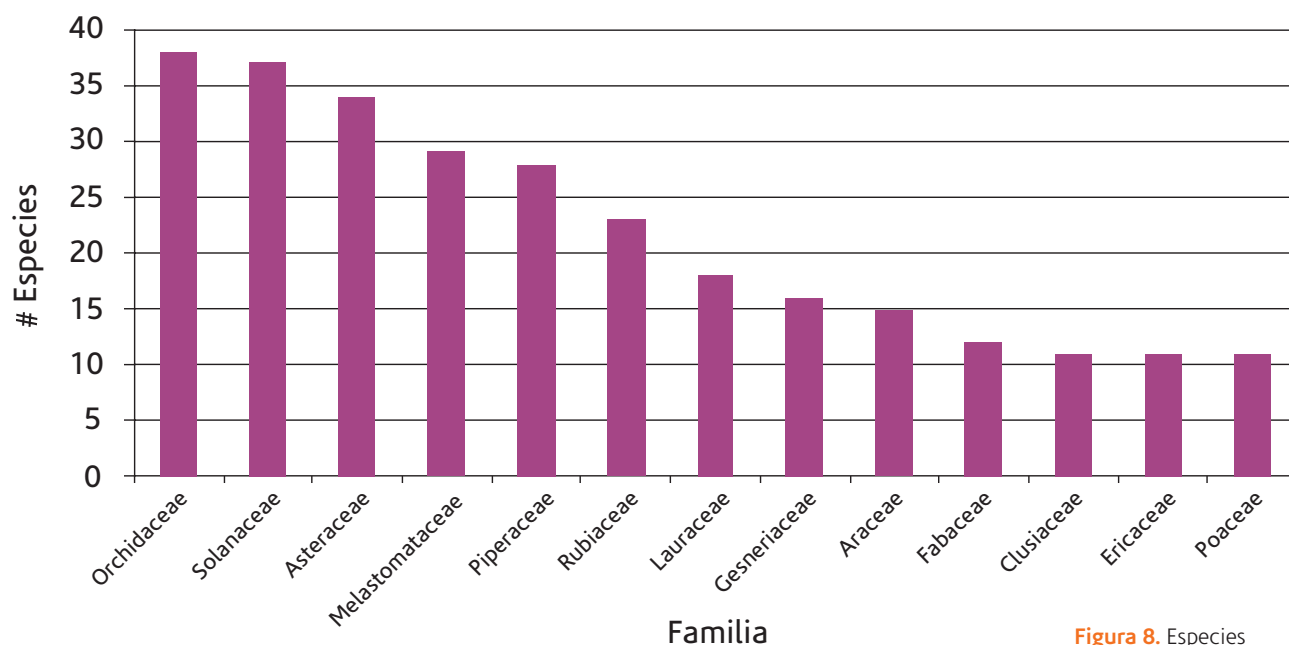


Figura 8. Especies registradas Orobioma Andino cordillera Central.

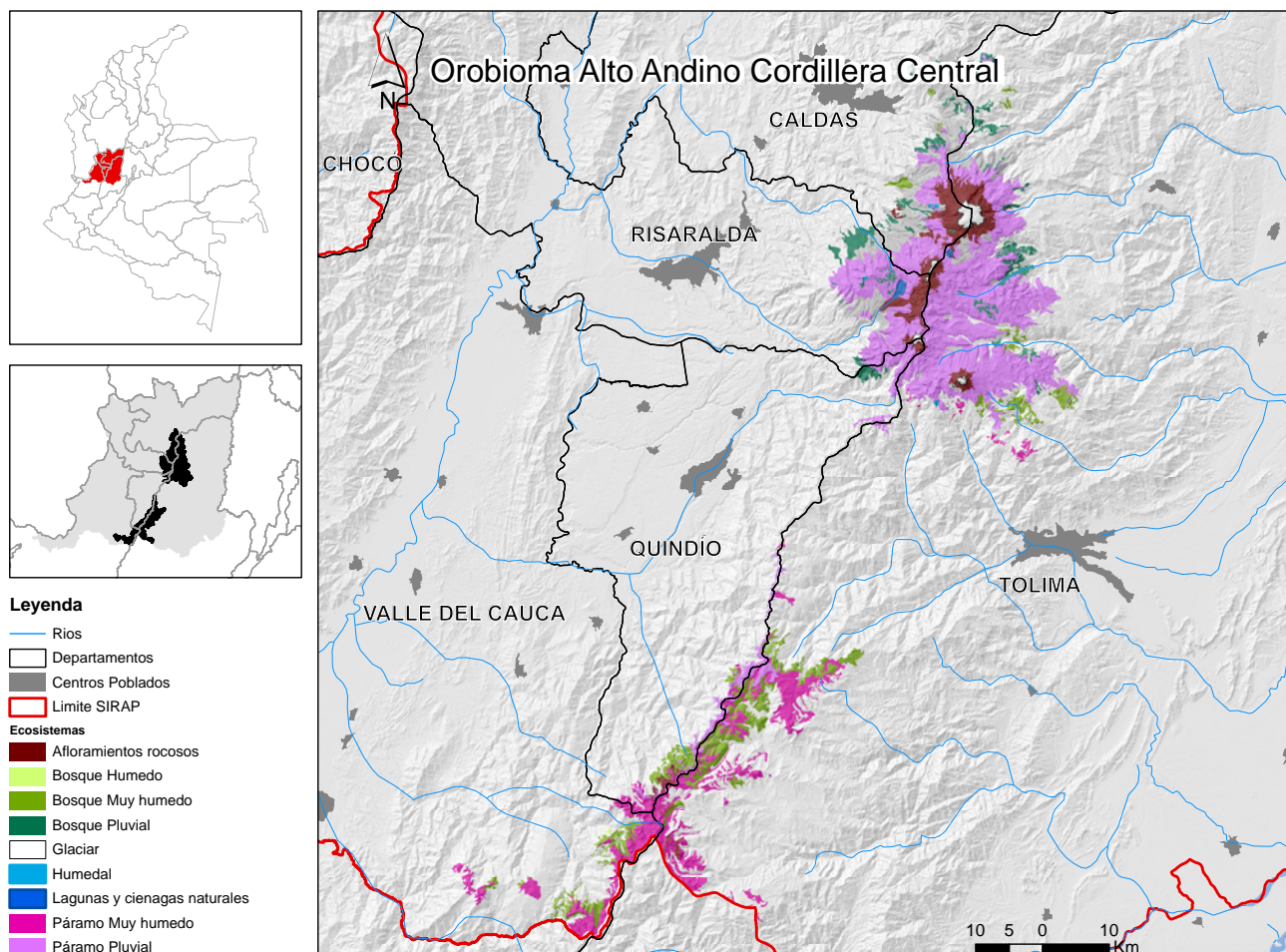
Fuente: Base de datos biológica WCS, 2010.

Orobioma Altoandino cordillera Central

Está presente en ambos flancos y sobre el lomo de la cordillera Central (Mapa 22). El rango altitudinal promedio está entre 3.470 y 4.200 m sobre el nivel del mar; la altura máxima es 5.283 m en la cima del Parque Nacional Natural Los Nevados. La precipitación media anual es de 1.860 mm, con la zona más lluviosa en el municipio de Santa Rosa de Cabal, y la zona menos lluviosa al sur de los páramos de Chilí y Yerbabuena. La temperatura promedio es de 6,5°C. En este bioma se encuentran 8 ecosistemas: humedal, afloramiento rocoso, bosque pluvial, bosque enano muy húmedo, bosque enano pluvial, páramo muy húmedo, páramo pluvial y nieve.

Condiciones ecológicas

En el Orobioma Altoandino de la cordillera Central existen actualmente 107.569 ha en diferentes estado de conservación. Hay 8.228 ha de bosque pluvial, 15.393 de bosque enano muy húmedo, 7.743 de bosque enano pluvial, 21.441 de páramo muy húmedo y 60.544 del páramo pluvial. En este orobioma se encuentran también 226,1 ha de lagunas, lagos y ciénagas, 9.323,2 de afloramientos rocosos y 1.648,7 de zona de nieve.



Mapa 22. Orobioma Altoandino cordillera Central.

La composición de la flora, la vegetación, la fauna y los ecosistemas que se establecen en la franja altoandina, en los límites entre la vegetación arborecente cerrada de la media montaña y la abierta de la alta montaña, depende claramente de la localidad geográfica y está estrechamente relacionada con la expresión de factores como el clima, el suelo, el subsuelo, la inclinación y la exposición, además de los efectos biogeográficos históricos y la influencia antropogénica (Rangel, 2000). El mayor número de especies de plantas en esta franja pertenecen a ocho familias (Figura 9).

El uso antrópico del páramo ha llegado a límites alarmantes; entre las principales actividades que se derivan de sus recursos bióticos y físicos, figuran la extracción de leña como combustible y como cercas vivas, la utilización de los pastos en techos de casas de campo y de plantas nativas y forrajeras en la ganadería, la desecación de turberas para extender la agricultura, la explotación comercial de turbas y el uso desmedido del agua para consumo humano (Rangel, 2000).

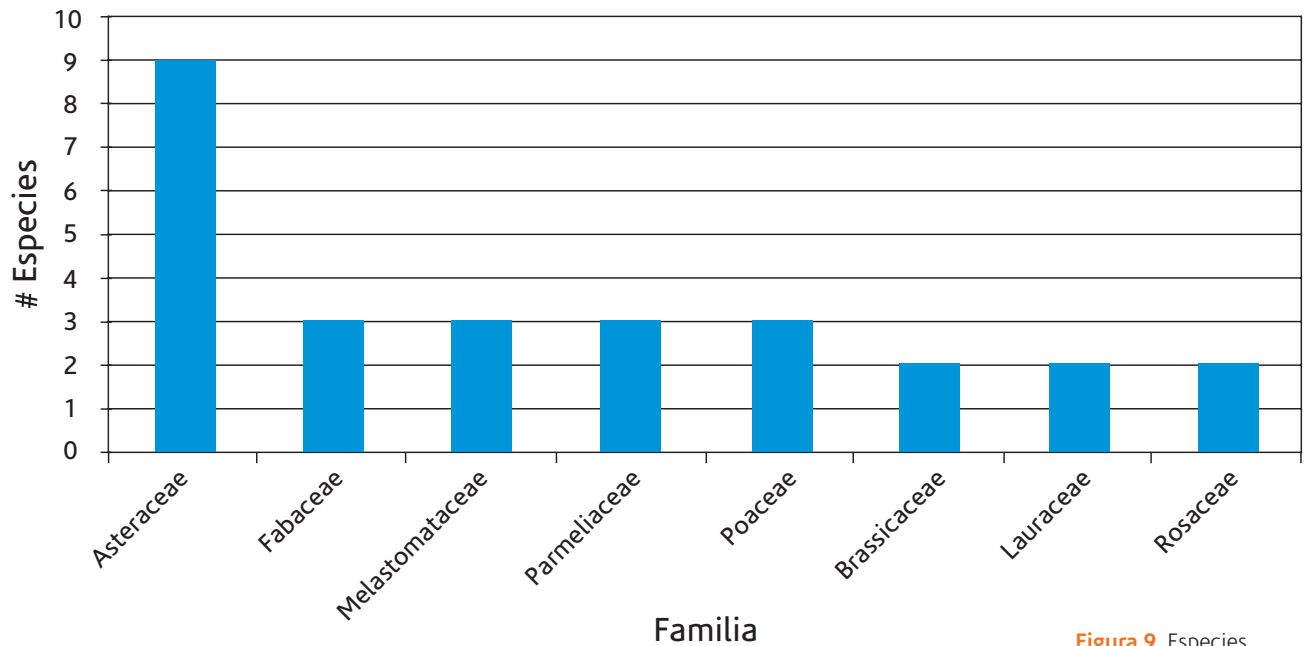


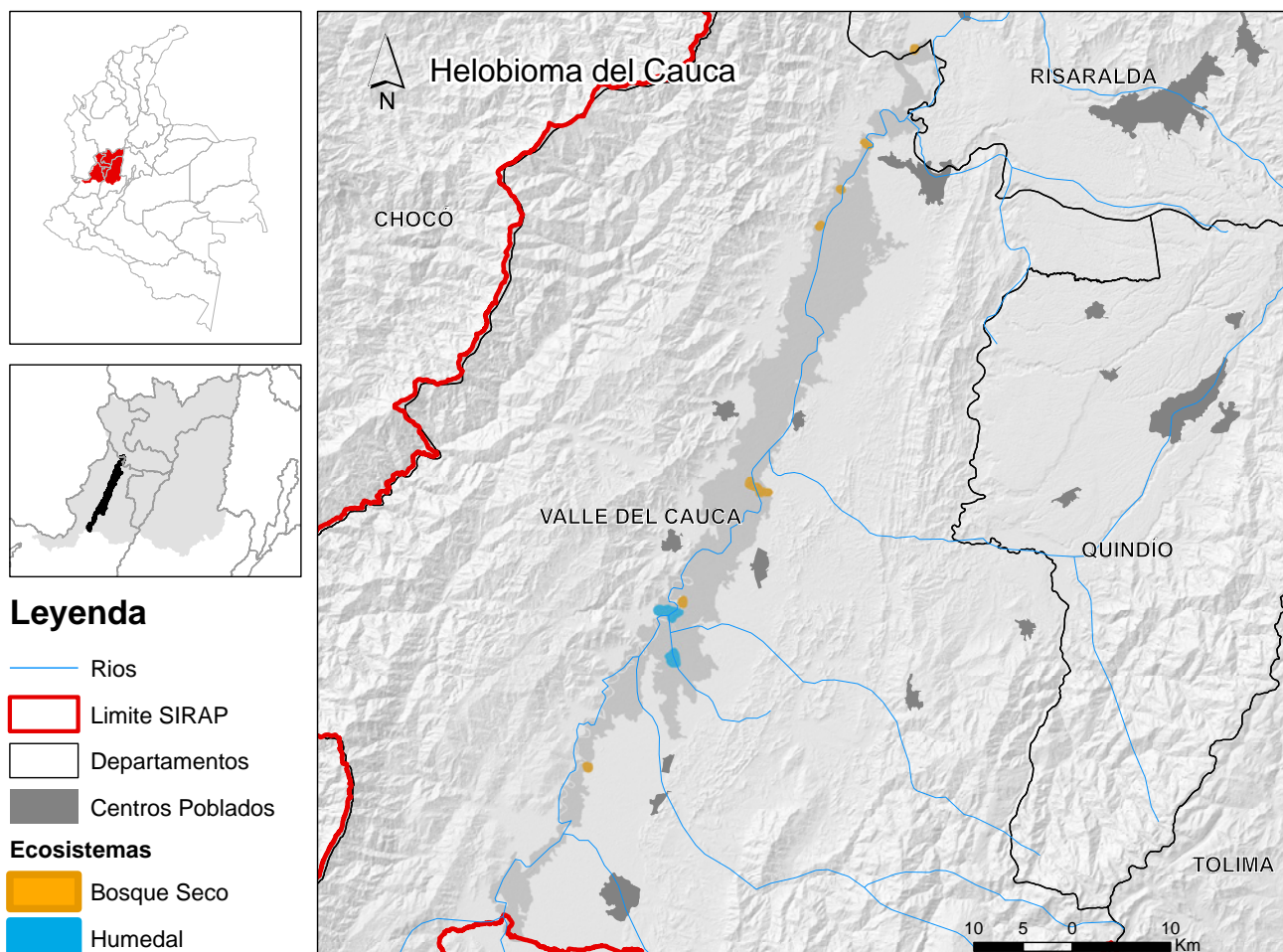
Figura 9. Especies registradas Orobioma Altoandino cordillera Central

Helobioma del Cauca

Se localiza en las planicies de inundación del río Cauca (Mapa 23). Debido a la alta transformación antrópica (99,5%) y la pérdida en la dinámica de inundación por la construcción de jarillones, diques y sistemas de riego, estos ecosistemas pueden estar llamados a desaparecer. Presenta temperaturas promedio de 24°C, sobre alturas promedio de 910 m y 1.322 mm anuales de precipitación. En este bioma se encuentran dos ecosistemas: bosque seco de planicie inundable y humedales.

Condiciones ecológicas

Existen actualmente 208 ha del Helobioma del Cauca, en diferentes estado de conservación: 56 de bosque seco de planicie (de las cuales 25,1 corresponden a la formación gradual) y 151,4 de humedales. En las lagunas que salpican las planicies prospera una vida vegetal que alberga la poca fauna silvestre que aún queda. Entre estas especies vegetales están: *Aeschynomene ciliata*, *Cyperus ferax*, *Eichornia crassipes*, *Eleocharis interstincta*, *Enhydra fluctuans*, *Hetheranthera reniformis*, *Hydrocotyle umbellata*, *Hydrolea spinosa*, *Hymenachne amplexiculis*, *Jussiaea pilosa*, *Limnocharis flava*, *Nymphoides humboldtianum*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum*



Mapa 23. Helobioma del Cauca.

densiflorum, *Salvinia sprucei*, *Thalia geniculata* y *Typha angustifolia* (Espinal, 1963).

La formación gradual está dominada por la especie *Guadua angustifolia*; asociada a ella se encuentran varias especies de *Heliconia* sp. y algunas especies pertenecientes a las familia Maranthaceae, Bromeliaceae, Urticaceae y Araceae. El ecosistema bosque seco de planicie comparte gran cantidad de especies con el ecosistema bosque seco del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca.

Helobioma del Magdalena

Ubicado en las planicies de inundación del río Magdalena, al noroccidente del Eje Cafetero, sobre una media altitudinal de 190 m (Mapa 24). Tiene una temperatura promedio de 29,9°C y una precipitación media anual de 2.118 mm. En este bioma se encuentran tres ecosistemas: bosque húmedo, bosque seco de planicie y humedales.

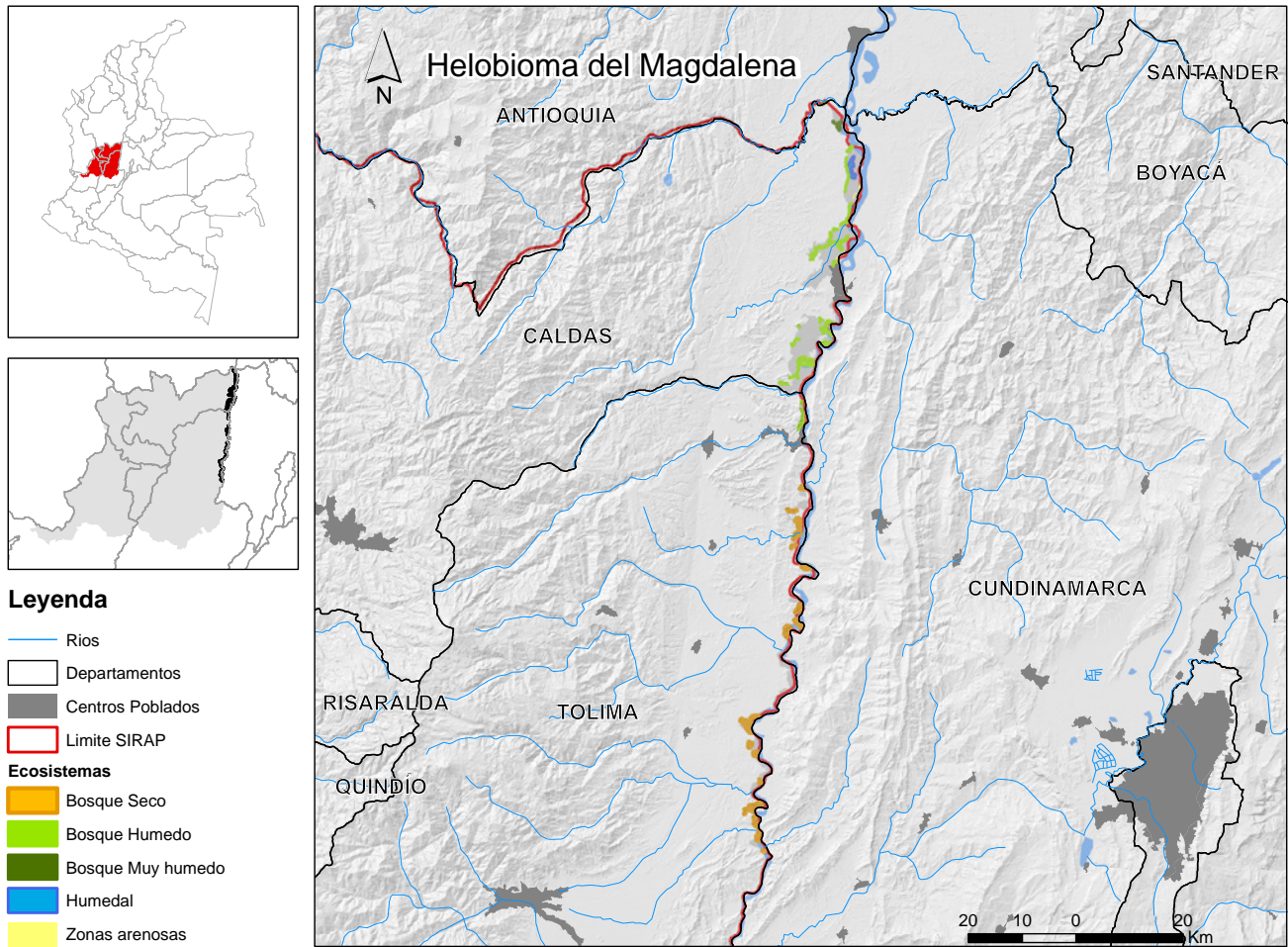


© Andrés F. Trujillo / WWF-Colombia

Helobios del Magdalena.

Condiciones ecológicas

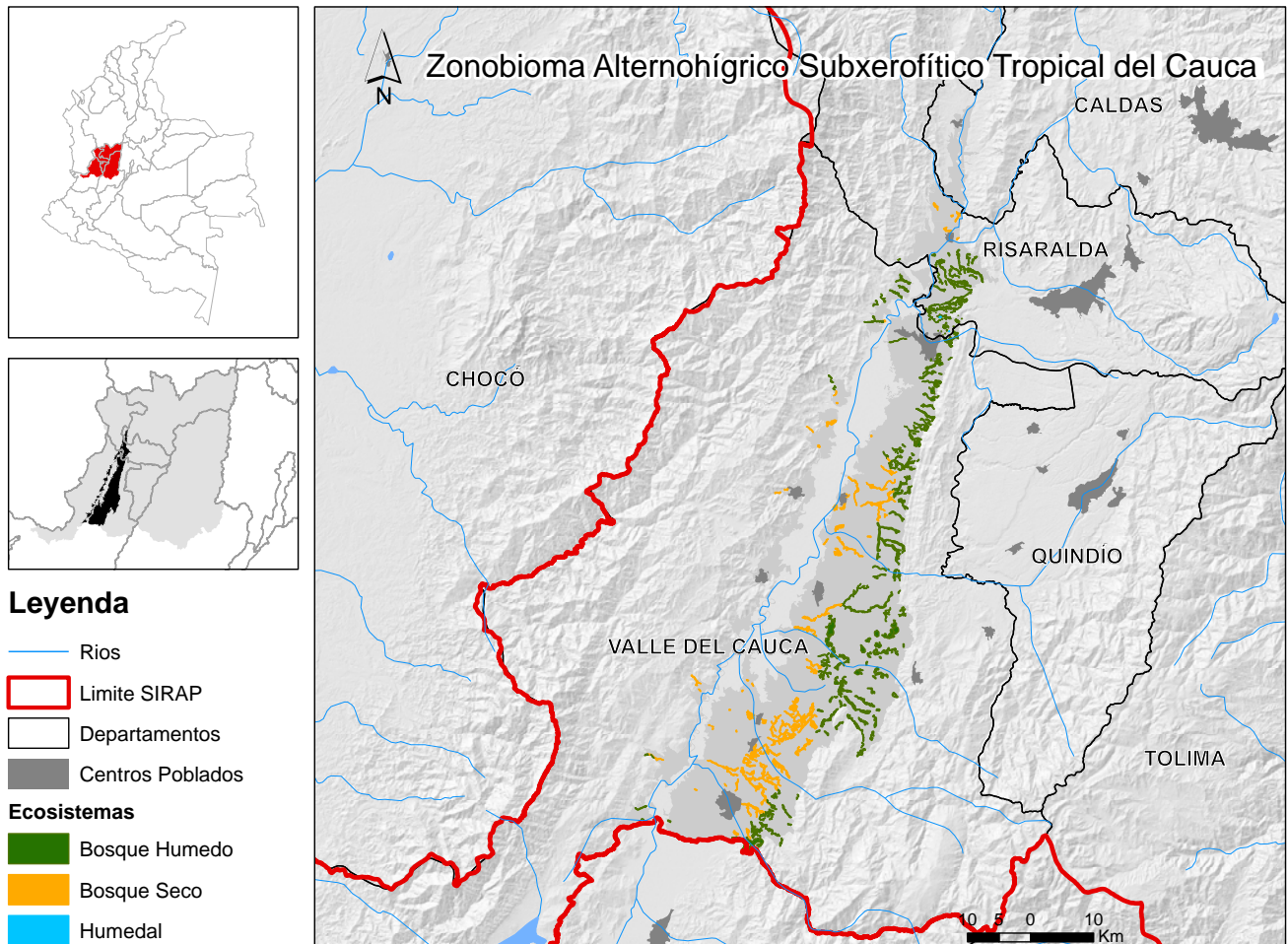
Existen actualmente 2.047 ha del Helobios del Magdalena en diferentes estados de conservación, de las cuales 328 son bosques húmedos (253 corresponden a arbustales), 792 de bosque seco (507 son arbustales) y 295 ha de ecosistemas de humedales. En los bosques húmedos y secos de planicie hay especies similares a las de los bosques húmedos y secos del Zonobios Alternohigrico y Subxerofítico del Magdalena. Estos bosques están conformados por dos estratos, con árboles emergentes de hasta 40 m. Según Cuatrecasas (1958), en los humedales y parte de la vegetación acuática se encuentran formaciones flotantes de *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia natans* y *Marsilia* sp.



Mapa 24. Helobioma del Magdalena.

Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca

Se encuentra hacia el piedemonte de la cordillera Occidental y Central del valle del río Cauca (Mapa 25). Limita altitudinalmente con los orobiomas subandinos de dichas cordilleras. Presenta un rango altitudinal promedio entre 900 y 1.100 m sobre el nivel del mar, con un máximo de 1.350 m hacia los municipios de Tuluá, Andalucía y Bugalagrande, en el piedemonte de la cordillera Central. La temperatura promedio es de 23,5°C y el rango promedio de precipitación anual está entre 1.220 y 1.640 mm. Las zonas más lluviosas se encuentran en el piedemonte y planicie de los municipios de Viterbo, La Virginia y Santuario y los más secos en alrededores de Zarzal, Bugalagrande y Tuluá. En este bioma se encuentran dos ecosistemas: bosque húmedo y bosque seco.



Mapa 25. Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Cauca

Condiciones ecológicas

Existen actualmente 10.282 ha de este zonobioma dentro del SIRAP Eje Cafetero, en diferentes estados de conservación. Hay 6.882 ha de bosque húmedo (1.969 de arbustales húmedos y 2.468 de guadual). Del ecosistema bosque seco se conservan 3.397 ha, de las cuales 763 son arbustales y 664 corresponden a la formación guadual.

La pluviosidad, que oscila entre 1.500 y 1.800 mm, está repartida en dos épocas, de abril a mayo y de octubre a noviembre, en las que cae el 70% de la lluvia total anual; la sequía en estos bosques no parece ser tan severa como en otras regiones, pues el periodo en que la vegetación pierde el follaje no suele prolongarse por más de unas pocas semanas (Díaz, 2006).

En los parches mejor conservados de este bioma la vegetación arbórea alcanza un dosel de 30 m, con algunos elementos prominentes, como caracolí, burilico, manteco, higerón, yarumo y ceiba. Una particularidad especial de estos bosques es que frecuentemente aparecen entremezclados con guaduales (Díaz, 2006).

Doce familias botánicas contienen la mayoría de las especies registradas hasta el momento en los valles secos del Cauca y Magdalena (Figura 10). Algunas de las plantas más conocidas son: *Acacia farnesiana*, *Achatocarpus nigricans*, *Achyranthes aspera*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Anacardium excelsum*, *Aspilia tenella*, *Aristolochia rigens*, *Aspidosperma dugandii*, *Astronium graveolens*, *Blechum brownei*, *Boerhavia erecta*, *Bouteloua filiformis*, *Bulnesia carrapo*, *Bursera simaruba*, *Bursera tomentosa*, *Byrsonima cimungana*, *Capparis indica*, *Capparis odoratissima*, *Carludovica palmata*, *Casearia cprymbosa*, *Cassia occidentalis*, *Cassia tora*, *Cedrela sp.*, *Ceiba pentandra*, *Centrosema pubens*, *Chlorophora tinctoria*, *Chomelia spinosa*, *Cissampelos pareira*, *Cissus sicyoides*, *Cnidocolus tubulosus*, *Corchorus orinocensis*, *Cordia dentata*, *Crescentia cujete*, *Croton leptostachym*, *Cynodon dactylon*, *Desmanthus virgatus*, *Desmodium tortuosum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta*, *Ficus sp.*, *Genipa americana*, *Guárea trichilioides*, *Heliotropium indicum*, *Heliotropium fruticosum*, *Hylocereus undatus*, *Hymenaea courbaril*, *Indigofera lespedezioides*, *Ipomoea carnea*, *Isotoma logiflora*, *Jacaranda caucana*, *Jatropha gossypifolia*, *Justicia comata*, *Lemaireocereus humilis*, *Leonthis nepetaefolia*, *Mutingiacalabura*, *Machaerium capote*, *Manihot carthagenensis*, *Melochia pyramidata*, *Mimosa invisa*, *Mimosa púdica*, *Momordica charantia*, *Myroxylon balsamum*, *Ochroma lagopus*, *Opuntia elatior*, *Parkinsonia aculeata*, *Passiflora coriácea*, *Phyllanthus acuminatus*, *Phyllanthus nivosus*, *Physalis angulata*, *Pithecelobium dulce*, *Samanea saman*, *Platymiscium pinnatum*, *Porophyllum ruderae*, *Portulaca pilosa*, *Potomorphe peltata*, *Priva lapulacea*, *Prosopis juliflora*, *Pseudosamanea guachapele*, *Randia sp.*, *Rhipsalis cassutha*, *Rivina humilis*, *Ruellia tuberosa*, *Selaginella microphylla*, *Solanum hirtum*, *Solanum mammosum*, *Solanum torvum*, *Spanenthe paniculata*, *Spigelia anthelmia*, *Spondias mombin*, *Tabebuia chrysantha*, *Tabebuia rosea*, *Thevetia peruviana*, *Trichilia hirta*, *Triplaris sp.*, *Turnera ulmifolia*, *Zanthoxylum sp.* y *Wigandia caracasana* (Espinal, 1963).

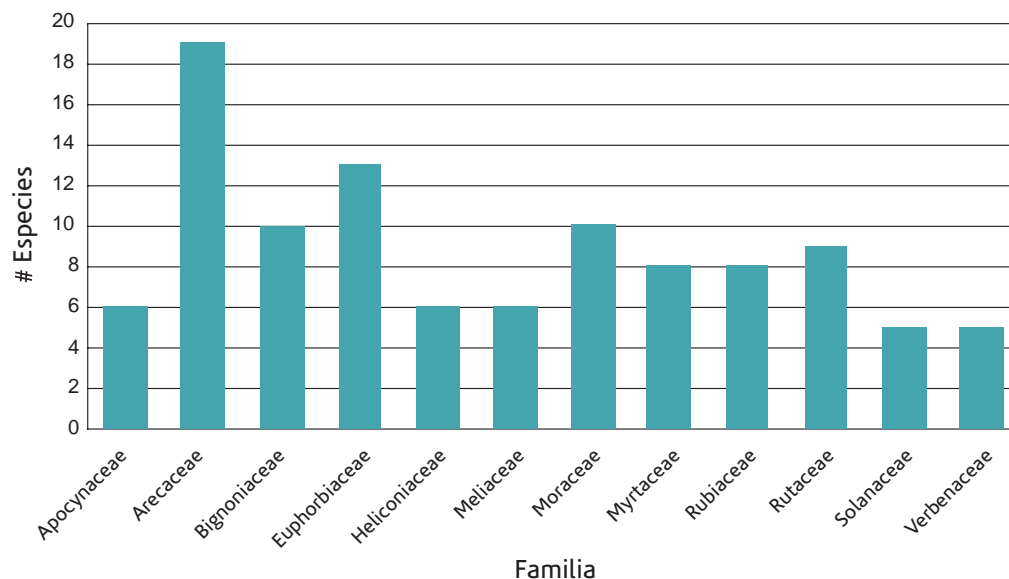


Figura 10. Especies registradas del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico del Cauca

Fuente: Base de datos biológica WCS, 2010.

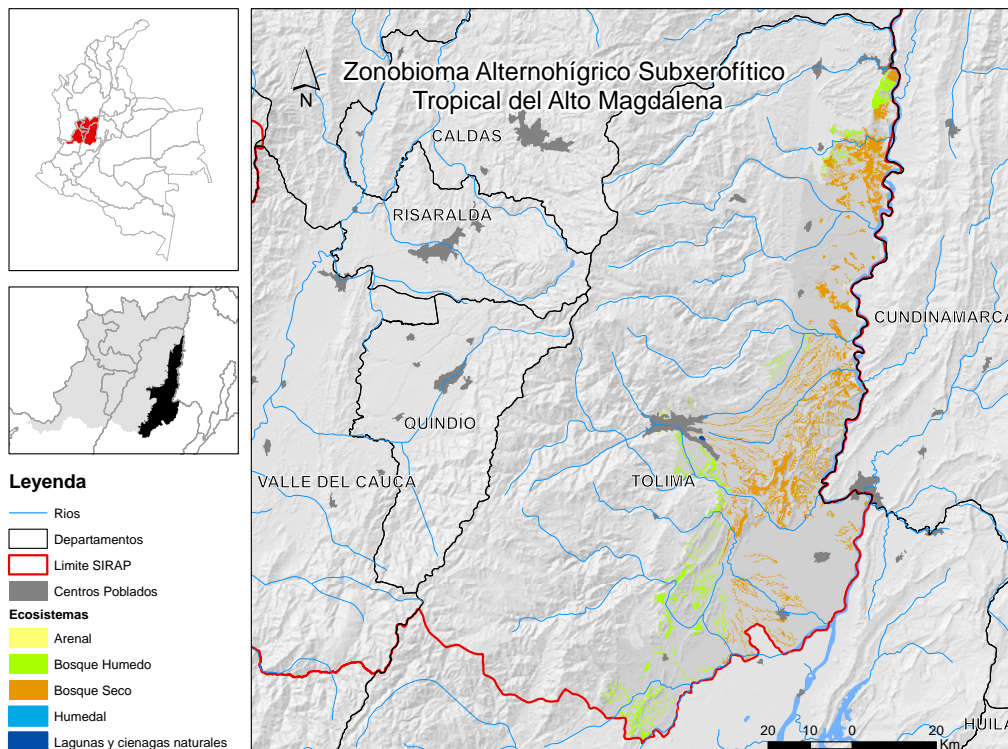
Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena

Presente al oriente del Sirap del Eje Cafetero, sobre el piedemonte del flanco oriental de la cordillera Central (Mapa 26), altitudinalmente limita con el orobioma subandino de la misma cordillera y latitudinalmente al norte con el Zonobioma Húmedo Tropical del Magdalena-Caribe. Con un rango altitudinal entre 250 y 640 m, tiene una temperatura media de 26,6°C y su precipitación promedio anual alcanza 1.533 mm. En este bioma se encuentran tres ecosistemas: bosque húmedo, bosque seco y humedales.

Condiciones ecológicas

En el Sirap Eje Cafetero existen actualmente 54.891 ha de este bioma, en el cual el ecosistema bosque húmedo conserva 15.196 ha, 8959 ha correspondientes a arbustales. Del ecosistema bosque seco se conservan 39.607 ha, de las cuales 21.764 son arbustales. En este bioma también hay 51,9 ha de humedales y 35,9 de lagunas, lagos y ciénagas⁴.

4. De acuerdo con la clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia, se separan en dos categorías las áreas húmedas (pantanos, turberas y vegetación acuática) de las superficies de agua (ríos, lagunas, lagos, ciénagas, canales y cuerpos de agua artificiales). Lo que contrasta con otros autores, donde unifican estos conceptos como humedales. En aras de mantener la coherencia con la propuesta de ecosistemas a nivel nacional, hemos dejado la subdivisión propuesta por Corine.



Mapa 26. Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena.

Los bosques secos del alto valle del río Magdalena poseen afinidad con la vegetación seca de la llanura del Caribe. Como en aquellos, la altura del dosel se encuentra entre 18 y 25 m y las plantas tienen adaptaciones estructurales, como la presencia de hojas compuestas y folíolos pequeños, corteza de los troncos lisa y presencia de agujones o espinas (Arias *et al.*, 1995), además de perder estacionalmente su follaje en respuesta al déficit de agua, lo cual hace que la apariencia del paisaje cambie radicalmente durante una parte del año (Díaz, 2006). En este tipo de hábitat alternohigrico son escasas o ausentes las plantas epífitas y el sotobosque es despoblado de hierbas, en comparación con hábitats más húmedos (Arias *et al.*, 1995).

A lo largo del valle se destacan los bosques secos al sur, y su transición gradual hacia bosques húmedos tropicales, como los del Zonobioma Húmedo Tropical del Magdalena-Caribe. Según los estudios del Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA) de IAvH, Arias *et al.* (1995) se indica que estos bosques secos están compuestos por dos estratos definidos, generalmente con alturas de 8 m y emergentes hasta 20 m. Las especies más representativas pertenecen a 12 familias botánicas (Figura 11); entre ellas están *Bursera simaruba*, *Platymiscium* sp., *Bulnesia carrapo*, *Pseudobombax* sp., *Astronium graveolens*, *Tabebuia rosea*, *Triplaris americana* y *Aspidosperma* sp. Se destaca la abundancia de lianas, como un elemento sobresaliente. Especies como *Acidocroton gentryi*, *Acalypha mutisii* y *Esenbeckia alata* se catalogan como restringidas a estos valles interandinos.

Fernández y Rivera (2002, citados por Rodríguez *et al.*, 2004), registran como endémicos para los enclaves áridos del alto Magdalena los géneros *Acidocroton*, *Melocactus*, *Monvillea* y *Steriphorma*.

Debido a su reducido tamaño, aislamiento y grado de intervención humana, la composición florística de estos parches es muy variable; la mayoría de sus elementos arbóreos tiene un patrón de distribución aleatorio y son especies propias de estadios sucesionales pioneros y secundarios tardíos (Díaz, 2006). Con base en los estudios realizados en el año 1995 por el grupo Gema del Instituto Alexander von Humboldt, Arias *et al.* (1995) recomendaron declarar estos relictos boscosos bajo alguna figura de conservación y acompañar este proceso con ejercicios de participación y concientización de la comunidad vecina, con el objetivo de reducir al máximo la presión antrópica que en la actualidad están recibiendo.

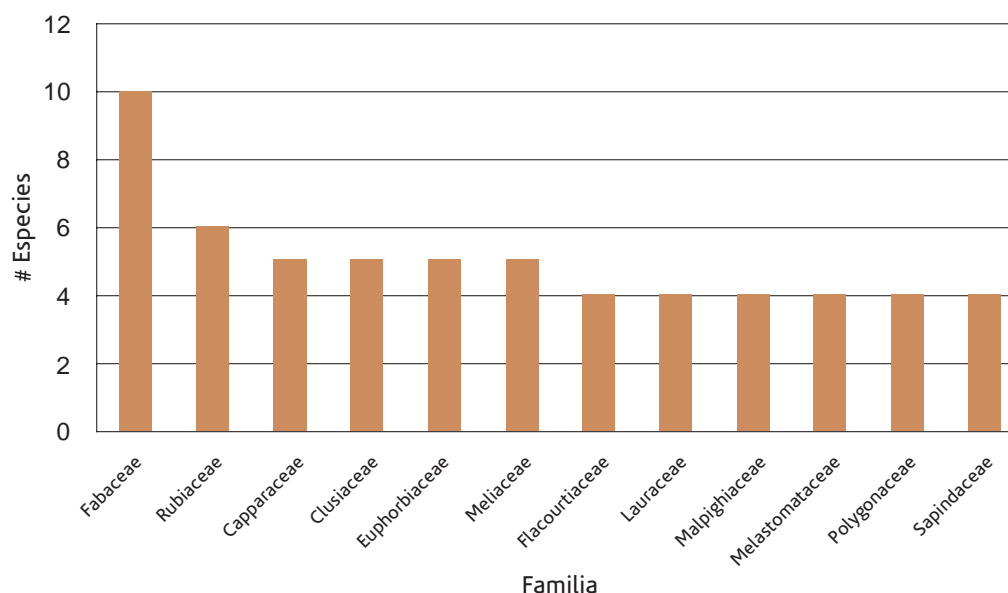


Figura 11. Número de especies de plantas reportadas de diferentes familias en el Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofitico Tropical del Cauca

Fuente: Base de datos biológica WCS, 2010.

Zonobioma Húmedo Tropical del Cauca

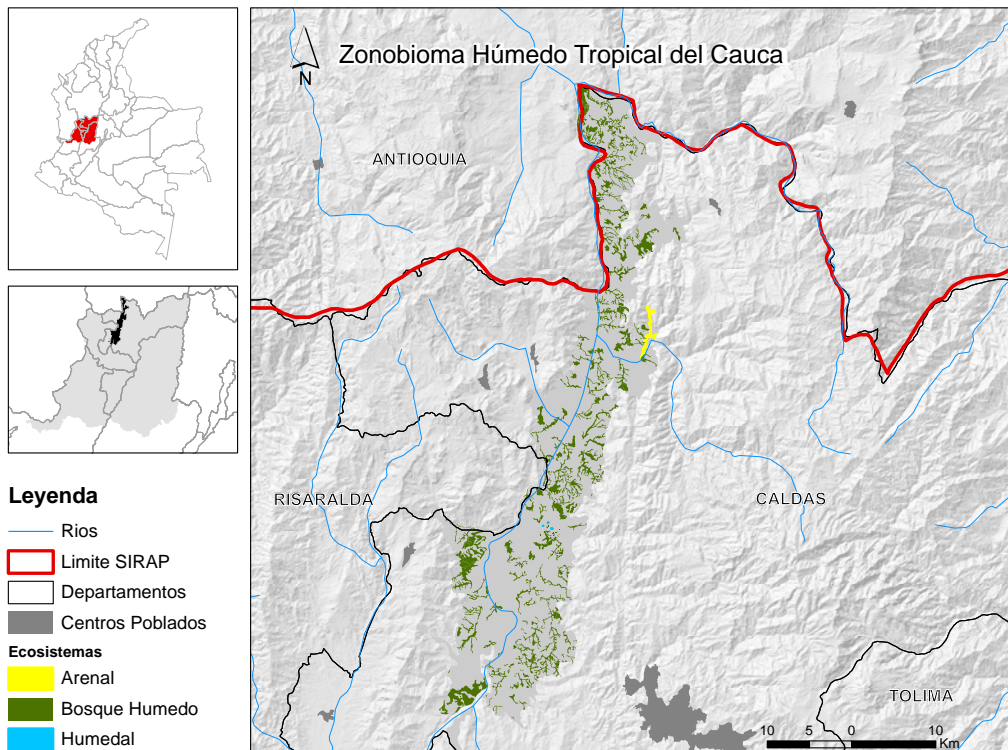
Ubicado en el valle del río Cauca, al norte del municipio de Risaralda (Caldas) (Mapa 27). Presenta una temperatura promedio de 23,4°C y una precipitación promedio de 2.065 mm anuales. En este bioma se encuentra un ecosistema: el bosque húmedo.

Condiciones ecológicas

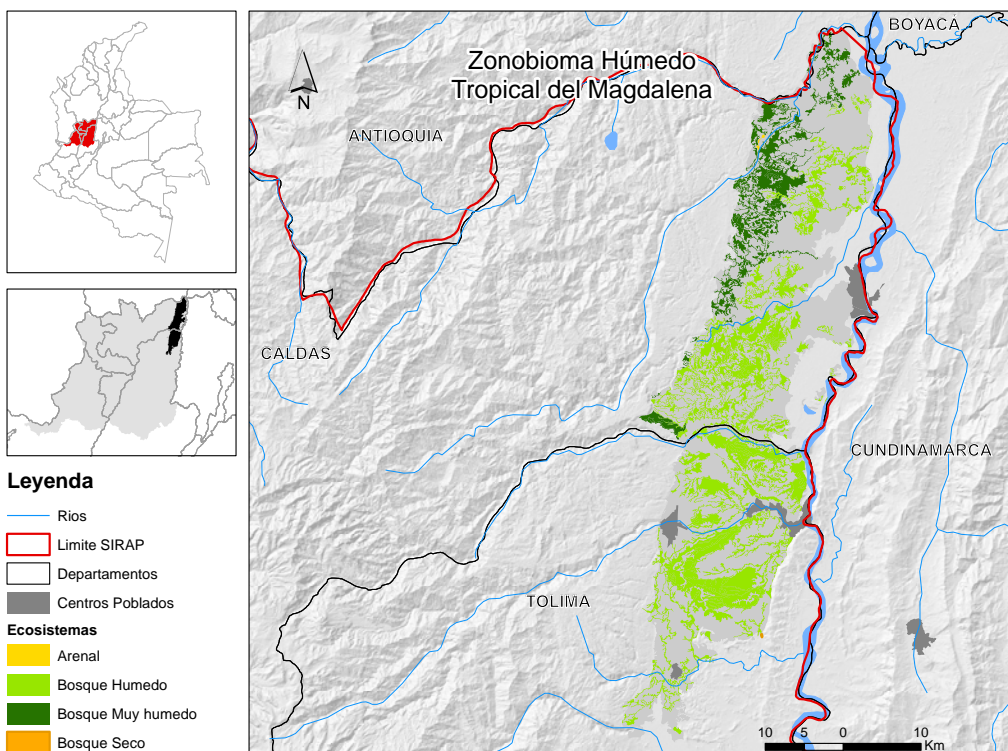
En este zonobioma existen actualmente 10.522 ha de bosque húmedo en diferente estado de conservación, de las cuales 4.220 corresponden a arbustales húmedos y 822 a la formación gradual. En el ecosistema bosque húmedo se encuentran especies del Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofitico del Cauca, y especies del orobioma subandino de ambas cordilleras. La humedad de este ecosistema es aportada en gran proporción por el río Cauca, al encañonarse entre las dos cordilleras luego del paso por el valle del río Cauca y el valle del río Risaralda.

Zonobioma Húmedo Tropical del Magdalena-Caribe

Ubicado al oriente del departamento de Caldas y norte del Tolima, representa la transición con ecosistemas presentes en el medio Magdalena (Mapa 28). Limita altitudinalmente con el Orobioma Subandino de la cordillera Central, y latitudinalmente al sur con el Zonobioma Alternohigrico y/o Subxerofitico del Alto Magdalena. Tiene una temperatura promedio de 27,5°C, 2593 mm anuales de precipitación y presenta una transformación por debajo del promedio para el Sirap Eje Cafetero (68%). En este bioma se encuentra únicamente el ecosistema bosque húmedo.



Mapa 27. Zonobioma Húmedo Tropical del Cauca



Mapa 28. Zonobioma Húmedo Tropical del Magdalena-Caribe.

Condiciones ecológicas

En este bioma se encuentran los pisos térmicos medio y cálido, con temperaturas promedio ligeramente superiores a los 24°C y un régimen de precipitación bimodal similar al del resto de la región andina, lo que genera dos periodos de lluvia alternados con dos secos; en términos generales, la precipitación disminuye en

dirección occidente-oriente (Díaz, 2006). En este zonobioma existen actualmente 39.279 ha en diferentes estados de conservación, de las cuales 17.256 corresponden a arbustales húmedos.

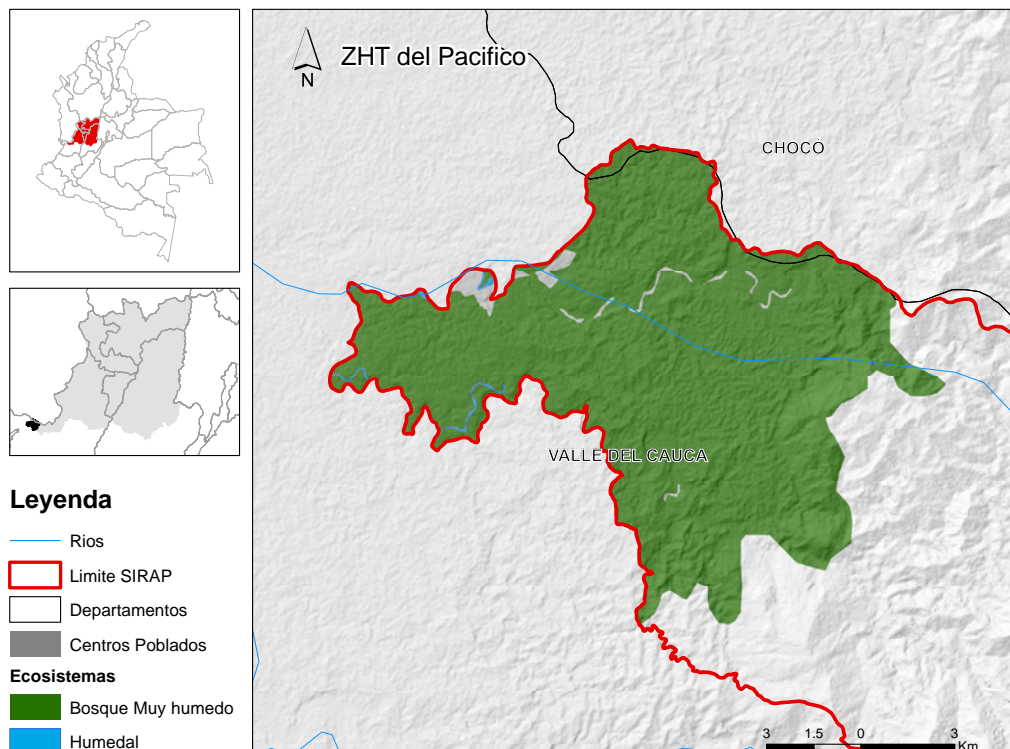
A pesar de que existe un gran desconocimiento acerca de la formación vegetal relictual y su diversidad, se ha podido establecer que hay 41 especies diferentes de porte arbóreo, que corresponden a 24 familias. Las que tienen mayor representación son Euphorbiaceae, Moraceae y Rubiaceae. Por su alta diversidad y por tener especies forestales de portes apreciables y de alto valor comercial en el mercado maderero, estos bosques tropicales son explotados selectivamente, lo cual altera el ecosistema y pone en peligro de extinción la alta biodiversidad de la zona (Díaz, 2006).

Zonobioma Húmedo Tropical del Pacífico

En este bioma (Mapa 29) se encuentran dos ecosistemas: bosque muy húmedo y humedal. Sin embargo, es necesario aclarar que ecológicamente este bioma no caracteriza la región cafetera.

Condiciones ecológicas

En este zonobioma existen actualmente 12.915 ha en diferentes estados de conservación: 12.872 ha de bosque muy húmedo y 43 de humedal.



Mapa 29. Zonobioma Húmedo Tropical del Pacífico.

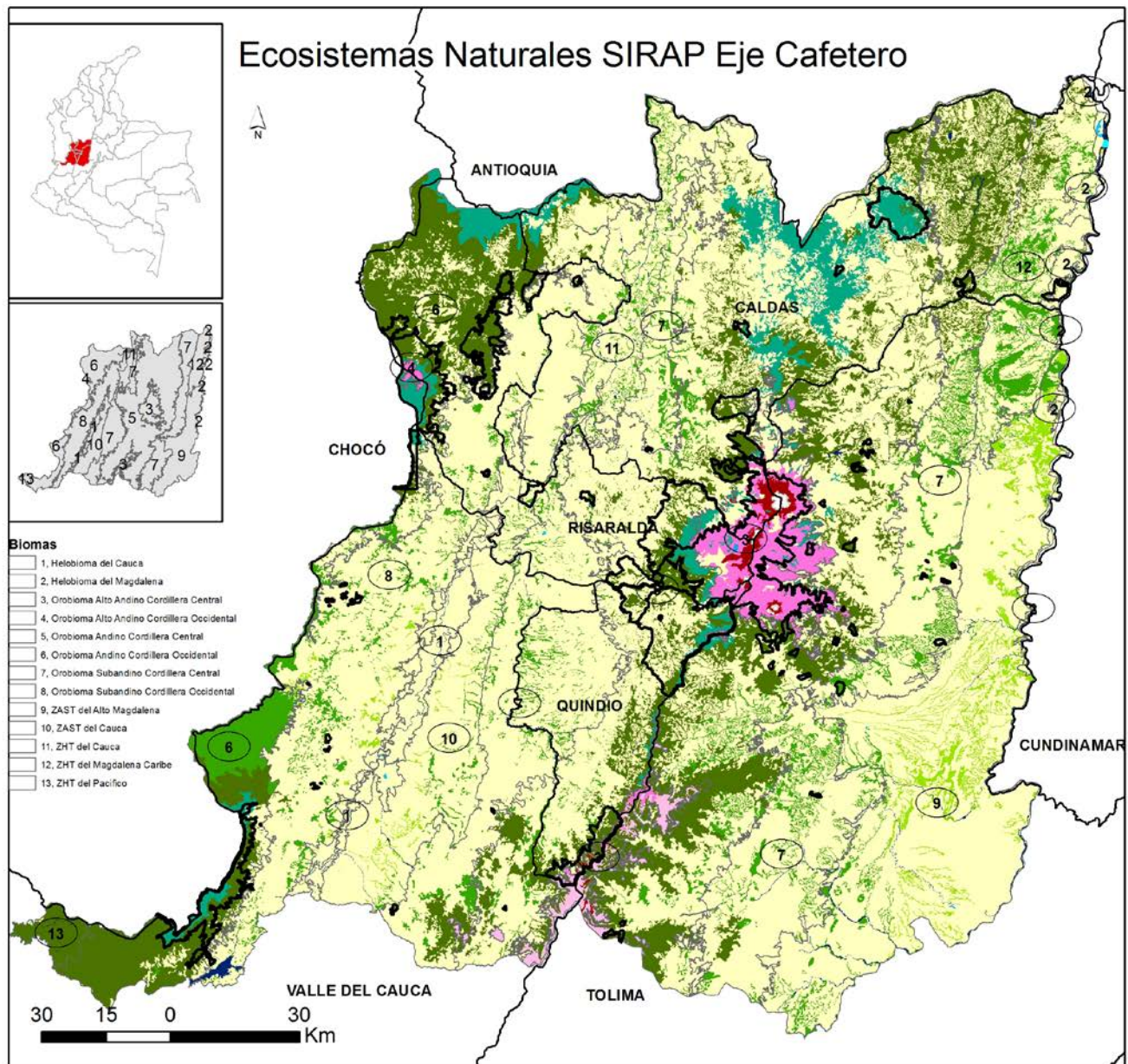
Análisis preliminar de vacíos de conservación



En el marco de la construcción del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero, en 2004 se llevó a cabo un análisis de representatividad y biodiversidad, liderado por la Fundación EcoAndina/Programa Colombia de *Wildlife Conservation Society* y WWF Colombia, con la participación de las Corporaciones Autónomas Regionales, la Unidad de Parques Nacionales, el Instituto Humboldt y un gran número de entidades privadas, tanto del sector ambiental como de sectores productivos.

A continuación se presenta un análisis similar, consistente en el examen de la distribución espacial de los ecosistemas cartografiados dentro del actual Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero, e identificando aquellos ecosistemas con diferentes grados de representatividad.

Para la evaluación de la representatividad seleccionamos todos los ecosistemas naturales para luego calcular el área de cada uno de ellos presente en las áreas protegidas, la proporción y el porcentaje con respecto a su distribución actual (tabla 13).



Leyenda

Departamentos

Ecosistemas

- Afforamientos rocosos del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Afforamientos rocosos del Orobioma Subandino Cordillera Central
- Arenal del Orobioma Andino Cordillera Central
- Arenal del Orobioma Subandino Cordillera Central
- Arenal del ZAST del Alto Magdalena
- Arenal del ZHT del Cauca
- Arenal del ZHT del Magdalena Caribe
- Bosque Humedo del Helobioma del Magdalena
- Bosque Humedo del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Bosque Humedo del Orobioma Andino Cordillera Central
- Bosque Humedo del Orobioma Andino Cordillera Occidental
- Bosque Humedo del Orobioma Subandino Cordillera Central
- Bosque Humedo del Orobioma Subandino Cordillera Occidental
- Bosque Humedo del ZAST del Alto Magdalena
- Bosque Humedo del ZAST del Cauca
- Bosque Humedo del ZHT del Cauca
- Bosque Humedo del ZHT del Magdalena Caribe

- Bosque Muy humedo del Helobioma del Magdalena
- Bosque Muy humedo del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Bosque Muy humedo del Orobioma Andino Cordillera Central
- Bosque Muy humedo del Orobioma Andino Cordillera Occidental
- Bosque Muy humedo del Orobioma Subandino Cordillera Central
- Bosque Muy humedo del Orobioma Subandino Cordillera Occidental
- Bosque Muy humedo del ZHT del Magdalena Caribe
- Bosque Muy humedo del ZHT del Pacifico
- Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Occidental
- Bosque Pluvial del Orobioma Andino Cordillera Central
- Bosque Pluvial del Orobioma Andino Cordillera Occidental
- Bosque Seco del Helobioma del Cauca
- Bosque Seco del Helobioma del Magdalena
- Bosque Seco del Orobioma Andino Cordillera Occidental
- Bosque Seco del Orobioma Subandino Cordillera Occidental
- Bosque Seco del ZAST del Alto Magdalena
- Bosque Seco del ZAST del Cauca
- Bosque Seco del ZHT del Magdalena Caribe

- Glaciar del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Humedal del Helobioma del Cauca
- Humedal del Helobioma del Magdalena
- Humedal del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Humedal del Orobioma Andino Cordillera Central
- Humedal del Orobioma Subandino Cordillera Central
- Humedal del ZAST del Alto Magdalena
- Humedal del ZAST del Cauca
- Humedal del ZHT del Cauca
- Humedal del ZHT del Pacifico
- Lagunas, lagos y cienagas naturales
- Páramo Muy humedo del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Páramo Muy humedo del Orobioma Andino Cordillera Central
- Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Central
- Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Occidental
- Rios
- Transformado
- Zonas arenosas naturales

Mapa 30. Ecosistemas.

Tabla 13. Porcentaje de representatividad de los ecosistemas naturales

Ecosistema	Representatividad	Prioridad
Afloramientos rocosos del Orobioma Subandino Cordillera Central	0,00%	VACÍO DE CONSERVACIÓN- MUY ALTA PRIORIDAD
Arenal del Orobioma Andino Cordillera Central	0,00%	
Arenal del Orobioma Subandino Cordillera Central	0,00%	
Arenal del ZAST del Alto Magdalena	0,00%	
Arenal del ZHT del Cauca	0,00%	
Arenal del ZHT del Magdalena Caribe	0,00%	
Bosque Húmedo del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	0,00%	
Bosque Húmedo del ZAST del Alto Magdalena	0,00%	
Bosque Húmedo del ZHT del Cauca	0,00%	
Bosque Muy húmedo del Helobioma del Magdalena	0,00%	
Bosque Muy húmedo del ZHT del Pacífico	0,00%	
Bosque Seco del Helobioma del Cauca	0,00%	
Bosque Seco del Helobioma del Magdalena	0,00%	
Bosque Seco del Orobioma Andino Cordillera Occidental	0,00%	
Bosque Seco del Orobioma Subandino Cordillera Occidental	0,00%	
Bosque Seco del ZAST del Alto Magdalena	0,00%	
Bosque Seco del ZAST del Cauca	0,00%	
Bosque Seco del ZHT del Magdalena Caribe	0,00%	
Humedal del Helobioma del Cauca	0,00%	
Humedal del Helobioma del Magdalena	0,00%	
Humedal del Orobioma Subandino Cordillera Central	0,00%	
Humedal del ZAST del Alto Magdalena	0,00%	
Humedal del ZAST del Cauca	0,00%	
Humedal del ZHT del Cauca	0,00%	
Humedal del ZHT del Pacífico	0,00%	
Páramo Muy húmedo del Orobioma Andino Cordillera Central	0,00%	
Bosque Húmedo del ZAST del Cauca	0,04%	
Bosque Húmedo del Orobioma Andino Cordillera Occidental	0,15%	
Bosque Húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	0,27%	
Bosque Muy húmedo del ZHT del Magdalena Caribe	0,28%	
Humedal del Orobioma Andino Cordillera Central	0,36%	
Bosque Húmedo del Orobioma Subandino Cordillera Central	0,92%	
Bosque Húmedo del Orobioma Subandino Cordillera Occidental	0,95%	
Bosque Muy húmedo del Orobioma Subandino Cordillera Central	1,45%	BAJA REPRESENTATIVIDAD - ALTA PRIORIDAD
Bosque Húmedo del Orobioma Andino Cordillera Central	1,89%	
Páramo Muy húmedo del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	5,41%	
Bosque Muy húmedo del Orobioma Subandino Cordillera Occidental	7,82%	

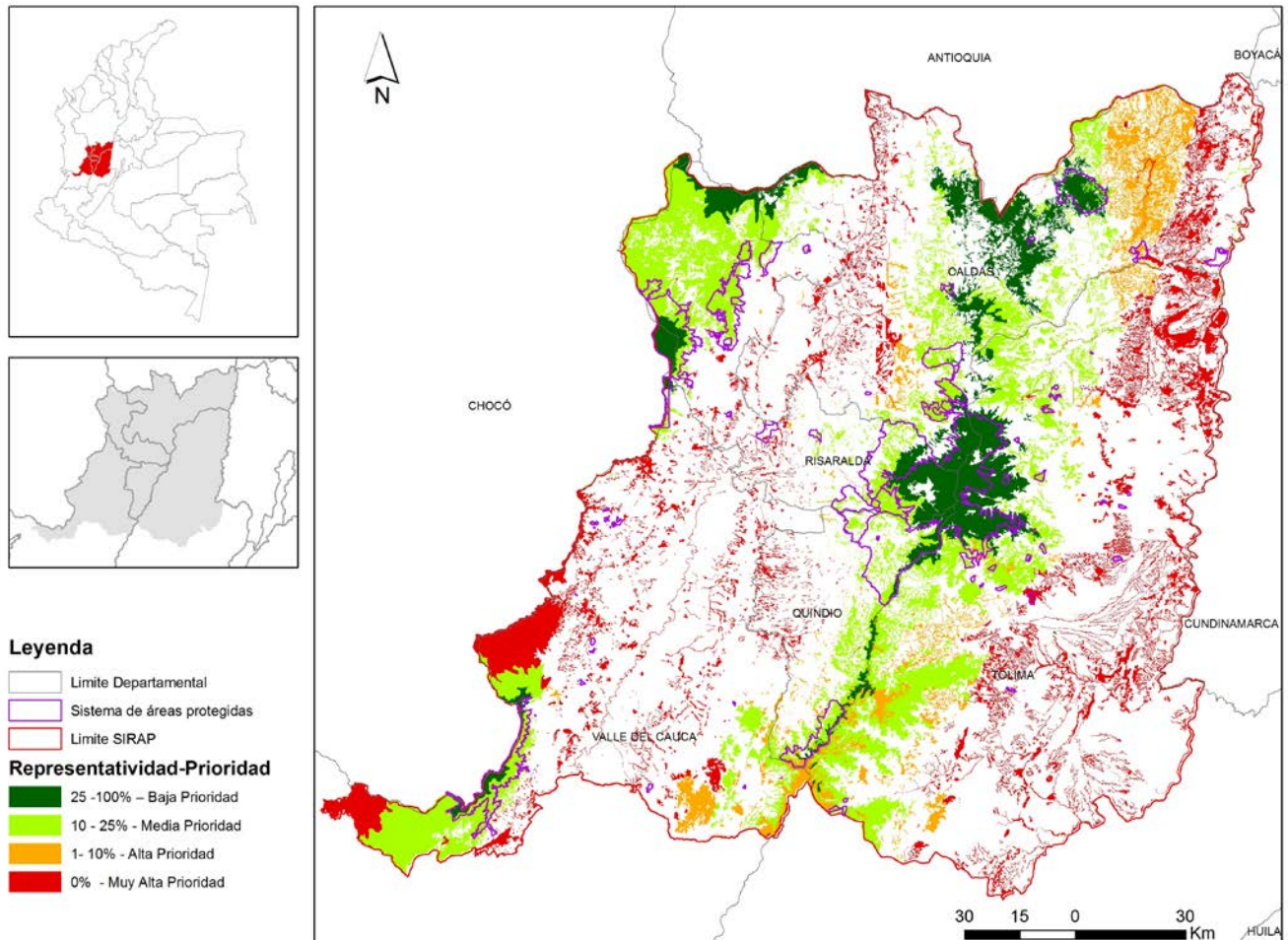
Ecosistema	Representatividad	Prioridad
Bosque Muy húmedo del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	10,91%	MEDIA REPRESENTATIVIDAD - MEDIA PRIORIDAD
Bosque Muy húmedo del Orobioma Andino Cordillera Central	15,84%	
Bosque Muy húmedo del Orobioma Andino Cordillera Occidental	17,47%	
Bosque Húmedo del Helobioma del Magdalena	18,05%	
Bosque Pluvial del Orobioma Andino Cordillera Central	24,18%	ALTA REPRESENTATIVIDAD – BAJA PRIORIDAD
Bosque Pluvial del Orobioma Andino Cordillera Occidental	38,85%	
Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	42,70%	
Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	61,87%	
Humedal del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	72,15%	
Lagunas, lagos y cienagas naturales	86,42%	
Afloramientos rocosos del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	92,45%	
Bosque Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Occidental	99,95%	
Páramo Pluvial del Orobioma Alto Andino Cordillera Occidental	99,99%	
Glaciar del Orobioma Alto Andino Cordillera Central	100,00%	

1. La determinación de prioridades para la conservación se hizo según porcentajes de representatividad: 0% = muy alta, 1-10% = Alta, 10- 25% = Media y 25-100% = Baja.

Los ecosistemas de alta montaña se encuentran bien representados en el Sirap. Es notorio el aporte en conservación de los PNN Los Nevados, Tatamá y Las Hermosas. Los bosques andinos húmedos y muy húmedos de la cordillera Central también tienen buena representatividad, pero están muy fragmentados, ya que comparten rangos altitudinales similares con los cultivos de café, maíz, cítricos, plátano y actividades como la ganadería, que afectan negativamente la conectividad entre los parches de mayor tamaño y la continuidad altitudinal necesaria para mantener los procesos ecológicos de la región.

Los bosques y ecosistemas subandinos del noreste del departamento de Caldas presentan una gran oportunidad para la creación de nuevas áreas de conservación, para mejorar su bajísima o nula representatividad. Estas áreas presentan una baja amenaza, dada la poca infraestructura de vías, y aún mantienen algún tipo de conectividad entre los ecosistemas de montaña y los ecosistemas secos del valle del Magdalena.

Los ecosistemas presentes en el valle del Magdalena están muy fragmentados, pero existen remanentes con alta prioridad por su baja representatividad. Lo mismo sucede con los ecosistemas secos y los humedales del valle del Cauca en el sistema de áreas protegidas.



Mapa 31.
Representatividad de
ecosistemas naturales

Las áreas prioritarias más intactas y menos amenazadas de todo el sistema son el ecosistemas de Bosque Muy húmedo del ZHT del Pacífico localizados en el municipio del Darién y el ecosistema de Bosque Húmedo del Orobioma Andino Cordillera Occidental en los municipios de Bolívar y el Dovio del departamento del Valle del Cauca, los cuales la ser declarados incrementarían significativamente la representatividad del Sistema y sería una oportunidad de trabajar conjuntamente con la corporación autónoma regional del Chocó (CODECHOCO) asegurando la conectividad con los ecosistemas de selvas húmedas del Pacífico, contribuyendo al sostenimiento de la oferta de servicios ecosistémicos y los flujos genéticos de especies que aquí se mantienen.

Referencias

Alma Mater-Forec, 2002. *Ecorregión Eje Cafetero: Un Territorio de Oportunidades*. Proyecto: "Construcción de un Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible en la Ecorregión del Eje Cafetero". Convenio Carder-Fonade (Ministerio del Medio Ambiente) No. 1068, Convenio Corporación Alma Mater-Forec.

Arias, C.; F. Escobar; F. Fernández, H. Mendoza y A. Repizzo, 1995. *Exploración Ecológica a los Fragmentos de Bosque Seco en el Valle del Río Magdalena (Norte del departamento del Tolima)*. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental GEMA. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/Inventarios/BST_V_río_Magdalena_Tolima.pdf

Case, J.E.; Durán, L.G.; López, A., & Moore, W.R., 1971. *Tectonic investigation in western Colombia and eastern Panama*. Bulletin of the geological society of America 82: 685-2712.

Carder, 2003. *Actualización de la Información Climatológica de la Ecorregión del Eje Cafetero*.

Carder, 2009. Zonificación de Guadua en el Eje Cafetero.

Carder, Alma Mater, CVC, CRQ, Corpocaldas, Cortolima, 2007. *Agenda para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Eje Cafetero Colombia 2007-2019*.

Cavelier, J., 1997. Selvas y Bosques Montanos, pp. 38-55 En: M. E. Chaves & N. Arango (Eds.): *Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad, Colombia, 1997*, vol. I. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt -PNUMA- Ministerio del Medio Ambiente.

Cleef, A.M. & O. Rangel Ch., 1984. La vegetación del páramo del noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta. En: T. van der Hammen & P.M. Ruiz, Eds. *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), transecto Buritaca-La Cumbre*. Studies on Tropical Andean Ecosystems, 2:203-266.

Cleef, A.M.; O. Rangel Ch.; T. van der Hammen & R. Jaramillo M., 1984. La vegetación de las selvas del transecto Buritaca. En: T. van der Hammen & P.M. Ruiz, Eds. *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), transecto Buritaca-La Cumbre*. Studies on Tropical Andean Ecosystems, 2:267-406. Berlin-Stuttgart: J. Cramer.

Clements, F.E., 1916. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington Publication, 242, Washington, D.C., USA.

Cuatrecasas, J., 1934. *Observaciones geobotánicas en Colombia*. Madrid: Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot., 27.

Cuatrecasas, J., 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 10:221-268.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, 2010. *Proyecciones nacionales y departamentales de población, 2005-2020*.

Díaz, J. M., 2006. *Bosque seco tropical*. Banco de Occidente. <http://www.imeditores.com/banocc/seco>

Di Gregorio, Antonio & Jansen, Louisa J.M., 2000. *Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual*. Retrieved, 30 August 2008.

Duque-Caro, H., 1989. *El Arco de Dabeiba: Nuevas aportaciones al conocimiento del Noroccidente de la cordillera Occidental*. Bucaramanga, Colombia: Memorias V Congreso Colombiano de Geología, 1:108-126.

Duque-Caro, H., 1990. El Bloque Chocó en el Noroccidente Suramericano: Implicaciones estructurales, tectonoestratigráficas y paleográficas. *Bol. Geol. Ingeominas*, 31:50-71.

Espinal, L. S. (1977). *Zonas de vida o Formaciones Vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC.

Etter, A., 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. En: M.E. Chaves y Arango N. (Eds.), 1998. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad - Colombia. Tomo I. Causas de pérdida de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia.

Eslava, J., 1992. *Apuntes de climatología y diversidad climática*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Espinal, L.S. y E. Montenegro., 1963. *Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Editorial Canal Ramírez [reeditado en 1977].

Galeano, M.P., 1994. Composición Florística del Parque Regional Natural Ucumarí. pp. 111-138 En: *Ucumarí, un caso típico de la diversidad biótica andina*. Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Carder. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.

Galindo, G., Palacios, S., Bernal, N. R.; Otero, J. y Betancourth, J.C., 2009. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en el Pacífico continental colombiano. *Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, No. 3*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy e

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.

Hartshorn, G.S., 2002. Biogeografía de los bosques neotropicales. pp. 59-81 En: M.R. Guariguata y G.H. Kattan (Eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago, Costa Rica: Ediciones LUR.

Hernández, C. J., y H. Sánchez P., 1992. Biomas terrestres de Colombia. pp. 153-173 En: Halffter, G. (comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica. Vol. I. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie, Volumen Especial*.

Holdridge, L.R., 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Holdridge, L. R. (1947). *Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data*. Science, 105 (2727), 367-368. doi:10.1126/science.105.2727.367.

Holdridge, L. R. (1959). *Simple method for determining Potential Evapotranspiration from temperature data*. Science, 130 (3375), 572. doi:10.1126/science.130.3375.572.

IAvH, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. *Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (Ley 165 de 1994) y Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología*. Bogotá, D.C., Colombia.

Ideam, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 1997. *Las coberturas vegetales, uso y ocupación del espacio de Colombia*. Escala 1:500.000.

Ideam, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2001. *Diccionario de terminología ambiental, meteorología*. <http://www.ideam.gov.co/diccio.asp>.

Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007. *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, Colombia.

Ideam, IGAC y CorMagdalena, 2008. *Mapa de cobertura de la Tierra, Cuenca Magdalena-Cauca, Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Bogotá, Colombia.

IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1977. *Zonas de vida o formaciones*

vegetales de Colombia. IGAC. Bogotá, Colombia.

Ingeominas, 2001. *Memoria Explicativa: Geología y Geoquímica de la Plancha 204, Pueblo Rico, escala 1:100.000*. Publicación digital Ingeominas. Bogotá, Colombia.

Instituto de Investigaciones en Geociencias Minería y Química. Ingeominas, 1997. *Atlas geológico digital de Colombia, versión 1.0*. Santafé de Bogotá, Colombia.

Jennings M., 1994. *Clasificación Modificada de la Cubierta Natural Terrestre de la Unesco*. National Biological Survey. Idaho Cooperative Fish and Wildlife Research Unit. University of Idaho. <http://www.gap.uidaho.edu/Portal/Spanish%20Handbook/ClasificaciondelaUNESCO.html>

Kattan, G., 2001. Patrones ecorregionales de diversidad en los Andes del Norte, Appendix A-biológico. En: *Visión de la biodiversidad de los Andes del Norte*, Cali, Colombia: WWF.

Kattan, 2004. Procedimiento para la selección de áreas para la construcción del sistema regional de áreas protegidas del Eje Cafetero. En: Fundación EcoAndina/ Programa Colombia de *Wildlife Conservation Society* y WWF-Colombia. *Análisis de representatividad y biodiversidad para la construcción del sistema regional de áreas protegidas del Eje Cafetero Sirap-EC*.

McCourt, W.J., 1984. The Geology of the Central cordillera in the Department of Valle del Cauca, Quindío and NW Tolima: *British Geological Survey Report, v. Series 84: 8-49*.

Meidinger, D.V., 2000. *Protocol for Quality Assurance and Accuracy Assessment of Ecosystem Maps*. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. for the TEM Alternatives Task Force. <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr011.htm>

Meidinger, D.V. 2003. *Protocol for accuracy assessment of ecosystem maps*. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. Tech. Rep. 001. <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr011.htm>

Mueller-Dombois, Dieter, y Ellenberg, Heinz, 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, Wiley.

Pressey, R.L.; Whish G.L.; Barrett, T.W., y Watts, M.E., 2002. *Effectiveness of protected Areas in north-eastern New South Wales: recent trends in six measures*. *Biological Conservation*, 106:57-69.

Proyecto Ecorregión Eje Cafetero, 2001. *La Apuesta de la Ecorregión del Eje Cafetero a la Ecorregión Estratégica del Centro Occidente: "El desarrollo regional se construye desde el territorio y a partir de las complementariedades"*.

Rangel, J.O., 2000. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. En:

Colombia, *Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá, Colombia.

Resources Inventory Committee, 1999. *Standards for Predictive Ecosystem Mapping. Inventory Standard*. Terrestrial Ecosystem Mapping Alternatives task Force for the Resources Inventory Committee. Version 1.0.

Resources Inventory Committee, 2000. *Standards for Predictive Ecosystem Mapping (PEM) – Digital Data Capture*. Predictive ecosystem Technical Standards and Database Manual. PEM Data Committee for the TEM Alternatives Task Force for the Resources Inventory Committee.

Rodríguez, N.; Armenteras, D.; Morales, M., y Romero, M., 2004. *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & Romero, M. (2006). *Ecosistemas de los Andes colombianos* (Segunda ed.). (C. Villa, & M. Gaitán, Eds.) Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Romero, M.H.; Galindo, G.; Otero, J., y Armenteras, D., 2004. *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Romero, M.H.; Maldonado-Ocampo, J.A.; Bogotá-Gregory, J.D.; Usma, J.S., Umaña-Villaveces, A.M.; Murillo, J.I.; Restrepo-Calle, S.; Álvarez, M.; Palacios-Lozano, M.T.; Valbuena, M.S.; Mejía, S.L.; Aldana-Rodríguez, J., y Payán, E., 2009. Piedemonte Orinoquense, Sabanas y Bosques asociados al norte del río Guaviare. En: Chávez, M.E. & M. Santamaría (Eds.). *Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad en Colombia 1998-2004*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Sklenar, P.; J. Luteyn; C. Ulloa; P. Jorgensen y M. Dillon, 2005. Flora Genérica de los páramos, Guía Ilustrada de las Plantas Vasculares. *Memoirs of The New York Botanical Garden, Volume 92*.

Stadtmüller, T., 1987. *Los bosques nublados en el trópico húmedo*. Universidad de las Naciones Unidas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza Turrialba, Costa Rica. 85 p.

Taboada, A.; Rivera, L.A.; Fuendaliza, A.; Cisternas, A.; Philip, H.; Bijwaard, H.; Olaya, J., y Rivera, C., 2000. *Geodynamics of the northern Andes: Subductions and Intracontinental deformation (Colombia)*. *Tectonics*. 19:787-813.

United Nations Environment Programme. Convention on Biological Diversity. June, 1992. *UNEP Document No. Na.92-78*.

Toro-Ramírez, A., 2005. *Esquema de Subducción del Pacífico Colombiano*. Ingeominas. Bogotá, marzo 2005.

USGS, United States Geological Survey. 2006. *Shuttle Radar Topography Mission: Quick facts* . <http://srtm.usgs.gov/mission/quickfacts.php>

Van der Hammen, T. & O. Rangel, 1997. El estudio de la vegetación en Colombia (Recuento histórico - Áreas futuras). pp. 17-57 En: J.O. Rangel, P.D. Lowy & M. Aguilar (Eds). *Colombia, Diversidad Biótica II*: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Villota H., 1992. El sistema CIAF de Clasificación Fisiográfica del terreno. *Revista CIAF*, 13:55-70.

WICE, 2005. *Map of the ecosystems of Central America*, Retrieved, 30 August 2008.

WWF, 2006. *HydroSHEDS: Hydrological data and maps based on Shuttle Elevation Derivatives at multiple* <http://www.worldwildlife.org/hydrosheds>

Zinck A., 2005. Suelos, información y sociedad. *Gaceta Ecológica Instituto Nacional de Ecología*, 76:7–22.

Anexo 1. Coberturas de la tierra

N1	Ha	N2	CÓD	Cobertura	Hectáreas
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	25.550,76	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1.	Tejido urbano continuo	22.126,3
			1.1.2.	Tejido urbano discontinuo	1.017,3
		1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1.	Zonas industriales o comerciales	481,5
			1.2.2.	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	5,9
			1.2.4.	Aeropuertos	269,7
			1.2.5.	Obras hidráulicas	29,9
		1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1.	Zonas de extracción minera	215,4
			1.3.2.	Escombreras y vertederos	43,0
		1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1.	Zonas verdes urbanas	55,4
			1.4.2.	Instalaciones recreativas	1.306,4
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.103.134,21	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1.	Otros cultivos anuales o transitorios	17.541,2
			2.1.2.1.	Arroz	97.574,5
			2.1.3.1.	Algodón	103,6
			2.1.5.1.	Papa	2.700,1
		2.2. Cultivos permanentes	2.2.1.2.1.	Caña de azúcar	69.298,8
			2.2.1.2.2.	Caña panelera	8.333,7
			2.2.1.3.	Banano y plátano	12,5
			2.2.2.1.	Otros cultivos permanentes	66.774,3
			2.2.2.2.	Café	116.360,9
			2.2.3.1.	Frutales	5.192,6
		2.3. Pastos	2.3.1.	Pastos	12.356,1
			2.3.1.	Pastos limpios	854.961,6
			2.3.1.	Pastos naturales y sabanas	40.669,7
			2.3.2.	Pastos arbolados	32.567,5
			2.3.3.	Pastos enmalezados o enrastrajados	126.203,7
		2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1.	Mosaico de cultivos	23.231,8
			2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	217.070,4
			2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	255.541,3
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales		156.639,9		

N1	Ha	N2	CÓD	Cobertura	Hectáreas
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	1.022.945,01	3.1. Bosques	3.1.1.	Bosque denso	541.761,0
			3.1.3.	Bosque fragmentado	20.966,3
			3.1.4.	Bosque de galería y/o ripario	113.739,6
			3.1.5.	Bosque plantado	20.166,8
			3.1.5.	Plantaciones forestales	10.337,1
		3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1.1.	Herbazal denso (vegetación de páramo y subpáramo)	84.356,5
			3.2.2.	Arbustal	199.691,8
			3.2.2.2.1.	Arbustal abierto esclerófilo	399,9
				Guadua	14.100,4
		3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1.	Zonas arenosas naturales	612,5
			3.3.2.	Afloramientos rocosos	10.886,6
			3.3.3.	Tierras desnudas o degradadas	3.574,8
			3.3.4.	Zonas quemadas	703,1
			3.3.5.	Zonas glaciares y nivales	1.648,7
		4. ÁREAS HÚMEDAS	673,96	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1.
4.1.3.	Humedal				115,4
5. SUPERFICIES DE AGUA	21.316,39	5.1. Aguas continentales	5.1.1.	Ríos	20.849,8
			5.1.2.	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	261,9
			5.1.3.	Canales	52,2
			5.1.4.	Cuerpos de agua artificiales	152,4
				Sin información	31.323,7

Anexo 2. Análisis climático

Verificación y control de calidad de la información. Selección de estaciones

Este trabajo se hizo con base en datos existentes de pasados estudios, de las corporaciones autónomas regionales del Quindío y el Valle del Cauca, la Federación de Cafeteros y el Ideam. Como suministro de información se utilizaron los resultados del informe “Actualización de la información climatológica de la Ecorregión del Eje Cafetero”, de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (2003), al igual que la base de datos empleada para el respectivo estudio.

Los datos corresponden a las variables precipitación y temperatura. Las bases de datos originales presentan muchas series faltantes y proceden de diferentes fuentes, por lo que fue necesario hacer un análisis propio por región, para completarlas y unificarlas, tanto para los datos mensuales como para los multianuales. En este proceso regionalizamos las estaciones por departamento, para poder hacer el llenado de las series faltantes. En algunos casos hubo estaciones óptimas, que sirvieron como patrón o base, pero en otros casos fue necesario simular la estación patrón con el promedio de las series.

La selección de las estaciones se hizo con base en la disponibilidad de registros para más de cinco años, la topografía y su distribución en el área de estudio. Para la precipitación obtuvimos registros históricos desde 1970 hasta 2004 en 365 estaciones, y para la temperatura desde 1980 hasta 2004 en 87 estaciones. El llenado de las series se hizo con el método de análisis de dobles masas o masas acumuladas. Este método permite identificar qué tan homogéneas son las series a estudiar y sobre todo identificar los datos atípicos, ya sean errores por transcripción de datos o por sucesos climatológicos.

Para la georreferenciación y ubicación de las estaciones generamos un mapa con la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS, versión 9.2), que permitió recolectar, almacenar, integrar, simular y desplegar información, tanto gráfica como descriptiva de los elementos considerados importantes de cada estación.

Análisis multivariado: variable precipitación

En la Tabla 1 se presenta un resumen estadístico para la precipitación. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal.

Tabla 1. Resumen estadístico para las estaciones del Eje Cafetero para la variable precipitación

	Agronomía	Barragán	Bellavista	Bremen	C. Guadua	Cenicafé	CRQ	El Edén
Recuento	415	415	415	415	415	415	415	415
Promedio	149,9	135,7	144,1	239,8	155,0	209,2	196,3	172,6
Desv. Estándar	79,9	89,4	68,6	123,2	146,1	87,2	117,9	92,3
CV	0,5	0,7	0,5	0,5	0,9	0,4	0,6	0,5
Mínimo	4,6	0,0	26,8	2,4	0,7	9,0	0,0	3,8
Máximo	433,1	366,1	312,8	575,5	854,4	494,2	623,1	433,4
Rango	428,5	366,1	286,0	573,1	853,7	485,2	623,1	433,4
Sesgo Estándar	2,6	2,4	2,0	2,5	8,3	1,6	3,3	2,3
Curtosis Estándar	0,7	-1,4	-1,4	-0,1	10,5	0,4	1,7	-0,2
	El Gamo	El Salto	Farfán	La Bella	La Camelia	La Española	CRQ	La Nubía
Recuento	415	415	415	415	415	415	415	415
Promedio	115,3	107,9	104,6	175,0	147,0	148,3	155,8	120,7
Desv. Estándar	71,5	75,0	55,7	101,7	74,0	77,9	132,6	63,1
CV	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,9	0,5
Mínimo	0,2	0,0	0,0	0,0	6,2	11,2	0,0	3,1
Máximo	300,2	339,3	255,3	426,7	327,0	355,2	631,8	347,2
Rango	300,0	339,3	255,3	426,7	320,8	344,0	631,8	344,1
Sesgo Estándar	2,6	4,0	1,8	2,1	0,1	2,3	6,0	3,0
Curtosis Estándar	-1,1	0,9	-0,8	-0,8	-1,9	-0,8	4,3	1,3
	La Tebaida	La Unión	Llanadas	Manuelita	Matecaña	Navarco	Santiago	
Recuento	415	415	415	415	415	415	415	
Promedio	160,1	89,9	235,2	91,2	178,3	175,6	92,5	
Desv Estándar	87,9	46,7	122,6	54,2	82,3	104,5	68,8	
CV	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	
Mínimo	9,2	1,1	1,9	3,0	12,9	26,0	0,8	
Máximo	489,1	247,0	639,0	263,9	423,0	568,8	322,5	
Rango	479,9	245,9	637,1	260,9	410,1	542,8	321,7	
Sesgo Estándar	3,2	3,5	2,3	3,0	2,3	5,4	4,3	
Curtosis Estándar	2,5	1,7	-0,2	0,9	1,2	3,6	1,1	

En la Tabla 2 se observan las correlaciones por el método de Pearson para las estaciones del Eje Cafetero. El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y mide la fuerza de la relación lineal entre las variables. La muestra para el cálculo de correlación fue de 415 datos. La significancia estadística de las correlaciones estimadas presentó valores por debajo de 0,05 para la mayoría de los datos.

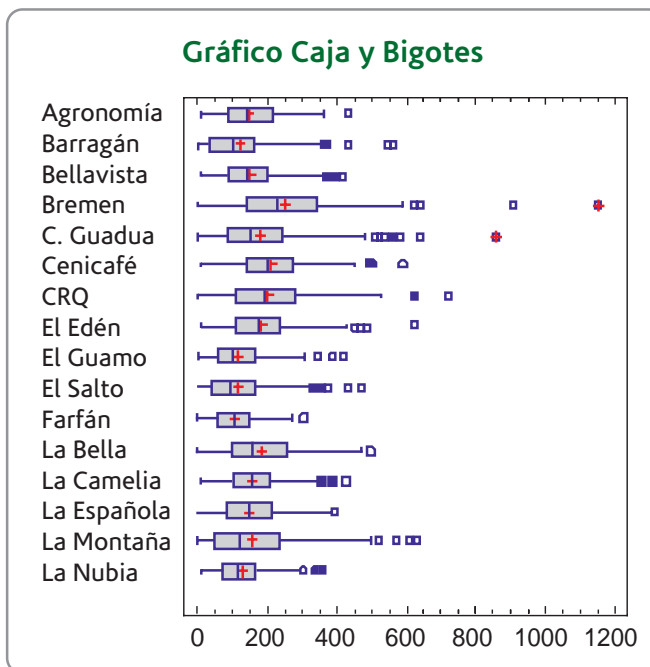
Tabla 2. Correlaciones para las estaciones del Eje Cafetero para la variable precipitación

	Agronomía	Barragán	Bellavista	Bremen	C. Guadua	Cenicafé	CRQ	El Edén	El Guamo	El Salto
Agronomía		0,6	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,4	0,4
Barragán	0,6		0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3
Bellavista	0,4	0,3		0,3	0,3	0,6	0,2	0,5	0,3	0,6
Bremen	0,6	0,5	0,3		0,5	0,4	0,7	0,7	0,4	0,3
C. Guadua	0,5	0,3	0,3	0,5		0,4	0,4	0,4	0,1	0,3
Cenicafé	0,7	0,3	0,6	0,4	0,4		0,4	0,6	0,5	0,5
CREQ	0,6	0,5	0,2	0,7	0,4	0,4		0,6	0,3	0,3
El Edén	0,7	0,5	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6		0,4	0,4
El Guamo	0,4	0,3	0,3	0,4	0,1	0,5	0,3	0,4		0,4
El Salto	0,4	0,3	0,6	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	

En las siguientes figuras se muestra un resumen estadístico de la dispersión de las estaciones y algunas comparaciones de las mismas para el Eje Cafetero.

SnapStat: Comparación varias muestras

<u>Muestra</u>	<u>Recuento</u>	<u>Media</u>	<u>Sigma</u>
Agronomía	291	153,305	85,0367
Barragán	309	118,153	100,908
Bella ista	359	153,083	80,3226
Bremen	403	247,582	142,376
C. Guadua	381	176,79	129,808
Cenicafé	288	207,985	93,6951
CRQ	396	202,733	124,428
El Edén	406	178,196	97,4807
El Guamo	389	115,461	78,2524
El Salto	400	111,394	82,7009
Farfán	371	107,381	60,8029
La Bella	336	182,106	114,663
La Camelia	395	158,108	74,4528
La Española	375	151,725	81,7284
La Montaña	267	159,581	113,647
La Nubia	394	123,752	65,9656



Para este primer grupo se generó una serie denominada “patrón”, que será la que tomaremos como base para el relleno de series faltantes, por medio de la regresión lineal. En la Tabla 3 se presentan las ecuaciones correspondientes a las regresiones lineales, con las que se busca encontrar el comportamiento de la estación respecto a otras; así se conoce, por medio de la correlación, su ajuste al modelo lineal.

Figura 12. Resumen de comparaciones lineales para las estaciones de la variable precipitación para el Eje Cafetero

Tabla 3. Regresiones lineales para el Eje Cafetero para la variable precipitación

Estación	Ecuación $y=mx+b$
El Edén	$-12,5417 + 1,22718 * \text{Patrón 2}$
La Bella	$-43,811 + 1,46163 * \text{Patrón 2}$
Manuelita	$-14,1626 + 0,695565 * \text{Patrón 2}$
Farfán	$1,62815 + 0,676582 * \text{Patrón 2}$
La Unión	$11,3007 + 0,527507 * \text{Patrón 2}$
Cenicafé	$42,965 + 1,07454 * \text{Patrón 2}$
Agronomía	$-13,6145 + 1,07454 * \text{Patrón 2}$
La Nuba	$-2,61932 + 0,815468 * \text{Patrón 2}$
Llanadas	$20,7688 + 1,38932 * \text{Patrón 2}$
Matecaña	$15,7417 + 1,1307 * \text{Patrón 2}$
Bellavista	$33,3515 + 0,769431 * \text{Patrón 2}$
La Camelia	$39,3259 + 0,769054 * \text{Patrón 2}$
La Montaña	$-52,6916 + 1,34941 * \text{Patrón 2}$
El Guamo	$-1,4094 + 0,751856 * \text{Patrón 2}$
Santiago	$-17,2666 + 0,751145 * \text{Patrón 2}$

Como conclusión podemos decir que la estación Barragán presenta una relación estadísticamente significativa con la estación Patrón, con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrado indicó que el modelo ajustado explica el 37,8% de la variabilidad en Barragán. El coeficiente de correlación es igual a 0,61, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 79,7. El error absoluto medio (MAE) de 59,64, es el valor promedio de los residuos. Los análisis de correlación serial tienen una significancia del 95%, lo que nos lleva a generalizar su comportamiento para todo el área de estudio.

Análisis multivariado: variable temperatura

En la Tabla 4 se presenta un resumen estadístico generado para esta variable de su serie de datos, al igual que en la precipitación.

Tabla 4. Resumen estadístico para las estaciones del Eje Cafetero para la variable temperatura

	Agronomía	Bellavista	Canicafé	El Edén	El Guamo	Farfán
Recuento	79	79	79	79	79	79
Promedio	16,7	16,6	21,1	22,0	27,7	23,7
Desv. Estándar	0,8	0,6	0,8	0,8	1,2	1,0
CV	5,07%	3,45%	4,03%	3,56%	4,24%	4,11%
Mínimo	15	15	19,3	20,5	25,9	21,9
Máximo	19	18,1	23,6	24	31,2	26,1
Rango	4	3,1	4,3	3,5	5,3	4,2
Sesgo Estándar	2,0	-1,4	2,7	2,3	3,2	2,8
Curtosis Estándar	0,6	0,7	1,8	0,1	0,3	0,5
	ICA	J. Fernández	La Camelia	Llanadas	Matecaña	Naranjal
Recuento	79	79	79	79	79	79
Promedio	23,4	19,8	19,0	19,6	21,3	20,8
Desv Estándar	0,7	0,6	0,7	0,6	0,9	0,8
CV	2,97%	3,28%	3,95%	3,15%	4,00%	3,62%
Mínimo	21,9	18,3	17	19	20	19
Máximo	25,3	21,6	21	21	24	23
Rango	3,4	3,3	3,4	2,6	3,7	3,7
Sesgo Estándar	2,9	2,2	2,2	1,3	3,5	3,5
Curtosis Estándar	1,7	1,2	0,1	-0,7	1,1	1,5

Los valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, las cuales tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos. En este caso, las estaciones Canicafé, El Edén, El Guamo, Farfán, ICA, J. Fernández, La Camelia, Matecaña y Naranjal presentan valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada.

Al igual que la precipitación, el rango de los coeficientes de correlación de Pearson (Tabla 5) va de -1 a +1, y mide la fuerza de la relación lineal entre las variables. La significancia estadística de las correlaciones estimadas en su mayoría presentó valores por debajo de 0,05.

Tabla 5. Correlaciones para la variable temperatura

	Agronomía	Bellavista	Cenicafé	El Edén	El Guamo	Farfán	ICA	J. Fernández	La Camelia	Llanadas
Agronomía		0,6	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,0
Bellavista	0,6		0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,0
Cenicafé	0,9	0,6		0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	-0,1
El Edén	0,9	0,7	0,9		0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,1
El Guamo	0,7	0,4	0,7	0,8		0,8	0,8	0,6	0,7	0,0
Farfán	0,8	0,6	0,9	0,9	0,8		0,9	0,8	0,8	0,0
ICA	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9		0,8	0,9	0,0
J. Fernández	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6	0,8	0,8		0,8	-0,1
La Camelia	0,8	0,7	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8		-0,1
Llanadas	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	

En la Figura 13 se muestra un resumen estadístico de la dispersión de las estaciones y algunas comparaciones de las mismas para el Eje Cafetero.

SnapStat: Comparación varias muestras

Muestra	Recuento	Media	Sigma
Agronomía	263	16,7555	0,713313
Bellavista	319	16,8818	0,655587
Cenicafé	264	21,1807	0,761856
El Edén	362	22,0307	0,714065
El Guamo	331	27,7752	1,08616
Farfán	353	23,8042	0,819027
ICA	304	23,498	0,680319
J. Fernández	251	19,853	0,602678
La Camelia	359	19,1262	0,708082
Llanadas	267	19,7356	0,738297
Matecaña	389	21,4285	0,789319
Naranjal	264	20,9098	0,693354
	3726	21,2221	3,04206

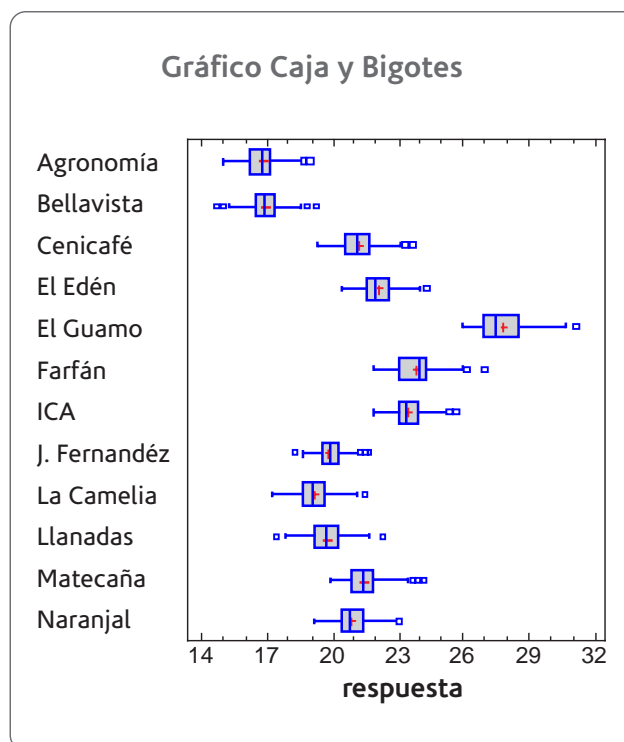


Figura 13. Resumen de comparaciones lineales para las estaciones de la variable precipitación para el Eje Cafetero

En la Tabla 6 se presentan las ecuaciones correspondientes a las regresiones lineales para las estaciones del Eje Cafetero para la variable temperatura.

Tabla 6. Regresiones lineales para la variable temperatura	
Estación	Ecuación $y=mx+b$
J. Fernández	$9,04789 + 0,503589*\text{Patrón}$
ICA	$13,6434 + 0,449326*\text{Patrón}$
Farfán	$13,2751 + 0,47939*\text{Patrón}$
El Edén	$14,5761 + 0,3393*\text{Patrón}$
Naranjal	$4,55588 + 0,761656*\text{Patrón}$
Cenicafé	$3,7568 + 0,811485*\text{Patrón}$
Agronomía	$1,2883 + 0,720386*\text{Patrón}$
Bellavista	$9,14085 + 0,352913*\text{Patrón}$
Llanadas	$14,9467 + 0,222019*\text{Patrón}$
Matecaña	$9,51826 + 0,54358*\text{Patrón}$
La Camelia	$9,96676 + 0,41766*\text{Patrón}$
El Guamo	$11,9774 + 0,714503*\text{Patrón}$

Para la estación de Agronomía el R-Cuadrado indica que el modelo se ajusta en el 46,9% de la variabilidad. El coeficiente de correlación es igual a 0,68, indicando una relación moderadamente fuerte entre las estaciones, y según el error estándar la desviación estándar de los residuos es 0,52. El error absoluto medio (MAE) de 0,390821 es el valor promedio de los residuos. Para las estaciones Bellavista se presentó una baja correlación (el 29,64% de la variabilidad), El Edén (con el 22,2%), Farfán con el 34,7%, J. Fernández con el 32,2% y La Camelia con el 34,25%.

Las estaciones con un mejor ajuste en la regresión lineal fueron, de manera significativa, estaciones como Cenicafé, con el 52,04% de la variabilidad. Y un coeficiente de correlación del 0,72, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables, seguido por la estación de El Naranjal, donde se ajustó con el 55,35% y una correlación significativa de 0,74.

Estaciones como El Guamo presentaron un ajuste con el 42,7% de la variabilidad, con coeficiente de correlación igual a 0,65, indicando una relación moderadamente fuerte. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es del 0,82, caso similar a la estación ICA, que tuvo un ajuste del 44,465%, con una correlación igual a 0,67, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

En general, la red de estaciones para la variable temperatura es un poco débil por sus pocas estaciones; sin embargo, es significativo su buen resultado en los parámetros estadísticos, lo que permite emplearlas para este estudio.

Variabilidad climática para el Eje Cafetero

La elaboración de la caracterización climatológica del Eje Cafetero se hizo con base en el análisis detallado del comportamiento espacio-temporal de las variables precipitación (mm) y temperatura (°C), teniendo en cuenta la información recopilada y analizada anteriormente.

La descripción de los patrones climatológicos se realizó con ayuda de la distribución espacial durante el año (ciclo anual), de los promedios multianuales de las variables climatológicas mencionadas. La distribución espacial de estas variables se realizó con el método de interpolación de CoKriging, herramienta del programa ArcGIS versión 9.2.

El Sirap Eje Cafetero presenta una precipitación entre los 710 mm y 5.500 mm. Las mayores precipitaciones se observan en los departamentos de Caldas y Risaralda (límites con el Chocó), y las menores en los departamentos del Tolima y Valle del Cauca. Las regiones más húmedas son las del límite con el Chocó biogeográfico y en límites al norte con la cordillera Central (precipitaciones entre 5.500 mm y 6.500 mm). Las mínimas precipitaciones se ubican en las zonas planas como el Valle del Cauca y el Tolima, entre 700 mm y 2.300 mm. Las variaciones medias se encuentran entre Risaralda y Caldas, con precipitaciones entre 2.300 mm y 4.500 mm, aproximadamente.

El comportamiento de la precipitación para el Eje Cafetero y el departamento del Quindío se ve reflejado en bimodal, es decir, dos periodos de lluvia para los meses de marzo-mayo y septiembre-noviembre, y dos de temporadas secas (diciembre-febrero y junio-agosto). En la Figura 14 se muestra el comportamiento multianual de la precipitación para el Eje Cafetero y el Quindío, para el periodo de 1970-2004.

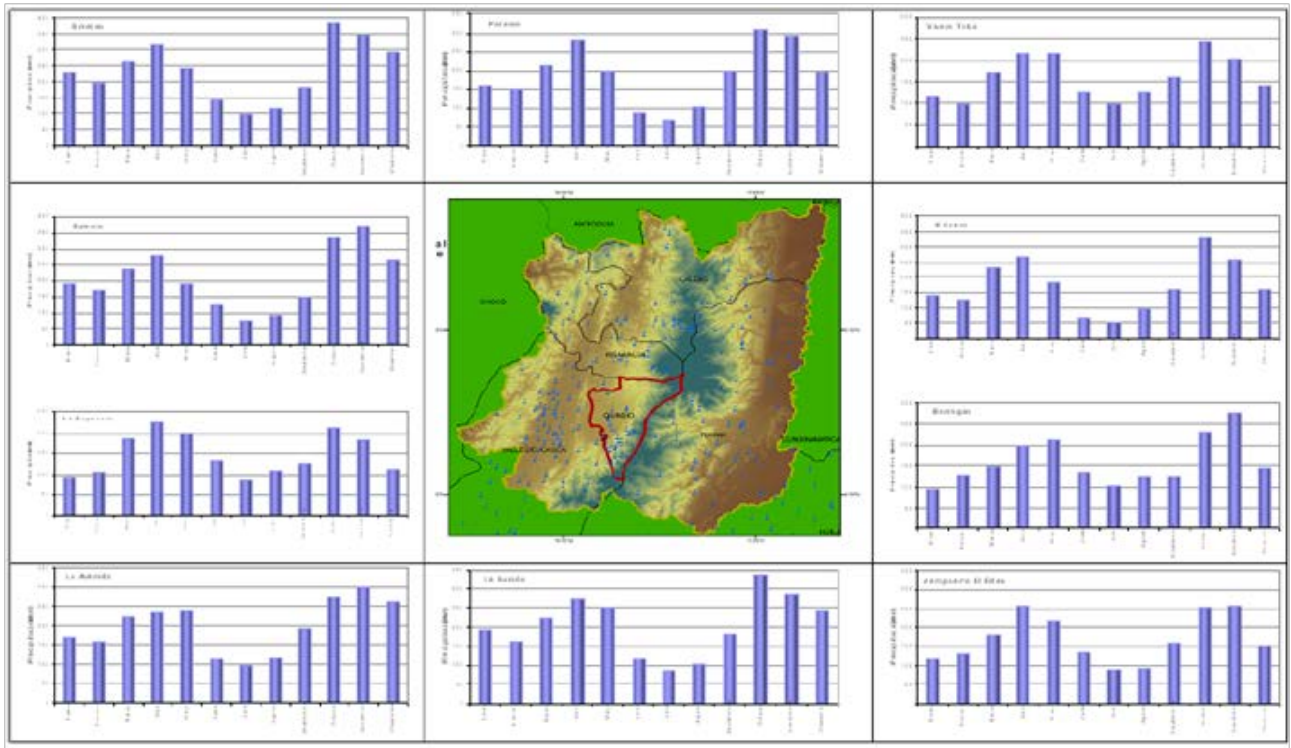


Figura 14. Comportamiento multianual (periodo 1970-2004) de la precipitación.

La temperatura media anual para el Eje Cafetero oscila entre 16°C sobre los 2.500 msnm y hasta 6°C en la parte más alta (3.000-3.800 msnm, en la parte occidental). Las temperaturas máximas se tienen en aproximadamente 30°C en promedio para todo el Eje Cafetero, siendo Tolima y Valle del Cauca los departamentos con mayor temperatura, alcanzando temperaturas como 32°C y 31°C. Las temperaturas mínimas están alrededor de 6-8°C en la parte baja y aproximadamente 0°C en los páramos altos.

El comportamiento de la temperatura para el Eje Cafetero se ve reflejado con dos picos significativos para marzo y agosto, de los ascensos correspondientes a los meses de febrero-abril y julio-septiembre. En la Figura 15 se muestra el comportamiento multianual de la temperatura para el periodo de 1980-2004.

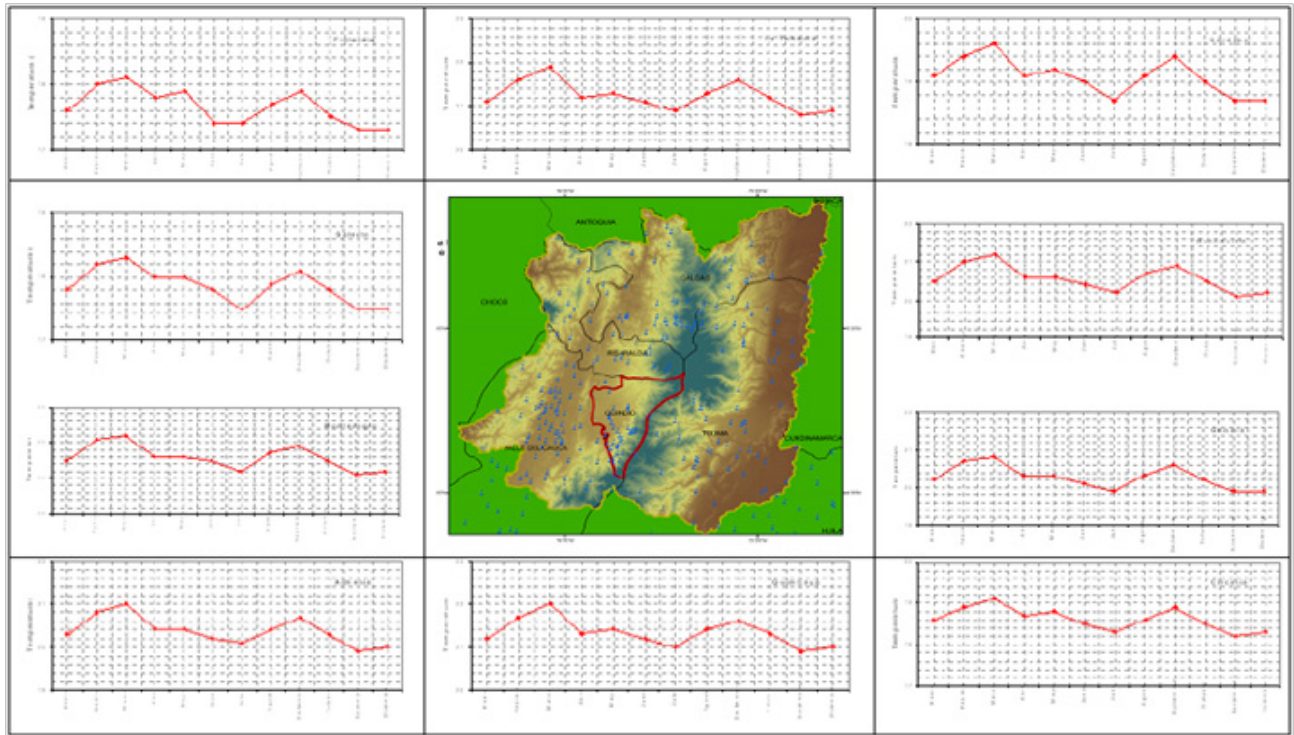


Figura 15.
Comportamiento
multianual (período
1980-2004) de la
temperatura media.



Con el apoyo de:



República de Colombia
Ministerio de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca



Corporación Autónoma Regional del Quindío
Protegiendo el futuro



CORPORACION
AUTONOMA
REGIONAL DE
RISARALDA



Corporación Autónoma
Regional del Tolima



CORPOCALDAS
Corporación Autónoma Regional de Caldas
Orden Ambiental para el Desarrollo Sostenible



ASOCIACIÓN RED COLOMBIANA DE RESERVAS
NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL



SIDAP
Quindío



SIDAP
Valle del Cauca



ORQUIDEA