

An illustration of a young boy with a shaved head, wearing a blue and white striped shirt and red shorts, running barefoot through a neighborhood. He is looking back over his shoulder. The scene includes green trees, a white building with a balcony, a green building with a window, and a white dog lying on the ground. The text is overlaid on an orange rectangular background.

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA
BIODIVERSIDAD
Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN MEDELLÍN

Síntesis del documento técnico de soporte



PROPUESTA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA **BIODIVERSIDAD** Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN MEDELLÍN

Síntesis del documento técnico de soporte



Publicación de la Alcaldía de Medellín,
producida por el Parque Explora
en convenio de Asociación 4600048433.

Todos los derechos reservados
Alcaldía de Medellín

ISBN 978-958-98544-7-1

Esta es una publicación oficial del Municipio de Medellín. Se realiza en cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 10 de la Ley 1474 de 2011-Estatuto Anticorrupción, que dispone la prohibición de la divulgación de programas y políticas oficiales para la promoción de los servidores públicos, partidos políticos o candidatos.

Queda prohibida la reproducción total o fragmentaria de su contenido, sin autorización escrita de la Secretaría General del Municipio de Medellín. Así mismo, se encuentra prohibida la utilización de características de la publicación, que puedan crear confusión. El Municipio de Medellín dispone de marcas registradas, algunas citadas en la presente publicación con la debida autorización y protección legal.

Todas las publicaciones de la Alcaldía de Medellín son de distribución gratuita.

CONTENIDO

19 INTRODUCCIÓN

21 CAPÍTULO 1
23 ANTECEDENTES

27 CAPÍTULO 2
29 CONTEXTO TERRITORIAL

29 Generalidades

31 Aspectos generales del bienestar humano en Medellín

34 Modelo de ordenamiento físico-espacial y desarrollo territorial

36 Dinámicas territoriales

39 CAPÍTULO 3
41 LA BIODIVERSIDAD COMO SOPORTE PARA LA TOMA
DE DECISIONES EN EL TERRITORIO DE MEDELLÍN

42 La biodiversidad en Medellín

46 Áreas prioritarias para la conservación y la prestación de servicios ecosistémicos

48 Aves

55 Mamíferos

61 Anfibios y reptiles

67 Insectos

71 Plantas

78 Peces

81 CAPÍTULO 4

83 LOS ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS: BASE DEL BIENESTAR HUMANO

87	Identificación de servicios ecosistémicos
87	Espacialización y cuantificación de servicios ecosistémicos
89	Identificación de fuentes e insumos de información
90	Identificación y análisis de servicios ecosistémicos
90	Servicios ecosistémicos de soporte
90	Conservación de hábitats para la diversidad biológica
104	Control biológico, polinización y dispersión de germoplasma
117	Servicios ecosistémicos de provisión
117	Provisión y regulación hídrica
121	Provisión de madera
126	Provisión de alimentos y medicinas
139	Provisión de productos forestales no maderables
141	Servicios ecosistémicos culturales
141	Ocio, recreación y goce estético
152	Servicios ecosistémicos de regulación
152	Moderación de eventos extremos por movimientos en masa
154	Regulación climática (por almacenamiento de carbono en la biomasa aérea)
161	Transporte y dilución de contaminantes líquidos
165	Captación de material particulado del aire
171	Regulación del microclima y mitigación del ruido
172	Consideraciones finales

173	CAPÍTULO 5
175	CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE LA PGIBSE MEDELLÍN
176	Actores asociados a la PGIBSE Medellín
179	Estrategia de construcción participativa para la PGIBSE Medellín
181	Percepciones sobre biodiversidad
191	CAPÍTULO 6
193	GOBERNABILIDAD PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN MEDELLÍN
201	CAPÍTULO 7
203	MARCO ESTRATÉGICO Y OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN MEDELLÍN
205	Principios de la PGIBSE Medellín
206	Objetivo general de la PGIBSE Medellín
206	Objetivos específicos de la PGIBSE Medellín
207	Líneas estratégicas de la PGIBSE Medellín
211	CAPÍTULO 8
213	CONSIDERACIONES FINALES
213	Conclusiones
216	Recomendaciones
219	BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE FIGURAS

30 Figura 1. División político-administrativa de Medellín

47 Figura 2. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad basada en la combinación de riqueza de especies, endemismo, amenaza y vulnerabilidad, y similitud en la composición de especies para cada grupo taxonómico

49 Figura 3. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad basada en la combinación de riqueza de especies, endemismo, amenaza y vulnerabilidad, y similitud en la composición de especies para todos los grupos taxonómicos combinados

80 Figura 4. Mapa de la distribución espacial de los registros de peces en la cuenca del río Porce

93 Figura 5. Mapa de máxima oferta para la prestación del servicio ecosistémico de conservación de hábitats para la biodiversidad

97 Figura 6. Sistema de dispersión relacionado para 743 especies de plantas presentes en Medellín

98 Figura 7. Sistemas de polinización para 743 especies de plantas presentes en Medellín

Figura 8. Análisis espacial de los tipos de sistemas de dispersión en Medellín.

99 Figura 8a. Anemocoria (transporte por viento)

101 Figura 8b. Diszoocoria (transporte por almacenamiento)

103 Figura 8c. Endozoocoria (transporte a través del tubo digestivo)

Figura 9. Análisis espacial para siete sistemas de polinización de plantas en el municipio de Medellín.

105 Figura 9a. Quiropterofilia (murciélagos)

106 Figura 9b. Anemofilia (viento)

107 Figura 9c. Cantarofilia (escarabajos)

108 Figura 9d. Falenofilia (mariposas nocturnas)

109 Figura 9e. Melitofilia (abejas y avispas)

110 Figura 9f. Ornitofilia (aves)

111 Figura 9g. Psicofilia (mariposas diurnas)

119 Figura 10. Niveles de concordancia en la distribución territorial de la oferta de los servicios ecosistémicos de provisión y regulación hídrica en Medellín

123 Figura 11. Áreas de oferta potencial del servicio ecosistémico producción de madera

128 Figura 12. Aproximación a la espacialidad de la oferta actual del servicio de provisión de alimentos en Medellín

- 130 Figura 13.** Aproximación a la espacialidad de la oferta actual del servicio de provisión de alimentos en Antioquia
- 132 Figura 14.** Suelos de mayor potencial agrológico en Antioquia
- 135 Figura 15.** Porcentajes de préstamo de servicios ecosistémicos por parte de los peces en la cuenca Medellín-Porce
- 140 Figura 16.** Aproximación a las áreas de oferta potencial del servicio ecosistémico de provisión de recursos forestales no maderable
- 147 Figura 17.** Aproximación a la oferta actual del servicio ecosistémico cultural ocio, recreación y goce estético
- 155 Figura 18.** Aproximación a la espacialización de la demanda del servicio ecosistémico de moderación de eventos extremos por movimientos en masa en Medellín
- 157 Figura 19.** Almacenamiento de carbono en biomasa aérea por comuna en Ton/ha
- 162 Figura 20.** Distribución de gases de efecto invernadero por tipo de fuente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- 163 Figura 21.** Áreas elegibles para proyectos MDL forestal en Medellín
- 169 Figura 22.** Estimaciones de la capacidad de captación de material particulado en árboles y arbustos de Medellín
- 178 Figura 23.** Balance por tipo de actor participante en la Pgibse Medellín
- 179 Figura 24.** Balance relación actores y servicios ecosistémicos
- 181 Figura 25.** Esquema balance estrategia de construcción participativa Pgibse Medellín
- 203 Figura 26.** Árbol de problemas relacionados con la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en Medellín
- 204 Figura 27.** Causas directas e indirectas de la pérdida de bienestar humano derivada de la pérdida de capacidad de la biodiversidad de Medellín para proveer servicios ecosistémicos
- 204 Figura 28.** Efectos directos e indirectos de la pérdida de bienestar humano derivada de la pérdida de capacidad de la biodiversidad de Medellín para proveer servicios ecosistémicos
- 208 Figura 29.** Esquema del marco estratégico y operativo para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en Medellín

LISTA DE TABLAS

- 32** **Tabla 1.** Datos de mortalidad en el municipio de Medellín
- 44** **Tabla 2.** Número de registros por grupo taxonómico para el Valle de Aburrá
- 44** **Tabla 3.** Número de especies o unidades taxonómicas operativas por grupo taxonómico
- 45** **Tabla 4.** Número de especies en alguna categoría de amenaza y especies migratorias por grupo taxonómico
- 45** **Tabla 5.** Usos detectados para la flora y fauna en Medellín
- 62** **Tabla 6.** Especies de anfibios y reptiles que fueron descritas con localidad típica Medellín
- 72** **Tabla 7.** Relación entre servicios y rasgos funcionales para los insectos en Medellín
- 76** **Tabla 8.** Categorías de amenaza según UICN, Ministerio de Ambiente y libros rojos de Colombia
- 88** **Tabla 9.** Servicios ecosistémicos y unidades proveedoras
- 127** **Tabla 10.** Procedencia de los alimentos cultivados en Antioquia y consumidos en el Valle de Aburrá
- 136** **Tabla 11.** Listado de géneros de peces que prestan servicios ecosistémicos en la cuenca del río Medellín-Porce
- 138** **Tabla 12.** Especies vegetales con uso medicinal más comúnmente reportadas por conocedores rurales de Medellín
- 159** **Tabla 13.** Estimaciones del stock de carbono para cada una de las comunas de Medellín
- 160** **Tabla 14.** Estimaciones del stock de carbono en los corregimientos del municipio de Medellín
- 167** **Tabla 15.** Variables clave para construir un modelo conceptual para la construcción espacialmente explícita de la oferta del servicio ecosistémico transporte de contaminantes líquidos
- 170** **Tabla 16.** Especies y promedio por hoja de material particulado (gr/hoja) en especies de árboles en Medellín
- 180** **Tabla 17.** Balance estrategia de construcción participativa de la Pgibse Medellín
- 182** **Tabla 18.** Síntesis técnica de resultados de reconocimiento territorial con mesas ambientales y comunidad
- 183** **Tabla 19.** Principales factores de presión sobre el territorio rural y urbano

- 184** **Tabla 20.** Aspectos sociales y espaciales de la población participante en el concurso fotográfico “La Cámara Suelta”
- 185** **Tabla 21.** Balance de resultados del concurso fotográfico “La Cámara Suelta” en el marco de la estrategia de construcción participativa
- 186** **Tabla 22.** Factores de cambio hacia la biodiversidad identificados desde la estrategia de construcción participativa
- 187** **Tabla 23.** Servicios ecosistémicos identificados como prioritarios: Usuarios directos e indirectos: sociedad civil
- 188** **Tabla 24.** Servicios ecosistémicos identificados como prioritarios, por grupo de actor
- 196** **Tabla 25.** Síntesis de las regulaciones locales en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos para Medellín

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

ALCALDÍA DE MEDELLÍN

ANÍBAL GAVIRIA CORREA
Alcalde

ANA MILENA JOYA CAMACHO
Secretaria de Medio Ambiente

IRMA LUCÍA RUIZ GUTIÉRREZ
Subsecretaria de Gestión Ambiental

GUILLERMO LEÓN DIOSA PÉREZ
Subsecretario Metro Río

EQUIPO DE TRABAJO SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

ÁNGELA RESTREPO B.
Líder de Proyecto Ecosistemas y Biodiversidad

ÁLVARO GUZMÁN CUERVO
Ingeniero Forestal
Interventoría

LUZ MARINA ZULUAGA
Bióloga
Apoyo a interventoría

JESÚS GAVIRIA FLÓREZ
Ingeniero Forestal
Apoyo a interventoría

PARQUE EXPLORA

AZUCENA RESTREPO
Directora (saliente)

CAROLINA SANÍN
Jefe de Biodiversidad y Conservación

JULIANA ECHEVERRI
Coordinación Técnica

CATALINA CÁRDENAS
Ingeniera Ambiental
Profesional de Asistencia Administrativa

CONNIE PAOLA LÓPEZ
Antropóloga
Profesional Construcción Participativa

JULIANA CARDONA
Bióloga
Profesional Entomóloga

MARÍA CAMILA ESTRADA
Bióloga
Profesional Aves

ZORAYDA RESTREPO
Ingeniera Forestal
Profesional Flora

ÁLVARO IDÁRRAGA
Biólogo
Profesional Flora

ESTEBAN ÁLVAREZ DÁVILA
Ingeniero Forestal
Profesional Flora

SEBASTIÁN BOTERO
Biólogo
Profesional Mamíferos

JUAN PABLO HURTADO
Biólogo
Profesional Herpetos

JUAN CARLOS HUERTAS
Biólogo
Profesional Peces

ROSÁNGELA CALLE
Abogada
Profesional Política y Legislación

JORGE LUIS VÁSQUEZ
Ingeniero Forestal
Profesional Servicios Ecosistémicos

SEBASTIÁN GONZALEZ
Biólogo
Profesional de Gestión de la Información
y el Conocimiento

KAREN ARCIA
Ingeniera Forestal
Profesional de Gestión de la Información
y el Conocimiento

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT

BRIGITTE L.G. BAPTISTE B.
Directora General

JUANA MARIÑO DE POSADA
Coordinadora (saliente) de Política, Legislación y
Apoyo a la Toma de Decisiones

MARÍA ANGÉLICA MEJÍA P.
Investigadora Programa de Política, Legislación y
Apoyo a la Toma de Decisiones

GERMÁN ANDRÉS QUIMBAYO R.
Investigador Programa de Política, Legislación y
Apoyo a la Toma de Decisiones

CLAUDIA MARÍA VILLA G.
Coordinadora (saliente) de Comunicaciones

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

JORGE EDUARDO CEBALLOS
BETANCUR
Director
Dirección Territorial Andes Occidentales

ADRIANA MAYORQUÍN
Bióloga
Profesional de Investigación y Monitoreo

LUISA FERNANDA QUINTERO
Ingeniera Ambiental
Profesional Servicios Ecosistémicos

SOCIEDAD ANTIOQUEÑA DE ORNITOLOGÍA

ANDREA MORALES ROZO
Directora (saliente) de proyectos

ANA CASTAÑO RIVAS

JARDÍN BOTÁNICO DE MEDELLÍN

CLARA INÉS RESTREPO
Directora General

ÁLVARO COGOLLO PACHECO
Director Área Científica

ESTEBAN ÁLVAREZ DÁVILA
Coordinador Laboratorio de Servicios
Ecosistémicos y Cambio Climático

COMPILACIÓN

JORGE LUIS VÁSQUEZ

REVISIÓN EDITORIAL

JORGE LUIS VÁSQUEZ
MARÍA ANGÉLICA MEJÍA
CLAUDIA MARÍA VILLA

REVISIÓN TÉCNICA

ESTEBAN ÁLVAREZ

COMENTARIOS AL TEXTO

CAROLINA SANÍN
JESÚS GAVIRIA
GERMÁN QUIMBAYO

DISEÑO GRÁFICO

ADRIANA GARCÍA

ILUSTRACIONES

ELIZABET BUILES

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Antioquia especial reconocimiento por su aporte de la información en biodiversidad: Grupo de Mastozoología, Grupo de Herpetología, Grupo de Entomología, Grupo de Estudios Botánicos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Biología Colección Teriológica (CTUA), Serpentario, Herbario, Grupo Ictiología, Grupo de Taxonomía y Ecología de Hongos.

A todas las entidades que aportaron información:

- Instituto Tecnológico Metropolitano y Museo de Ciencias Naturales de La Salle
- Museo Parque Ecológico Piedras Blancas, Santa Elena, Medellín
- Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia, Medellín
- Herbario del Jardín Botánico de Nueva York
- Herbario del Jardín Botánico de Medellín (Jaum)
- Aburrá Natural
- Universidad de los Andes
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corantioquia
- Municipio de Medellín, Secretaría de Medio Ambiente
- Sociedad Antioqueña de Ornitología
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Amva
- Asociación Red Colombiana de Agricultura Biológica, Recam

- Centro de Estudios Urbanos y Ambientales, Urbam, Universidad Eafit
- Colombia Limpia Ltda., Colnet
- Comités Interinstitucionales del Sistema de Gestión Ambiental de Medellín (Sigam)
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare, Cornare
- Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, CTA
- Corporación Comité Pro Romeral
- Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila
- Corporación Parque Arví
- Empresa de desarrollo Urbano, EDU
- Empresas públicas de Medellín, EPM
- Escuela de Ingeniería de Antioquia
- Grupo HTM
- Grupos de Jardines Comunitarios de Moravia
- Instituto Social de vivienda y Hábitat de Medellín, Isvimed
- Proyecto Más Bosques
- Patrimonio Natural
- Proyecto Parque Central de Antioquia, PCA
- Secretaría de Ambiente de la Gobernación de Antioquia
- Universidad CES
- Universidad Eafit
- Parque Zoológico Santa Fe
- A las mesas ambientales de Medellín, la Corporación Prosocial y el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) por la oportunidad de participar en el proceso de formación y consolidación del Observatorio Ambiental de Medellín
- A quienes participaron con sus fotografías en el Concurso La Cámara Suelta

Personas que participaron en la construcción y/o aportaron información:

- Juan D. Sánchez Rodríguez, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- Andrés H. Vélez Bravo, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- Yenny Correa, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- César Valverde, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- Cornelio A. Bota Sierra, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- Augusto L. Montoya Giraldo, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- Jesús Antonio Cogollo Arias, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia
- Marta I. Wolff Echeverri, Grupo de Entomología de la Universidad de Antioquia
- Sergio Solari, Grupo de Mastozoología de la Universidad de Antioquia
- David Marín Cardona, Grupo de Mastozoología de la Universidad de Antioquia
- Fernando León Valencia Vélez, Museo Universidad de Antioquia
- Ricardo Callejas Posada, Expedición Antioquia, Universidad de Antioquia
- Felipe Cardona, Herbario Universidad de Antioquia
- Carlos Alberto Zarate Yepes, Corporación Académica Ambiental, Universidad de Antioquia
- Juan Camilo Villegas Palacio, Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental, Universidad de Antioquia
- Jaime Alberto Palacio Baena, Grupo de Gestión y Modelación ambiental GAIA, Universidad de Antioquia
- Juan Carlos Alarcon, Grupo de Ofidismo y Escorpionismo, Universidad de Antioquia
- Javier Muñoz Arango, Universidad de Antioquia
- Juan Fernando Acevedo, Universidad de Antioquia
- Camilo Sánchez Giraldo, Universidad de Antioquia
- Juan Fernando Rivera, Universidad de Antioquia
- Eliana Martínez Herrera, Universidad de Antioquia
- Alberto Uribe Correa, Universidad de Antioquia
- Jineth Berrío Martínez, Universidad de Antioquia
- Peter Charles Brand, Grupo de Investigación Dinámicas Urbano - Regionales, Universidad Nacional de Colombia
- Adrian Perpiñan, Grupo de Investigación en Política, Información y Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Colombia
- Jhon Alveiro Quiroz Gamboa, Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia
- Francisco Javier Serna, Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia
- Sergio Orduz Peralta,, Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia
- Cecilia Inés Moreno Jaramillo, Escuela del Hábitat, Universidad Nacional de Colombia
- Humberto Caballero Acosta, Universidad Nacional de Colombia
- Sergio Orrego Suaza, Universidad Nacional de Colombia
- Guillermo Vásquez Velásquez, Universidad Nacional de Colombia
- Luis Carlos Agudelo, Universidad Nacional de Colombia
- Michel Hermelin Arboux, Grupo de Investigación Geología Ambiental e Ingeniería Sísmica, Universidad Eafit
- Juan Carlos Duque Cardona, Grupo de Investigación Research in Spatial Económic, Universidad Eafit
- Diana Rincón Buitrago, Urbam, Universidad Eafit
- Sebastián Bustamante, Urbam, Universidad Eafit
- Ximena Covalada, Urbam, Universidad Eafit
- Nora Cadavid, Urbam, Universidad Eafit
- Margarita Cardona Gallo, Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Víctor M. Vélez, Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Hernán Darío Elejalde López, Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Claudia Hoyos, Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Martha Nidia Córdoba, Corantioquia
- Carlos Andrés Naranjo, Corantioquia
- Alejandro González Valencia, Corantioquia
- Lida Patricia Giraldo, Corantioquia
- Claudia Galvis, Corantioquia
- Saulo Hoyos, Corantioquia
- Juan Lázaro Toro Murillo, Corantioquia
- Juan Camilo Restrepo, Corantioquia
- Jorge Hernán González Medina, Secretaria de Castastro Municipio de Medellín
- Juan Correa Mejía, Secretaría de Desarrollo Social, Unidad de Cartografía, Secretaría de Catastro, Municipio de Medellín
- Jhon Fredy López Ossa, Municipio de Medellín
- Marta Lúgía Restrepo Zea, Municipio de Medellín
- Jorge Pérez Jaramillo, Municipio de Medellín
- Nora Moreno Rave, Municipio de Medellín
- Juan Camilo Martínez Gallo, Municipio de Medellín
- Luz Ángela Calle, Gobernación de Antioquia

- Luisa Fernanda Lema, Gobernación de Antioquia
- Diego Miguel Sierra Botero, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia
- Gloria Echavarría Consuegra, Corporación Scouts de Antioquia
- Erwin Ramírez Gómez, Grupo Huellas
- Beatriz Arango Ruiz, Corporación Patianchos
- Alejandro Palacio, Trogón Audiovisual
- Carlos Andrés Delgado Vélez, University of Wollongong
- Juan Fernando Díaz Nieto, University of Minnesota
- Eryka Yuvelyre Torrejón Cardonan, Grupo de Investigación Medio Ambiente y Sociedad
- Dagoberto Castro, Universidad Católica de Oriente
- Paulo Pulgarín, Universidad de los Andes
- David Ocampo Rincón, Universidad de los Andes
- Danny Zurc, Museo de Ciencias Naturales de La Salle - ITM
- Lázaro Antonio Mesa Montoya, Museo de Ciencias Naturales de la Salle
- Adriana Patricia Grisales Rendón, Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- Jorge Mario Vélez, Herbario MEDEL
- Weber Walter Hermann, Sociedad Antioqueña de Ornitología
- Beatriz López, SIDAP Antioquia
- Patricia Duque Vélez, Museo Entomológico Piedras Blancas
- Juan David Marín Uribe, Museo Entomológico Piedras Blancas
- Cristina Aristizábal, Parques Nacionales de Colombia
- Gloria Milena Cardona Restrepo, Parques Nacionales de Colombia
- Daniel Castañeda, Parques Nacionales de Colombia
- Luisa Fernanda Cardona, Parques Nacionales de Colombia
- Héctor Velásquez Lema, Parque Nacional Natural Las Orquídeas
- Jhon Jairo Montoya, Mas bosques
- Juliana Florez Agudelo, Mas bosques
- León Felipe Alzate Meneses, Mas bosques
- Beatriz Araque, Parque Arví
- Paula González, Parque Arví
- Diana Amaya, Parque Arví
- Francisco Hernán Sierra Lopera, Zoológico Santa Fe
- Francisco Sierra Lopera, Zoológico Santa Fé
- Leticia Pérez, Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila
- Julian Valencia Rendón, Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila
- Natalia Posada, EPM
- Juan Carlos Bello, Instituto Alexander Von Humboldt
- Oscar Orrego, Instituto Alexander Von Humboldt
- Clara Matallana, Instituto Alexander Von Humboldt
- Tomás Bolaños Silva, Instituto Alexander Von Humboldt
- Diego Restrepo Isaza, Instituto Social de Vivienda y Hábitat de Medellín ISVIMED
- Carolina Zapata
- Camilo Andrés Calderón
- Carlos A. Cuartas Calle
- Juan Manuel Martínez
- José Fernando Navarro
- Diana Sánchez
- Diego Arcila

Cítese:

- Alcaldía de Medellín - Secretaría de Medio Ambiente, Parque Explora, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Jardín Botánico de Medellín, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Sociedad Antioqueña de Ornitología (SAO), 2013. Propuesta de Gestión integral de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos para Medellín. 2014, 240 p.

Introducción

Los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas son definidos como servicios ecosistémicos, y tienen una relación directa con la biodiversidad, entendida esta como la variedad de la vida en todos sus niveles (genes, especies, comunidades y ecosistemas). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, un esfuerzo iniciado por la ONU en 2001 y que involucró el trabajo de más de 1.000 expertos mundiales, mostró la dependencia de la sociedad de los servicios ecosistémicos y la relación entre degradación de los ecosistemas, pérdida de seguridad alimentaria, incremento de riesgos por catástrofes y, en general, deterioro de la calidad de vida de las poblaciones humanas en todo el planeta. Este conocimiento promovió el desarrollo de esfuerzos de investigación para entender de mejor manera la relación entre el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad, desarrollar métodos para valorar económicamente los servicios ecosistémicos y desarrollar políticas para garantizar su uso sostenible.

La Propuesta para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en Medellín (PGIBSE Medellín) se sustenta en un amplio marco normativo internacional, nacional y regional. Colombia ha firmado convenios internacionales relacionados con la biodiversidad, acceso a recursos genéticos, patrimonio natural y cultural, comercio ilegal de fauna y flora, humedales, cambio climático, desertificación y sequía, Objetivos de Desarrollo del Milenio, entre otros, que lo comprometen

frente a la obtención de metas para reducir la pobreza y garantizar el derecho a un ambiente sano para los colombianos.

Uno de los más recientes esfuerzos de política lo constituye la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), publicada en 2012 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esta política contiene una visión moderna de la conservación y los lineamientos estratégicos para una adecuada gestión de los organismos del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en la materia.

El interés por construir una política pública en biodiversidad y servicios ecosistémicos para Medellín, **como ejercicio pionero en la implementación de la Política Nacional**, refleja la voluntad de la administración local de adelantar un proceso de gestión integral que involucre el diseño, ejecución y monitoreo de las acciones para su conservación. Se trata, **esencialmente, de un esfuerzo por capitalizar las experiencias, aprendizajes y resultados obtenidos en años recientes en Medellín y por dinamizar los mecanismos necesarios para la apropiación ciudadana del patrimonio vital**, susceptible de preservación, restauración y uso sostenible. Generoso patrimonio, aun insuficientemente conocido y comprendido, que constituye el sustento del bienestar individual y colectivo de la población y la base de la competitividad territorial.

Este documento sintetiza la Propuesta para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en Medellín (PGIBSE Medellín), que espera sentar las bases para el desarrollo e implementación de la política pública local en la materia. En su construcción participaron representantes de diversos sectores que, desde diferentes órbitas misionales, desarrollaron una misma apuesta de ciudad para la gestión de la biodiversidad: Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Sociedad Antioqueña de Ornitología, Jardín Botánico de Medellín y Parque Explora, con el apoyo de otro gran número de instituciones que han generado información sobre la riqueza biológica y, en general, sobre los recursos naturales de la ciudad, tales como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Antioquia, el CES, entre otras. Este libro es uno de los productos de la estrategia de apropiación social de la Pgibse Medellín, que incluyó, además, piezas de comunicación, una cartilla, algunos videos, un portal en biodiversidad <http://www.medellin.gov.co/biodiversidad/> y eventos de difusión.

En esta iniciativa interinstitucional se reconocen los aportes académicos y de gestión, incluso, la evolución de la organización institucional de las diversas entidades encargadas del manejo de la biodiversidad, aunque se resalta también una carencia en la evaluación y seguimiento de los distintos proyectos que se formulan a través de

los entes rectores de la gestión ambiental y territorial. Así mismo, a pesar de contar con estudios relevantes, se ha encontrado que éstos no necesariamente se articulan con instrumentos de gestión como el Plan de Ordenamiento Territorial y los Planes de Desarrollo.

En este contexto, la propuesta busca ser un aporte para la ciudad y la región con base en la consideración de los avances en generación de conocimiento y en las acciones realizadas en conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, proponiendo un marco estratégico y operativo para la implementación de una PGIBSE Medellín.

La propuesta aquí presentada comprende (I) un breve marco conceptual y metodológico, (II) los principales aspectos del estado actual del conocimiento sobre biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en Medellín, (III) una síntesis del proceso de construcción participativa y, finalmente, (IV) la propuesta misma que incluye un marco estratégico, con los principios, objetivos y líneas de actuación, y un marco operativo que reúne los proyectos y acciones prioritarias para conservar la importante biodiversidad que existe en las zonas urbanas y rurales del territorio y para mantener y aumentar la oferta de los servicios ecosistémicos que son demandados por los habitantes de Medellín.



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

Medellín tiene un historial significativo de estrategias para promover el conocimiento, la administración y el manejo de los recursos naturales, que se ha fortalecido en inversión y gestión en los últimos veinte años. No obstante, los logros alcanzados en el posicionamiento político de lo ambiental, generación de institucionalidad pública para su regulación, refinamiento de los sistemas de información, aumento de los instrumentos de planeación, estudios de soporte para la toma de decisiones e incipientes procesos de gestión del conocimiento, no se han traducido de manera significativa en el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y sostenibilidad ambiental urbana y rural en la ciudad.

El municipio de Medellín ha avanzado en la comprensión y el consenso sobre temas ambientales que deben ser objeto de atención, a partir de la identificación de factores de presión y amenaza que afectan el estado de los recursos naturales y que intensifican los conflictos derivados del acceso y uso de dichos recursos. El aumento en la cantidad de información básica y aplicada ha derivado, generalmente, en la formulación de proyectos, programas y planes de acción que, aún con enfoques a menudo limitados, representan un activo importante para la sociedad. Estas iniciativas constituyen un abanico de respuestas técnicas ante la necesidad de mantener y mejorar el estado de la biodiversidad y la oferta de sus

servicios ecosistémicos, especialmente en temas como el recurso hídrico, la gestión del riesgo, la calidad del aire, los residuos sólidos, la flora, la fauna y la educación ambiental. Sin embargo, la tarea es compleja y la traducción de este conocimiento a la toma de decisiones en el territorio no es fácil, requiere esfuerzos y cambios estructurales de los involucrados en la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Algunos de estos avances han resultado en la elaboración de normas sobre la biodiversidad y servicios ecosistémicos de la ciudad y la región, no siempre de exitosa implementación. Infortunadamente, muchos de estos planes de acción y regulaciones normativas no se ejecutan de manera continua, debido a lo errático de las políticas públicas o al margen de autonomía de los tomadores de decisiones en la continuidad de las mismas, la magnitud e intensidad de los intereses de los sectores productivos, las limitaciones de los entes de control y la débil movilización ciudadana para reclamar sus derechos y responder por sus deberes. Sin embargo, son destacables los avances en los procesos de consulta y participación ciudadana en los proyectos de planeación y desarrollo, aunque tanto la ciudadanía como los organismos de gobierno aceptan que se debe mejorar sustancialmente la forma en que estos procesos se conducen, para que la interacción genere un círculo virtuoso de gobernabilidad y gobernanza.

En el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, y basados en los antecedentes locales y regionales más destacados y en un rico proceso de construcción participativa, se construyó la presente Propuesta para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en Medellín (PGIBSE Medellín).

Desde el siglo pasado, el Municipio de Medellín ha expedido regulaciones tendientes a proteger ecosistemas estratégicos para garantizar la prestación de servicios ecosistémicos. Un ejemplo de ello es el Acuerdo Municipal 63 de 1918 mediante el cual el Concejo de Medellín creó el Bosque Municipal de Piedras Blancas, considerando la importancia de la conservación de sus fuentes de agua para el abastecimiento de la ciudad y ordenando la adquisición de los predios de la cuenca con el fin de dar inicio al repoblamiento de especies nativas y conservar este territorio como área pública de protección. Desde ese momento, la administración municipal, el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (Inderena) y, posterior a la expedición de la Ley 99 de 1993, también las autoridades ambientales urbana y rural, han desarrollado, con diferente intensidad y efectividad, acciones de gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en Medellín y el Valle de Aburrá.

Merecen destacarse como hitos de este proceso la declaratoria de la Reserva Forestal Protectora Nacional Río Nare, realizada por la Junta Directi-

va del Inderena mediante Acuerdo 031 de 1970 y la expedición del Decreto 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente).

De la historia reciente cabe destacar la constitución del Sistema de Gestión Ambiental de Medellín (Sigam), la declaratoria y administración de áreas protegidas urbanas y rurales realizada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia), respectivamente, además de muchas otras iniciativas virtuosas como la Red Aire, Red Río, el Programa de Conservación de la Biodiversidad, el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes, los planes de ordenamiento de microcuencas, entre otros. También son meritorias las iniciativas de constitución de instancias de coordinación como el Consejo Ambiental Metropolitano, el Consejo Ambiental de Medellín, y de plataformas y escenarios de información y seguimiento como el Subsistema de Información Ambiental de Medellín (Siamed), el Sistema de Información Territorial (SITE) y el Observatorio Ambiental de Medellín (OAM). No obstante, conviene advertir que estos esfuerzos requieren continuidad en su implementación y eficacia en su articulación para lograr resultados sustanciales y los objetivos propuestos.

También desde los planes municipales de desarrollo se han incluido objetivos, estrategias y acciones que propenden por la articulación de políticas de mejoramiento de la vivienda, el hábitat y el medio

ambiente. El actual Plan de Desarrollo “Medellín un hogar para la vida”, en su línea 4, plantea que:

La Alcaldía de Medellín se encuentra ante la necesidad de desarrollar nuevos instrumentos de planificación y gestión del suelo, soportados en la política de crecimiento hacia adentro con el fin de repotenciar suelo actualmente desarrollado pero subutilizado, de acuerdo a la capacidad de soporte del territorio [...] la necesidad de buscar que Medellín sea realmente un territorio sostenible exige la articulación regional, así como la revisión y ordenamiento de sus elementos bióticos y abióticos de manera que se garantice dicho objetivo.

En los últimos años se han adelantado programas que aportan directamente al conocimiento, como el Programa Ciudad Verde de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín (SMA), compuesto por tres proyectos: ecosistemas estratégicos, mantenimiento de zonas verdes y el Plan Masivo de Siembra de Árboles. Adicionalmente, la SMA cuenta con los siguientes programas convergentes en los propósitos de calidad y sustentabilidad ambiental urbana y rural: Parque Vial del Río, Más Bosques para Medellín, Jardín Circunvalar, Cinturón Verde Metropolitano, Gestión Integral del Agua y Parque Central de Antioquia, entre otros.

Conforme a las indagaciones realizadas, los centros de conocimiento de la ciudad y las entidades interesadas en la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos han producido más de 100 estudios, de diferente naturaleza, en relación con los grupos taxonómicos considerados en la PGIBSE Mede-

llín (insectos, mamíferos, anfibios, peces, reptiles, aves y plantas) y más de 225 estudios relacionados con servicios ecosistémicos para la ciudad, lo que insinúa el reto de asimilación de la información y el conocimiento que tiene Medellín en relación con la adecuada gestión de su patrimonio natural.

Adicionalmente, se encontraron 113 grupos de investigación reconocidos por Colciencias que trabajan en temas asociados a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (un 15,2% de los grupos reconocidos en el departamento de Antioquia), pertenecientes a 22 instituciones educativas (las universidades de Antioquia y Nacional de Colombia suman el 70% de estos grupos), lo que constituye un activo muy importante en la gestión del conocimiento pertinente para la toma de las decisiones.

Este listado de generadores y mediadores de conocimiento se complementa con una lista de más de 273 actores pertenecientes a los grupos de interés identificados en la Política Nacional, a saber: elaboradores de política, usuarios directos e indirectos, órganos de reglamentación, colaboradores nacionales e internacionales y entes de control.

Como puede entenderse, en la gestión de la biodiversidad participan diversos grupos de actores, cuyas relaciones no son perfectas y estables en el tiempo. La presente propuesta identifica algunos de los conflictos existentes y señala una ruta para su posible resolución, a través de un marco estratégico y operativo.



CAPÍTULO 2

CONTEXTO TERRITORIAL

Generalidades

Medellín está localizada en la región conocida como Valle de Aburrá, un valle interior de la cordillera Central de los Andes colombianos, surcado por el río Medellín que discurre a un promedio de 1.450 m s.n.m. y cuyas vertientes descienden desde los 3.150 m s.n.m. en el Alto del Padre Amaya. Su temperatura media anual es de 24°C y su precipitación promedio anual es de 1.571 mm. Su jurisdicción administrativa cubre 37.621 hectáreas, un 27,1% de las cuales son clasificadas como suelo urbano (Alcaldía de Medellín, 2006). El municipio de Medellín es el núcleo político y demográfico de la región metropolitana del Valle de Aburrá, la segunda aglomeración urbana en Colombia, después de Bogotá.

Según el estudio de microzonificación sísmica, el Valle de Aburrá corresponde a una depresión topográfica alargada que puede ser dividida en dos tramos. El primero de ellos se localiza hacia el sur y centro y va desde el municipio de Caldas hasta Bello en dirección aproximada norte-sur, y presenta una curvatura en cercanías de Sabaneta y Envigado. El segundo tramo tiene dirección noreste y va desde el municipio de Bello hasta Barbosa (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad Nacional de Colombia, 2011).

El Valle de Aburrá ocupa un valle intramontano profundo y relativamente estrecho que corta un sistema de superficies de erosión o altiplanos del Terciario Medio, con alturas sobre el nivel del mar

que oscilan entre 2.200 y 3.200 m s.n.m., los cuales conforman el rasgo morfológico más sobresaliente del norte de la cordillera Central colombiana.

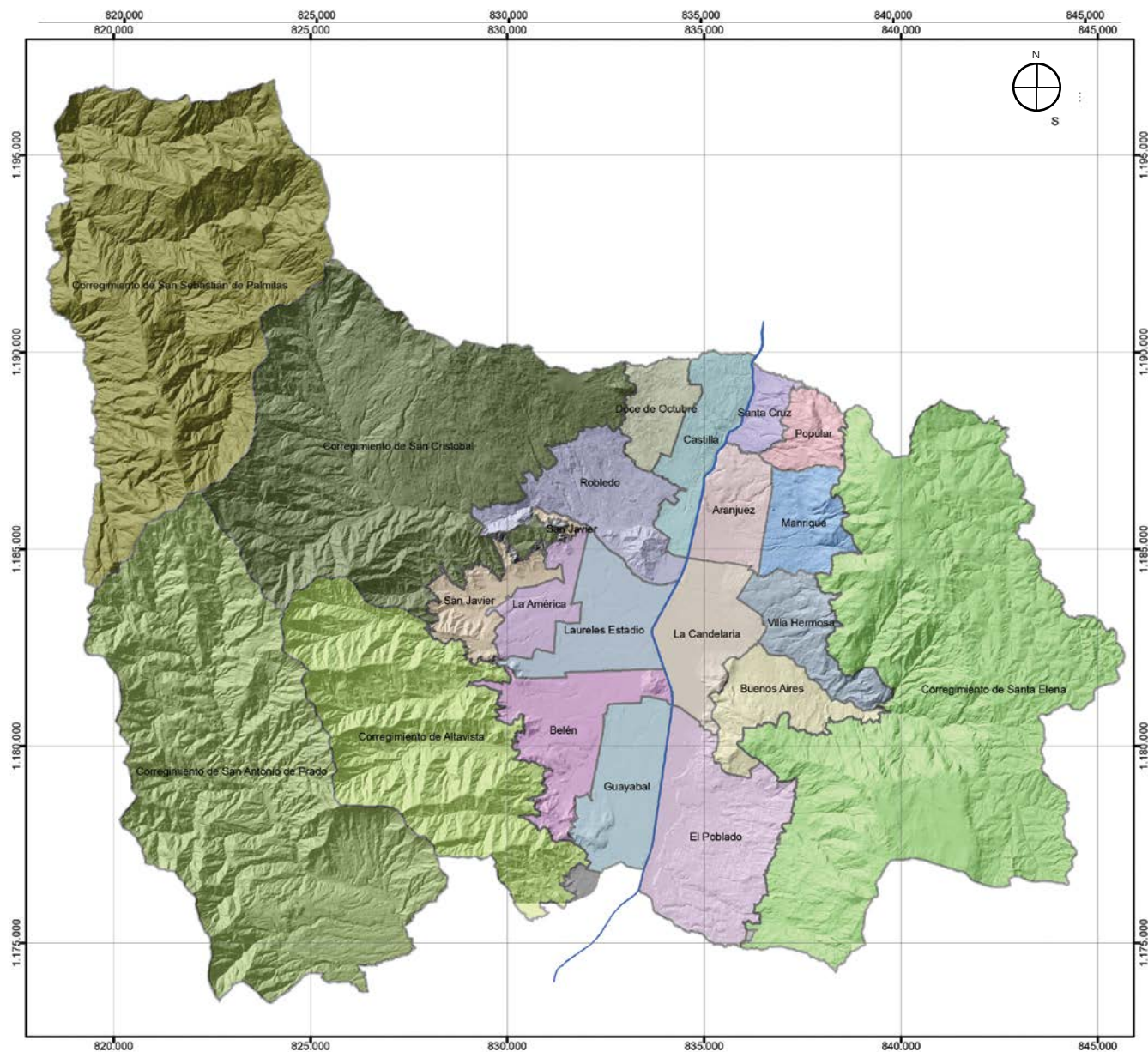
El río Medellín (hoy denominado río Aburrá) tiene sus cabeceras en las vecindades del Alto de Minas, sitio en el que se desprenden de la cordillera Central dos ramales que enmarcan el Valle de Aburrá por el oriente y occidente, respectivamente. En su recorrido, el río pasa por las poblaciones de Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Envigado, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa, a partir de donde se denomina río Porce, para continuar su recorrido hasta desembocar en el Nechí, uno de los tributarios principales del río Cauca en territorio antioqueño. Por el gran desarrollo que presenta el río Medellín-Porce y las diferentes características que exhibe a lo largo de su curso, la zona pertenece fisiográficamente a la parte alta del curso medio de esta importante arteria hidrográfica.

El río corre a través de un amplio valle enmarcado por laderas que rematan en pendientes empinadas y que están coronadas por una serie de remanentes de antiguas superficies de erosión que se identifican y correlacionan en ambos lados del valle.

El río recibe el aporte de numerosos tributarios, algunos de ellos de jerarquía, como las quebradas La Aguacatala, La Presidenta y La Poblada, en el sector de El Poblado; La Santa Elena, La Loca, La Bermejala, La Carevieja y La Seca al nororiente y en el centro de la ciudad, todas estas por la



Figura 1. División Político-Administrativa de Medellín. **Fuente:** Alcaldía de Medellín.



margen derecha. Entre los afluentes de la margen izquierda se destacan las quebradas La Guayabala, en el sector sur, y Altavista, La Picacha, La Iguaná y La Hueso, con su tributaria La Ana Díaz, en el sector centroccidental. Por fuera de la cuenca del río se encuentra la de La Sucia, en el Corregimiento de Palmitas, que drena hacia el río Cauca (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad Nacional de Colombia, 2011).

Aspectos generales del bienestar humano en Medellín

CAPITAL SOCIAL

Se incluye aquí información básica de Medellín relacionada con su población, condiciones de salud, vivienda, seguridad alimentaria y educación, variables de interés para abordar la dimensión social de los diferentes sistemas socioecológicos de la ciudad.

Población

El municipio de Medellín se encuentra dividido administrativamente en 16 comunas, que corresponden a la zona urbana, y 5 corregimientos con centros poblados y grandes áreas rurales. La comuna con mayor población es Belén, seguida por las comunas de la zona noroccidental y nororiental. El corregimiento con mayor población es San Antonio de Prado, seguido por San Cristóbal.

Medellín albergaba en el año de 1993, un total de 1.834.881 personas y registraba una tasa de crecimiento total de 1,22% en el quinquenio 1993-1998, que determinó un incremento de 22.956 habitantes por año. Para 2020, se estima que el municipio habrá incrementado su población en 1.098.213 personas con una tasa de crecimiento anual de 1,74%, lo que corresponde a un aumento de 40.675 habitantes por año en el periodo 1993-2020 (Alcaldía de Medellín, 2006). Los datos de las proyecciones poblacionales del Municipio de Medellín muestran en general un crecimiento demográfico en todas sus comunas y corregimientos, pasando de un total de 2.343.049 en 2010 a 2.724.051 en el año 2030, de acuerdo con proyecciones realizadas para el Plan Director Bio 2030 (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá-EAFIT, 2011), donde se señala además que la tendencia es al crecimiento de todas las cabeceras de los municipios del valle y a una disminución importante de la población rural, aunque las cabeceras de San Antonio de Prado y San Cristóbal crecerán por el orden de 103.766 y 56.559 personas, respectivamente. Para 2030 Medellín desacelerará su ritmo de crecimiento (0,75% anual) y pasará de concentrar el 65% de la población metropolitana al 62%.

Vivienda

El 9,5% de los hogares presentan hacinamiento (tres o más personas en una habitación). Las comunas y veredas con mayor porcentaje del fenómeno son San Antonio de Prado (21,9%), Popular (21,3%), Santa Cruz (20,6%), Manrique (19,6%), y

TABLA 1
DATOS DE MORTALIDAD EN EL MUNICIPIO DE MEDELLÍN

Mortalidad	Casos
Homicidio	1.615
Infarto agudo al miocardio	1.566
Cáncer de pulmón	464
Cáncer de mama	210
Cáncer de próstata	151
Cáncer de cuello uterino	92
Tuberculosis	58
Desnutrición	0
Cáncer de próstata	151
Cáncer de cuello uterino	92
Tuberculosis	58
Desnutrición	0

Palmitas (14,4%). El mayor porcentaje de hacinamiento se reporta en los estratos socioeconómicos 1 y 2. Existe un déficit cuantitativo a 2010 de 27.395 unidades habitacionales para el Valle de Aburrá y se estima que este será de 214.118 unidades para Medellín y de 176.298 para el resto de municipios del Área Metropolitana en el año 2030. A esta cifra podrían sumarse 44.660 viviendas del Valle de Aburrá que, se encuentran en zonas de riesgo no mitigable (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburra-EAFIT, 2011).

Salud

Según los indicadores básicos que generó la Secretaría de Salud del Municipio de Medellín en 2010, el 27% de la población se encontraba afiliada al Régimen de Salud Subsidiado, Sisben.

La comuna con mayor número de población afiliada es Popular, seguida por Manrique, Doce de Octubre y Villa Hermosa. Los mayores porcentajes de personas afiliadas son de niños (10 a 14 años) y jóvenes (15 a 19 años).

En cuanto a las cifras sobre mortalidad, el mayor número de reportes corresponde a mortalidad por infarto agudo del miocardio y por homicidio (Tabla 1.1.2). Al revisar la información por comunas, se encuentra que la mayor cantidad de muertes se reportan para la comuna Belén (1006), seguida de Aranjuez (911) y San Javier (803). Los corregimientos con las zonas que registraron los menores casos de muertes son Palmitas (10), Santa Elena (20), Altavista (94), San Cristóbal (167) y San Antonio de Prado (251).

La información de morbilidad, referida a eventos de interés en salud pública, señala los casos notificados y clasificados en el Sistema de Vigilancia de la Secretaría de Salud e indica que, de las enfermedades consideradas como inmunoprevenibles, la más común es la varicela (4.516 casos), seguida de la parotiditis (528 casos) y la tuberculosis respiratoria (278 casos). En cuanto a las enfermedades transmitidas por vectores, la mayor cantidad de casos corresponde al dengue clásico (6.406 casos), confirmado por pruebas de laboratorio; también se reporta dengue grave en menor cantidad (66 casos). Con respecto a las enfermedades transmitidas por animales, se reportan 712 casos de exposición a rabia y no se reportó leptospirosis o rabia humana en 2011. Otros reportes signifi-

cativos son las enfermedades respiratorias agudas (ERA) (en todas las edades) para las cuales se registran 386.188 casos.

Seguridad alimentaria

En mayor o menor medida, la inseguridad alimentaria afecta a más de la mitad de los hogares del municipio. La distribución no es homogénea, dado que es mayor en las comunas donde predominan los estratos socioeconómicos inferiores y en la zona rural. El estado nutricional de la población indica que el 62,4% está en un peso adecuado para la edad. Los mayores porcentajes de sobrepeso y obesidad se registran para la población económicamente activa (18 a 69 años) con 34,6% de sobrepeso y 16,2% de obesidad. La revisión de los datos por estratos socioeconómicos indica que los mayores porcentajes de sobrepeso se encuentran en los estratos 6 (37,1%) y 4 (36,1%), mientras que el mayor porcentaje de obesidad se reporta para los estratos 3 (19%) y 2 (18,3%). Las comunas con más altos porcentajes de sobrepeso son Laureles-Estadio y Castilla, y de obesidad Santa Cruz, Castilla y Robledo. Con respecto a los corregimientos, son San Antonio de Prado y Alta Vista los que reportan mayor porcentaje de personas con sobrepeso (39% cada uno) y en cuanto a obesidad son San Antonio de Prado (22%) y San Cristóbal (20%) (Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2012).

Con respecto a la canasta familiar, los alimentos de los estratos 5 y 6 doblaron el número de alimentos de las canastas de los estratos 1 y 2. El incremento

en los estratos más altos se dio principalmente por la variedad en el grupo de frutas y verduras. La canasta promedio de la zona rural no se diferenció de la canasta promedio de la zona urbana en cuanto al número de alimentos, y su composición fue similar a la de los estratos 1 y 2. Los grupos de alimentos más variados fueron las frutas y las verduras; los menos variados fueron los lácteos, carnes, leguminosas, tubérculos y plátanos. Esta situación fue un patrón observado en los primeros cuatro estratos, en los corregimientos y en todas las comunas, con excepción de la 11 (La América) y 14 (El Poblado), en las cuales se observaron canastas con mayor diversidad de alimentos (Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2012).

En este ítem se reporta, además, que la comuna o corregimiento en el que las personas habitan puede estar jugando un papel importante en la prevalencia de sobrepeso y obesidad. Los datos de la Alcaldía de Medellín señalan que el tipo de expendios de alimentos predominante y la disponibilidad de espacios para la práctica de ejercicio están limitando las posibilidades de los habitantes de algunas comunas y corregimientos para alcanzar un peso saludable, posiblemente porque limitan el tipo y calidad de alimentos consumidos y las prácticas de actividad física.

Educación

El nivel educativo por comuna está vinculado al estrato socioeconómico. Aquellas con mayor nivel de escolaridad superior corresponden a El Poblado (75,5%), Laureles-Estadio (64,6%) y La América

(61,2%). La comuna que reporta el nivel de escolaridad superior más bajo es Santa Cruz. En los corregimientos se registran bajos porcentajes de escolaridad a nivel superior, siendo San Cristóbal el que mayor número presenta (15,6%). En general, la población posee educación primaria y secundaria distribuida de forma relativamente homogénea.

DESARROLLO ECONÓMICO

Medellín y el Valle de Aburrá representan cerca del 14% del PIB nacional, el segundo del país (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá-EAFIT, 2011). En las últimas décadas, la región ha vivido un proceso de transformación productiva orientada a seis clusters económicos (medicina y odontología; TIC; construcción; energía eléctrica; turismo de negocios; y textiles y moda) considerados estratégicos para potenciar el desarrollo de la ciudad, con el que se busca la migración de actividades del sector primario y secundario a las del terciario con el fin de insertarse de manera dinámica en los circuitos económicos internacionales. Se observa una tendencia hacia la transformación de los patrones de especialización productiva y un aumento de la participación en el PIB de actividades como telecomunicaciones, energía, hotelería y turismo, servicios financieros, construcción de obras civiles y transporte. Se estima que el PIB deberá crecer a una tasa de 7,3% y las exportaciones al 17% promedio anual en los próximos años, para alcanzar un PIB per cápita de USD 9.462 hacia 2019 (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá-EAFIT, 2011).

Se reconoce la dependencia de este crecimiento del éxito en la integración física de Medellín y Antioquia con Colombia, que se espera adquiera un nuevo impulso con las Autopistas de la Prosperidad. Desde 2004, el PIB ha venido creciendo por debajo del promedio nacional, y el 85% de las exportaciones industriales se concentran en 14 productos con bajo valor agregado. La ciudad metropolitana quiere hacerse más atractiva para atraer inversiones y para ello se requiere aumentar el confort urbano (calidad de vida, poder de compra y seguridad) (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá-EAFIT, 2011).

Modelo de ordenamiento físico-espacial y desarrollo territorial

El modelo general de ciudad en desarrollo para Medellín la concibe como una ciudad compacta en el centro del valle, donde el río Aburrá o río Medellín se consolida como eje estructurante natural y donde se debe fortalecer la gestión de zonas de protección y de manejo especial.

El río se ha visto como un sistema que debe integrarse, a través de conectores hídricos transversales, con los parques y reservas naturales localizados en sus bordes topográficos rurales. Mediante estos ejes hidrográficos, el municipio desarrolla su sistema integrado de parques públicos y priva-

dos, que son reservas naturales del sistema urbano, tales como los cerros El Volador, Nutibara, La Asomadera, La Ladera, El Salvador, Morro Pelón y Santo Domingo; Museo El Castillo; los clubes Campestre y Rodeo; el Jardín Botánico; el Parque Norte, el Parque Juanes de La Paz; el Parque Juan Pablo II; y el Zoológico Santa Fe.

En el caso de los cerros tutelares, estos son reconocidos socialmente como ejes territoriales que albergan la biodiversidad y donde se están llevando a cabo procesos de recuperación para la conservación, potencial paisajístico y control sobre el uso intensivo. Lo anterior con el fin de reducir el riesgo geológico, posibilitar la protección del espacio público y, en algunas áreas, potenciar el mantenimiento del patrimonio histórico, arqueológico y cultural de la ciudad. Igualmente, se cuenta con elementos de conectividad, artificiales y construidos, como plazas, parques y zonas verdes, que también ayudan a consolidar espacios de relación urbana y rural con la biodiversidad.

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio ha identificado ecosistemas estratégicos diferenciados en el territorio por sus escalas político-administrativas. En la escala municipal se reconocen como ecosistemas estratégicos los siguientes: la cuchilla Romeral, el cerro del Padre Amaya, cordillera El Frisol, vertiente derecha de la quebrada La Sucia, cuchilla Las Baldías, cuchilla El Astillero, El Barcino y Manzanillo, Parque Ecológico de Piedras Blancas, cordillera Granizal, cuchilla Gurupera, vertientes de la quebrada Santa Elena y

serranía de Las Palmas. Se incluyen el río Medellín y los altos y cerros rurales y urbanos (cerros tutelares): El Volador, Santo Domingo, La Asomadera, El Salvador, Nutibara, El Picacho y Pan de Azúcar. En la escala metropolitana se reconocen como ecosistemas estratégicos para el municipio de Medellín los siguientes: Alto de San Miguel, Reserva Ecológica y Forestal Miraflores (Sabaneta), Reserva Forestal La Romera y cerro Quitasol. En la escala regional se reconocen como ecosistemas estratégicos para el municipio de Medellín, el páramo de Santa Inés, la cuenca alta del río Grande y Chico, el cañón del río Cauca, el embalse río Grande, la represa La Fe, la cuenca media y baja del río Nechí, la región de embalses de oriente, la cuenca de la quebrada Sinifaná, los agroecosistemas del Oriente Antioqueño, los agroecosistemas del noroccidente y el Parque Ambiental La Pradera.

En un contexto de revalorización de la naturaleza, defensa de los sistemas naturales estructurantes y de las actividades rurales tradicionales, emerge el enfoque de la nueva ruralidad como discurso alternativo a la visión de la sociedad occidental que proponía una relación lineal y evolutiva para los grupos sociales. Dicha visión estaba sustentada bajo la noción de desarrollo y progreso en la que ciertas transiciones eran inevitables; por tanto, las poblaciones debían pasar de lo rural hacia lo urbano, de la agricultura a la industria, de lo tradicional a lo moderno. En definitiva, significaba pasar de una situación definida como de atraso, hacia una considerada de bienestar (Uribe, 2012). En este sentido, la propuesta de la nueva rurali-

dad aplicada a Medellín cuestiona la noción en la que a la ciudad se la asume como la totalidad del municipio y se desconoce que existe un Medellín rural que tiene más de tres veces el tamaño de la ciudad en extensión geográfica (Zuluaga, 2004) y que está siendo alterado por procesos de suburbanización, y expansión y consolidación.

En esta nueva ruralidad se reconocen como vitales para la sostenibilidad urbana las relaciones equitativas entre lo urbano y lo rural. Así pues, el tema de bienestar humano, ligado a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos, busca analizar las particularidades territoriales para identificar la correspondencia entre las condiciones socioeconómicas y cómo esta noción es relativa culturalmente, mientras que el bienestar humano trasciende la noción de desarrollo y apunta a identificar factores de sostenibilidad territorial, ya que va más allá de la capacidad económica de las poblaciones.

Esta situación se reafirma en las zonas rurales donde el acceso a servicios básicos como salud, educación y servicios públicos es menor que el de las zonas urbanas, pero aquellas poseen mayores áreas proveedoras de servicios ecosistémicos, las cuales se ven amenazadas por factores internos y externos desde la expansión urbana. De cara a estos retos, el Municipio de Medellín se encuentra en el proceso de revisión y ajuste de su Plan de Ordenamiento Territorial, el cual plantea en sus lineamientos que "...el territorio debe ser líder e innovador donde la población sea el centro de las decisiones, otorgando mayor prioridad al espacio

público, promoviendo un crecimiento compacto y policéntrico con Medellín como núcleo de un territorio mayor...". Esto, en términos de biodiversidad, es necesario para vincularse al entorno urbano-regional. El Plan de Ordenamiento Territorial vigente destaca, como componentes centrales del modelo de ciudad, una zona rural con alta productividad ambiental, una eficiente actividad agropecuaria tradicional, el potencial y desarrollo en consolidación de la oferta ecoturística con una eficiente dotación de vías y articulación con la zona urbana. Asimismo, requiere de áreas circundantes de protección y cinturones verdes de contención de la urbanización en las laderas altas de la ciudad, para reducir gradualmente las áreas de riesgo. Así, el crecimiento será orientado hacia el centro con énfasis en zonas próximas al río, con un sistema de espacio público que incorpore elementos naturales destacados como los cerros tutelares y quebradas estratégicas con miras a la conservación de hábitats para la biodiversidad (Bahamón, 2009).

Dinámicas territoriales

El Plan Bio 2030 reconoció las principales dinámicas del territorio metropolitano, que inciden y explican en buena medida el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de Medellín y, en parte, también sus necesidades en términos de conocimiento, preservación, restauración y uso sostenible hacia el futuro. Entre las dinámicas territoriales que se identifican en la región y que son evidentes en Medellín, se cuentan:

Segregación social y funcional del territorio

La población con menores ingresos promedio se localiza en el norte de la ciudad y del Valle de Aburrá. Las áreas de producción y generación de empleo se encuentran principalmente en el centro y sur, y una “ciudad dormitorio” en el norte.

Crecimiento urbano expansivo

Se presentan nuevos modelos de ocupación considerados insostenibles, en zonas de ladera con altas fragilidades físicas y ambientales, generados por una fuerte migración rural-urbana que ha tenido lugar en los últimos cuarenta años; insuficiente consolidación y renovación de la ocupación en áreas centrales de la ciudad; y mercado del suelo orientando la nueva ocupación.

Subutilización y desarticulación del eje del río

Por su ubicación estratégica, el río se ha venido fortaleciendo en los últimos cincuenta años como eje estructurante de la movilidad metropolitana, pero se ha inexplorado su potencial como eje público y ambiental y como corazón de la metrópoli. Existen cerca de 1.500 hectáreas objeto de renovación y redesarrollo urbano, lo que expresa la subutilización de estos suelos. Nuevos proyectos, como el Parque Vial del Río, aspiran a transformar esta dinámica actual. En ellos, el río actúa como factor de movilidad regional, pero sin contar con una visión unificada de desarrollo urbanístico ambientalmente sostenible.

Degradación y subvaloración del sistema hídrico

Carácter distintivo del paisaje de la ciudad es su profusa red de quebradas que constituye un potencial subvalorado por la población. Transformadas dramáticamente por su pérdida de importancia para el recurso hídrico en el ámbito urbano, constituyen hoy un elemento esencial para la movilidad, la dotación de servicios públicos y, últimamente, para la constitución de una red ecológica urbana y rural aún en mora de consolidarse.

Fragmentación de las zonas de protección y del espacio público

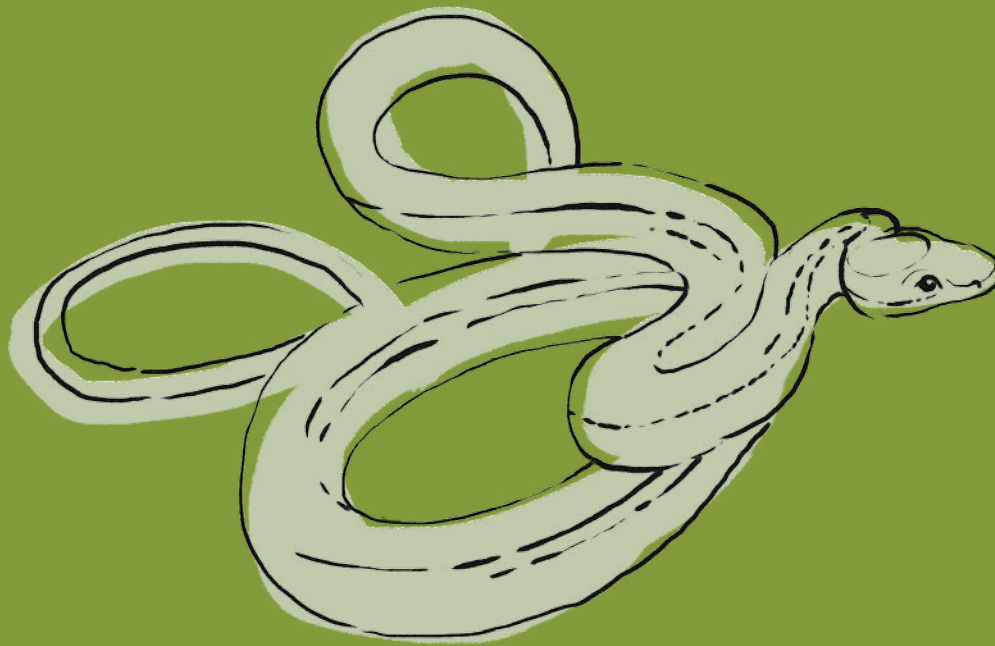
La intensificación de la urbanización en todas sus formas (expansión, consolidación urbana, suburbanización) ha originado que las áreas verdes sean cada día más residuales y no siempre accesibles y cualificadas para su uso público o para el cumplimiento de sus funcionalidades ecológicas.

Diseño de la ciudad en función del vehículo y consecuente deterioro de la calidad del aire

A pesar de los avances en la consolidación de un sistema eficiente de transporte público masivo, la pauta en la ocupación histórica y actual en la ciudad se ha dado por su trazado vial y por la prelación del vehículo privado. El parque automotor ha crecido 62% y las motos un 153% entre 2006-2010, lo que ha agravado los problemas de contaminación atmosférica derivada de las fuentes móviles. A esto se suma que la condición topográfica del valle dificulta la circulación del aire, con los consecuentes problemas en la salud de los ciudadanos.

Con el ánimo de fomentar una lectura socio-ecológica del territorio de Medellín, este apartado indicó generalidades sobre el bienestar humano, el desarrollo económico y las dinámicas territoriales del municipio y de su área metropolitana. La presentación de los indicadores de bienestar humano por comuna y por corregimiento llama la atención para identificar relaciones entre las estrategias de conservación de la biodiversidad que deben diseñarse según los tipos de paisaje y sus dinámicas socio-económicas.

En este escenario son claras las oportunidades para promover estrategias de planeación, intervención y seguimiento de la biodiversidad en todos sus niveles (genes, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes). Por ejemplo, medidas que generen áreas verdes funcionales en zonas con déficit de vivienda, que desarrollen corredores ecológicos alrededor de ejes estructurantes como el río Aburrá y que promuevan la gestión de las áreas protegidas definiendo estrategias para el uso sostenible y restauración de la biodiversidad en zonas de borde, para conservar así modelos de ocupación rurales y rururbanos, son algunas de las oportunidades que se derivan del enfoque integral de la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. De esta manera, la lectura socio-ecológica del territorio hace evidente que las promesas de un desarrollo equitativo, equilibrado y sostenible del Valle de Aburrá pasan, en parte, por el de Medellín, y el de Medellín, cada vez más, por el de Antioquia.



CAPÍTULO 3

LA BIODIVERSIDAD COMO SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL TERRITORIO DE MEDELLÍN

La información en biodiversidad es un soporte técnico-científico fundamental al momento de implementar medidas sobre un territorio específico. En este sentido, quienes toman las decisiones requieren no solo información en biodiversidad sino su análisis y síntesis para promover políticas que, desde el inventario mismo de las especies, identifiquen estrategias que contribuyan a la salud, la seguridad alimentaria, las condiciones de hábitat, entre otros aspectos fundamentales para el desarrollo humano. Esta traducción del conocimiento sobre biodiversidad en procesos de toma de decisiones cobra aún más relevancia en contextos locales como el de Colombia, en el cual las decisiones de ordenación y uso del suelo provienen de manera más contundente del ente territorial, es decir, del municipio.

La PGBSE Medellín asume los retos de (i) identificar la información en biodiversidad que el municipio ha generado y analizarla a la luz del enfoque de los servicios ecosistémicos, (ii) desarrollar un ejercicio pionero en la medida que incorpora los lineamientos de la recientemente adoptada Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, y finalmente (iii) promover, paralelo al desarrollo del estudio técnico-científico, una estrategia para incidir en la política pública del municipio, es decir, la plasmada en el Acuerdo Municipal 216 de 2013.

Después de haber establecido en el capítulo anterior que la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

tienen lugar en un territorio específico, en este caso el municipio de Medellín, el presente capítulo sintetizará los resultados de la estrategia de información y conocimiento en biodiversidad que siguió la PGBSE Medellín, con el fin de, en el capítulo siguiente, potencializar su lectura desde los servicios ecosistémicos.

Como generalidad, cabe mencionar que el desconocimiento de la biodiversidad es mayor en países tropicales en vía de desarrollo, donde están concentradas la mayoría de las especies (Schipper et ál., 2008); por ejemplo para aves —el grupo de vertebrados mejor conocido—, en Colombia se han descrito varias especies en los últimos años (ej. *Lipaugus weberii*, Cuervo, Salaman, Donegan y Ochoa, 2001; *Grallaria milleri*, Salaman, Donegan y Prÿs-Jones, 2009; y *Scytalopus stilesi*, Cuervo, Cadena, Krabbe y Renjifo, 2005). Así mismo, no es claro el número aproximado de mamíferos, con una tasa de descripción de 200 a 300 especies por década (Reeder et ál., 2007). Igualmente, muchos museos albergan especies de insectos no descritas y tanto estas, como su información relacionada, no está disponible para la comunidad científica (Stork, 1997). No obstante su megadiversidad, Colombia invierte poco en su investigación (Waldron et ál., 2013), ubicándose entre los 30 países que menos recursos asigna a ello. Consecuentemente, el conocimiento que se tiene sobre los servicios ecosistémicos que presta es aún menor. Por estas

razones, levantar información de base sobre la biodiversidad local, sus presiones y amenazas, es una tarea fundamental para promover iniciativas dirigidas a su conservación y la de los servicios que se derivan directa o indirectamente de sus funciones ecológicas.

Un tema poco estudiado y de gran importancia es la biología de las especies en ecosistemas urbanos y periurbanos. El interés por evaluar los impactos de la urbanización en la diversidad, abundancia y función de estas especies es reciente (ej. Gandhi *et ál.*, 2011; Hamerlík *et ál.*, 2011; Brown *et ál.*, 2013; Heterick *et ál.*, 2013). Las zonas urbanas y periurbanas presentan oportunidades de conservación y convivencia con la vida silvestre (Llimona, 2005) y algunas especies han aprendido a explotar los recursos presentes en estos ecosistemas, adaptándose a los mismos (ej. mamíferos, Gehrt *et ál.*, 2010). Respecto a los entornos urbanos, gran parte del esfuerzo por comprender y cuantificar los servicios, se ha enfocado en los que prestan las plantas (ej. regulación del clima, purificación del aire y mitigación de la contaminación auditiva en áreas urbanas) (Bolund y Hunhammar, 1999). También se ha resaltado la importancia de las zonas verdes en las ciudades, pues pueden ayudar a mitigar fenómenos como las inundaciones (Sodhi *et ál.*, 2010) y son el único contacto con la naturaleza para una gran parte de la población urbana (Anderson y Otter, 2007; Barthel, 2005; Bolund y Hunhammar, 1999; Fuller *et ál.*, 2007; Strohbach *et ál.*, 2009). En con-

secuencia, otros grupos taxonómicos (ej. aves, anfibios, reptiles, mamíferos e insectos) no han recibido la misma atención, a pesar de que son enlaces vitales en la dinámica de los ecosistemas naturales, sus funciones son necesarias para mantenerlos y muchos están sometidos a grandes presiones antrópicas (Daily *et ál.*, 2000; Wenny *et ál.*, 2011).

Conocer la biodiversidad de un territorio es necesario para entender el funcionamiento y la importancia de los servicios de los ecosistemas, y un paso clave para la conservación de la biodiversidad y el aumento del bienestar y la supervivencia digna del hombre en las ciudades. El desarrollo de la Propuesta para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en Medellín (PGIBSE Medellín) constituye un primer acercamiento global ante la complejidad y la riqueza de biodiversidad de la ciudad.

La biodiversidad en Medellín

Medellín es una ciudad con una enorme variedad de la vida, una vida que se manifiesta con elocuencia y belleza. De acuerdo con los registros recopilados se tienen en el municipio 2.603 especies de plantas vasculares, 1.346 de insectos, 445 de aves, 76 de mamíferos, 44 de reptiles, 30 de anfibios y 44 de peces, lo que representa una parte muy significativa de la riqueza presente en Antioquia y Colombia. Somos una ciudad rica en naturaleza, en un país megadiverso. Pero estas son cifras incompletas, porque poco sabemos de la pérdi-

da de especies que anteriormente prosperaban en muchos de los hábitats que se han destruido al crecer la ciudad y, especialmente, porque los inventarios son incompletos y aún desconocemos parte de la riqueza biológica que todavía albergan nuestros ecosistemas, como bosques, rastrojos, cultivos, pastizales, e incluso, nuestros ambientes más fuertemente urbanizados. Aunque en los últimos treinta años hemos aumentado el conocimiento de la biodiversidad de Medellín, el inventario de la vida en la ciudad está incompleto y completarlo debe constituir un reto de toda la sociedad, por respeto a la vida misma y por responsabilidad con las próximas generaciones.

En este proceso se logró consolidar, con la ayuda de los centros de generación de conocimiento y los grupos de investigación de la ciudad, y con las bases de datos de museos locales, nacionales e internacionales, un total de 373.877 registros de fauna y flora para el Valle de Aburrá (Tabla 2), y para el municipio de Medellín se encontraron 4.478 especies o unidades taxonómicas operativas (Tabla 3). De estas, 112 especies están en alguna categoría de amenaza y 67 especies de aves e insectos son migratorias (Tabla 4).

El catálogo de la vida en Medellín, aunque incompleto, es muy variado. Entre escarabajos, mariposas, hormigas, abejorros, abejas, avispas y moscas, la ciudad cuenta con más de 1.000 especies, entre muchos otros insectos. En el caso de las aves, tángaras, tiránidos, colibríes, parúlidos, furnáridos, loros y guacamayas suman más de 200 especies.

También hay 29 especies de colibríes, 11 de carpinteros, 8 de halcones, 22 de loros, pericos y guacamayas, 52 de atrapamoscas, entre muchas otras. En los mamíferos, se registra gran variedad de murciélagos (31), roedores (18), marsupiales (6), perros de monte y coatíes (4), micos (2), y hasta tigrillos y pumas, entre otros. En los anfibios hay ranas y sapos (25), salamandras (3) y cecilias (2), y entre los reptiles se encuentran 30 especies de serpientes y 14 de lagartos, lagartijas y gekos.

La flora de Medellín incluye más de 196 familias, 1.106 géneros y 2.603 especies de plantas, siendo numerosas las orquídeas (235 especies), las leguminosas (172 especies), las asteráceas o “compuestas” (170 especies), y los pastos (107 especies). En nuestro territorio se han registrado 77 especies endémicas de Medellín, Antioquia o Colombia.

La biodiversidad es fuente de bienestar para todos. Su conocimiento es importante, no solo para fines académicos o científicos, o por su valor de existencia, sino por los bienes y servicios que de ella se derivan. En la Tabla 5 se muestran algunos de los usos reportados para la biodiversidad del municipio de Medellín.

AVES



PLANTAS



ANFIBIOS



TABLA 2. NÚMERO DE REGISTROS POR GRUPO TAXONÓMICO PARA EL VALLE DE ABURRÁ

[illegible]

TABLA 3. NÚMERO DE ESPECIES O UNIDADES TAXONÓMICAS OPERATIVAS† POR GRUPO TAXONÓMICO

[illegible]

INSECTOS

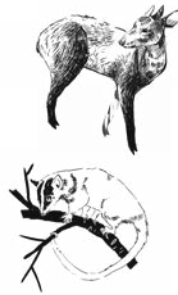


TABLA 4. NÚMERO DE ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA Y ESPECIES MIGRATORIAS POR GRUPO TAXONÓMICO PARA MEDELLÍN

4

TABLA 5. USOS DETECTADOS PARA LA FLORA Y FAUNA EN MEDELLÍN*

5

Áreas prioritarias para la conservación y la prestación de servicios ecosistémicos

La biodiversidad y sus servicios ecosistémicos no están uniformemente distribuidos en el territorio de Medellín. Esto se debe a las condiciones naturales del hábitat y a los procesos locales y globales de ocupación, transformación y alteración de los ecosistemas que los expertos denominan “motores de cambio” (transformación y pérdida de ecosistemas y hábitats naturales, sobreexplotación, invasiones biológicas, contaminación y cambio climático).

Los análisis de distribución potencial realizados para la PGIBSE Medellín muestran que habría una mayor riqueza de biodiversidad en las zonas rurales, especialmente en insectos, anfibios, reptiles y mamíferos (Figura 2: A, B y C). Las aves y las plantas exhiben un patrón inverso (Figura 2: D y E), posiblemente gracias a un mayor esfuerzo de muestreo en las áreas urbanas para estos dos grupos. Por ejemplo, de acuerdo con los estudios revisados, existe un mejor conocimiento de la flora urbana que de la rural. Así mismo, se debe destacar el poco esfuerzo invertido en conocer la flora de los remanentes de vegetación nativa que existen en el municipio. Con excepción de unos cuantos inventarios cuantitativos realizados en los bosques de Santa Elena, solo se tienen registros de colecciones botánicas generales en el resto del territorio. Por el contrario, dentro del sector

urbano se conocen prácticamente todas las especies presentes, gracias a los trabajos de manejo del arbolado y de los jardines públicos por parte de la administración municipal y el AMVA, con la colaboración de las instituciones académicas. Una situación similar se presenta con las aves.

En general, las zonas boscosas de los corregimientos de Santa Elena, San Antonio de Prado, Altavista y San Sebastián de Palmitas presentan una alta diversidad, comparada con la del resto del territorio municipal. Estos análisis sugieren una gran similitud entre las zonas altas de la vertiente occidental de Medellín, en los corregimientos de San Antonio de Prado, San Cristóbal y Altavista, para anfibios, reptiles, mamíferos e insectos; en contraste, las aves y plantas muestran similitud entre las zonas bajas de los corregimientos de Altavista, San Cristóbal, las zonas altas de San Antonio de Prado y zonas de altura intermedia de San Sebastián de Palmitas. Por su parte, el pie de la ladera oriental de la ciudad presenta una baja predicción de la biodiversidad, debido posiblemente a la tasa acelerada de urbanización, al incremento en la parcelación y la deforestación de esta área y de zonas aledañas al municipio, lo que disminuye el hábitat apropiado (ej. bosques naturales) para el mantenimiento de poblaciones de especies nativas.

Estos análisis confirman la importancia que tienen las divisorias y las cuencas altas de las quebradas afluentes al río Aburrá, en especial la cuchilla de Manzanillo-El Barcino, el cerro del Padre Amaya y la cuenca alta de la quebrada Doña María, que se

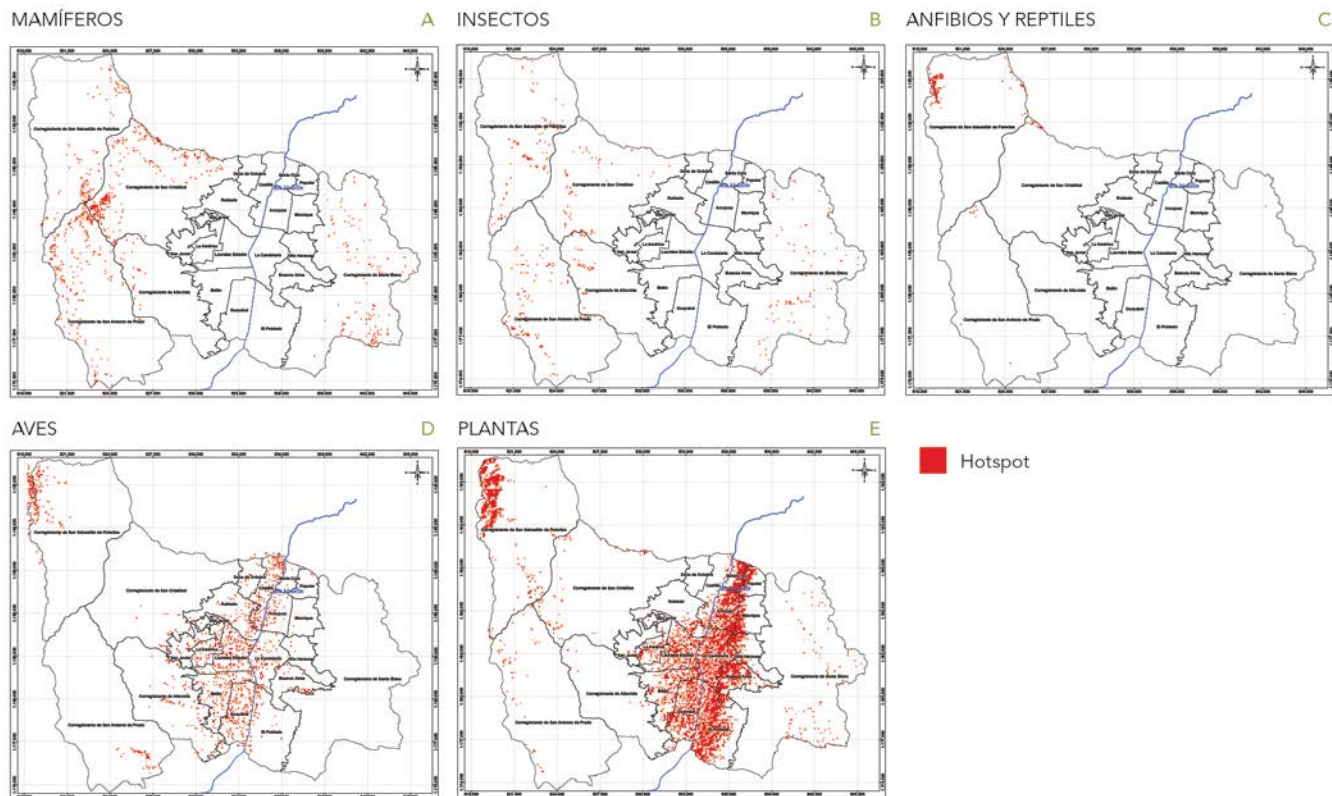


Figura 2. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad basada en la combinación de riqueza de especies, endemismo, amenaza y vulnerabilidad, y similitud en la composición de especies. A) Mamíferos; B) Insectos; C) Anfibios y reptiles; D) Aves; E) Plantas. Estos mapas son el resultado de modelos combinados de distribución de especies, por lo tanto reflejan sitios de diversidad potencial. Dada la inclusión de la variable de coberturas vegetales recientes (Imagen QuickBird Amva, 2008), se presume que las predicciones se ajustan bien a la realidad actual del territorio.

encuentra dentro de la Reserva El Romeral y el denominado Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Divisoria Aburrá-Cauca (Figura 4).

La zona noroccidental de San Sebastián de Palmitas es particular por diferentes razones. Si bien se han realizado pocos esfuerzos de muestreo, las predicciones (i. e. condiciones apropiadas para las especies a pesar de no tener registros de su presencia) revelan una alta diversidad de anfibios, reptiles, aves y plantas. Además se encontró una

gran similitud con el área urbana de Medellín para varios de los grupos, lo que puede deberse a los sesgos de muestreo, ya que para anfibios, reptiles, mamíferos e insectos, estas dos áreas son las que menos registros exhiben y, hacia el flanco occidental de la ladera en Palmitas, pueden presentarse alturas similares a las del área urbana de Medellín. Esto evidencia la necesidad de conocer las especies que allí habitan, porque posiblemente es una de las zonas con mayor biodiversidad del territorio y merece una atención particular (Figura 3).

Así, los modelos de distribución muestran que las especies están relacionadas con características de topografía y coberturas similares a las del área urbana. Por otro lado, muchas de las especies exclusivas de bosque no cuentan con información suficiente que permita incluirlas en los análisis de manera adecuada. Esto resalta la necesidad de levantar información de calidad y usarla adecuadamente. Además, muestra la importancia del arbolado urbano, que proporciona el hábitat a un gran número de especies de aves. Por otra parte, las plantas presentan un fuerte sesgo hacia la zona urbana. En ella su diversidad se incrementa de manera sustancial, debido a la gran cantidad de especies introducidas (de otras regiones del departamento, del país o del exterior).

Como resultado de los análisis espaciales y de las evaluaciones realizadas por el equipo técnico, se identificaron como principales factores negativos para la conservación de áreas prioritarias para la biodiversidad terrestre: (i) la acelerada urbanización, (ii) la deforestación en zonas con alta heterogenei-

dad topográfica, (iii) la falta de conectividad entre la áreas para la conservación, (iv) la escasa preservación de coberturas vegetales, incluyendo aquellas que actualmente no presentan un estado óptimo para mantener la biodiversidad pero son potenciales áreas de restauración, (v) la introducción de especies que afecta a especies nativas, (vi) la falta de gestión en la información de la biodiversidad y (vii) el desconocimiento de áreas de importancia para la biodiversidad del municipio de Medellín.



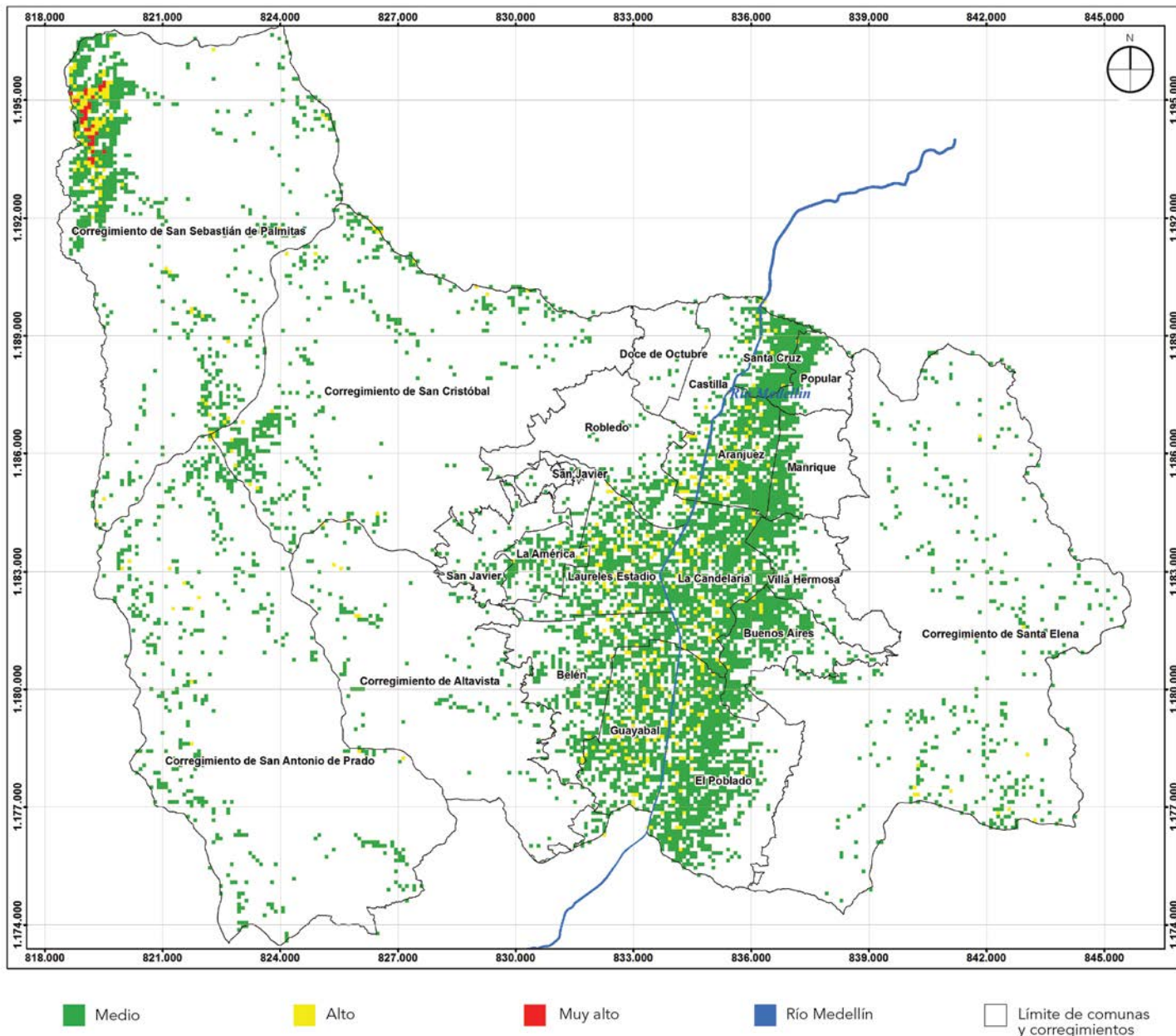
Aves¹

Información

Para aves, los registros se revisaron en la *Guía de aves del Valle de Aburrá* (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Sociedad Antioqueña de Ornitología, 2003), listados de observación de la Sociedad Antioqueña de Ornitología (SAO), registros de museos, e inventarios y estudios realizados en estas zonas, incluyendo la información proveniente de GBIF (Global

¹ María Camila Estrada, Universidad de Antioquia.

Figura 3. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad basada en la combinación de riqueza de especies, endemismo, amenaza y vulnerabilidad, y similitud en la composición de especies para todos los grupos taxonómicos combinados. Este mapa es el resultado de modelos combinados de distribución de especies, por lo cual refleja sitios de diversidad potencial. Dada la inclusión de la variable de coberturas vegetales recientes (Imagen QuickBird Amva, 2008), se espera que las predicciones se ajusten bien a la realidad actual del territorio.



Biodiversity Information Facility). Adicionalmente, se efectuó la búsqueda de estudios y proyectos sobre las aves de Medellín en bibliotecas, bases de datos y revistas locales, nacionales e internacionales. Para listar las especies que son traficadas ilegalmente se revisaron las publicaciones en línea de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) y la biblioteca del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), incluyendo un inventario de las especies de varios grupos taxonómicos que han sido incautadas en el Valle de Aburrá y folletos sobre el mismo tema.

Como resultado, se encontraron 5.629 registros, 938 provenientes de museos (la mayoría del Museo de Ciencias Naturales de la Salle). Se obtuvieron 138 registros para el Valle de Aburrá en colecciones del Instituto Humboldt y tan solo cinco en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN). En el Museo Americano de Historia Natural (AMNH), en el Netherlands Biodiversity Information Facility y en Yale University Peabody Museum solo se encontró un registro en cada uno. Además de los trabajos mencionados, se destaca el aporte de estudiantes de biología y biólogos de la Universidad de Antioquia, principalmente.

De los 5.629 registros para el Valle de Aburrá, 2.088 (37,1%) carecen de coordenadas geográficas, por lo que no pudieron ser utilizados en los análisis de distribución espacial. En general, los registros no cuentan con información espacial detallada y datos como la vereda, el corregimiento

o la localidad, se desconocen en la mayoría. Para Medellín (2.333 registros), el 73% de los datos no especifican el corregimiento y el 66,6% no tienen localidad. El corregimiento con mayor número de registros fue Santa Elena (551 registros), en contraste con San Antonio de Prado (54) y San Cristóbal (23). Dentro del centro urbano, los sitios con mayor número de registros fueron el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe (115), el cerro Nutibara (81) y el cerro El Volador (15), lo que concuerda con las actividades recurrentes de la SAO, como los censos anuales navideños.

Las aves tropicales han sido históricamente menos estudiadas que sus contrapartes de zonas templadas. Por ello, existe un vacío significativo en la historia natural y de vida de estas especies. Se desconocen su biología reproductiva, sus patrones de migración, su capacidad de movimiento, aspectos claves para determinar qué tan vulnerables son las especies a presiones como el cambio climático o la fragmentación del hábitat. Aunque en años recientes ha aumentado el número de investigaciones realizadas en el Neotrópico, en Colombia y en el Valle de Aburrá (ej. Delgado *et ál.*, 2005; Delgado, 2007a; Ocampo *et ál.*, 2012; Pulgarín *et ál.*, 2007) aún falta mucho para tener información básica de todas las aves neotropicales, especialmente cuando no se cuenta con políticas públicas que favorezcan y estimulen la investigación biológica, ni una inversión económica que haga posible que ornitólogos de los municipios del Área Metropolitana puedan realizar proyectos de avifauna (P. Pulgarín, A. Morales, *com. pers.*).

Diversidad

Se encontraron 5.629 registros para el Valle de Aburrá, 853 especies. Para Medellín, se hallaron 2.333 registros, 445 especies (36 introducidas). El mayor número de registros proviene de inventarios, posiblemente porque las aves son relativamente fáciles de identificar visual y auditivamente y la colecta de individuos para su correcta identificación taxonómica no es indispensable. La mayoría de especímenes de museo provienen del antiguo Museo del Colegio San José, dirigido por los Hermanos Lasallistas, entre ellos el Hno. Nicéforo María y el Hno. Marco Antonio Serna, naturalistas apasionados por las aves que realizaron importantes aportes al conocimiento de la avifauna de Antioquia y Colombia.

De las 445 especies registradas, 12 se encuentran en alguna categoría de amenaza, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza –UICN– (2012): una Críticamente Amenazada (CR), dos En Peligro (EN) y nueve Vulnerables (VU). La mayoría de las especies están en Baja Preocupación (LC) y tres no han sido evaluadas (NE). Por otro lado, se han registrado 57 especies migratorias boreales, un número significativo de las 275 que llegan cada año a Colombia para pasar el invierno (Naranjo et ál., 2012).

Las familias mejor representadas fueron *Thraupidae* (13,9%), *Tyrannidae* (11,7%) y *Trochillidae* (6,5%), entre las que se encuentran especies claves para el control de poblaciones de insectos, altamente frugívoras que contribuyen a la disper-

sión de semillas o que polinizan gran variedad de flores en los ecosistemas.

En total se registraron 36 especies foráneas, pues su distribución natural no es la ciudad de Medellín. Algunas de ellas son traficadas por su plumaje colorido, como es el caso de las loras y guacamayas; 15 de las 20 especies registradas para la ciudad son traficadas y en algunos casos liberadas (Lara et ál., 2007). Algunas de estas son la guacamaya macao (*Ara macao*), la guacamaya rojiverde (*Ara chloropterus*), la guacamaya azuliamarilla (*Ara ararauna*), la lora cabeciamarilla (*Amazona ochrocephala*) y la cotorra carisucia (*Aratinga pertinax*). Estas especies tienen poblaciones estables en la ciudad y se han adaptado a sus condiciones adversas (Lara et ál., 2007). Otras especies, traficadas por su habilidad para cantar y aprender canciones, son el turpial amarillo (*Icterus nigrogularis*) y el sinsonte (*Mimus gilvus*). Otras son comercializadas por la belleza de su plumaje, como el pavo real (*Pavo cristatus*), el faisán dorado (*Crysolophus pictus*), la cacatúa (*Nymphicus hollandicus*) y la rosela oriental (*Platycercus eximius*). Algunas especies fueron introducidas involuntariamente en barcos que transportaban mercancía entre Europa y América (el gorrión común europeo, la paloma doméstica); otras, importadas legalmente para fines comerciales, puesto que no se encuentran amenazadas (CITES, 2010), bajo la Resolución Número 1367 de 2000.

Además de cinco especies foráneas registradas en inventarios, investigaciones o pajareadas, se han documentado aproximadamente 30 especies

domésticas, comercializadas legalmente en la ciudad, incluyendo especies claves para la alimentación de la población urbana y rural de Medellín, como las gallinas (*Gallus gallus*), los piscos (*Meleagris gallopavo*) y las codornices (*Coturnix coturnix*).

Algunas, por ejemplo las acuáticas, han declinado con el transcurrir de los años. La rectificación del río Medellín para facilitar obras de infraestructura y desarrollo de la ciudad, y la urbanización y uso intensivo del suelo, han hecho que especies migratorias boreales como el correlimos sabanero (*Bartramia longicauda*), la becasina paramuna (*Gallinago nobilis*) y el picotijera americano (*Rynchops niger*), entre otras, dejaran de ser registradas.

Pero aún falta mucho por conocer. Para Santa Elena, Castaño y Patiño (2008) presentaron 551 registros de aves, mientras que corregimientos como San Cristóbal y San Antonio de Prado cuentan con 23 y 54 registros, respectivamente. En Palmitas y Altavista no se encontró información, lo que sugiere que aún debe haber especies que no han sido registradas para Medellín.

Amenazas, endemismos

La alteración y degradación de hábitats naturales presenta una de las mayores amenazas a la biodiversidad, especialmente en los trópicos (Newbold et ál., 2012). La fragmentación generalmente afecta a especies raras, las dispersoras desaparecen primero; además, especies sedentarias y especialistas, como las tropicales, son más propensas a desaparecer a causa de la fragmentación y reduc-

ción de los hábitats naturales (Şekercioğlu y Sodhi, 2007). Por lo tanto, los fragmentos aislados y de tamaño reducido pierden los proveedores de servicios ecosistémicos, como dispersores de semillas e insectívoros. Así, una mayor conectividad a través de corredores, o el incremento de la cobertura de árboles en zonas de agricultura, puede restaurar algunos de esos beneficios. Los corredores en ciudades y en sistemas agroforestales tienen gran importancia, pues muchas especies enfrentan reducciones en sus rangos por el cambio climático, debido a que la movilidad disminuye la probabilidad de extinción.

En la región andina colombiana están los mayores centros urbanos y gran parte de las actividades agrícolas y pecuarias del país y, consecuentemente, sus ecosistemas naturales han perdido el 60,3% de extensión (Villarreal et ál, 2006). El deterioro ambiental de la región, el alto nivel de endemismo y el alto porcentaje de especies amenazadas (23% de las especies en Peligro Crítico, CR) (Renjifo et ál., 2002) hacen de los Andes centrales un área prioritaria para la conservación mundial (Castaño y Patiño, 2008). Para Medellín, se registraron nueve especies endémicas de Colombia, entre especies nativas como la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*), la perdiz colorada (*Odontophorus hyperythrus*), el carpinterito punteado (*Picumnus granadensis*), el hormiguero de Parker (*Cercomacra parkeri*), el tororoi de Miller (*Grallaria milleri*), el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*) y el tapaculos (*Scytalopus stilesi*); y especies incautadas por las autoridades ambientales, como

la pava caucana (*Penelope perspicaz*) y el paujil piquiazul (*Crax alberti*). La mayoría de estas especies se encuentran en alguna categoría de amenaza, siendo las más amenazadas la pava caucana (En Peligro, EN) y el paujil piquiazul (Críticamente Amenazado, CR), principalmente por la fragmentación de sus hábitats, la caza y la comercialización ilegal (Renjifo et ál., 2002).

Conviene señalar que es poco lo que se sabe de la historia natural y de la respuesta de estas especies a las diferentes presiones y amenazas. Por ejemplo, solo para el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*), se ha estudiado la biología reproductiva durante varios años con una población en San Miguel, al sur del Valle de Aburrá (Ocampo et ál., 2012). Su monitoreo constante ha permitido documentar sus comportamientos y éxito reproductivo. Recientemente se registró el robo de polluelos en nidos de esta especie por parte de personas de la zona (M.C. Estrada, obs. pers.), lo que indica que la comercialización ilegal sigue siendo una presión importante para el cacique candela.

Uso

La mayoría de las especies de aves son crípticas y difíciles de ver, por lo que no son conocidas por la comunidad. Posiblemente la población solo reconozca a las más vistosas, como loras, pavas, tucanes, turpiales, entre otras. Por ello no todas tienen un uso por parte de la comunidad, aunque para los ornitólogos sean importantes y tengan un uso académico. Como se mencionó anteriormen-

te, las aves más llamativas, bien sea por su plumaje (loras, tucanes, turpiales), sus cantos (turpiales, sinsontes) o por su imponencia (águila harpía, rey de los gallinazos), son las que se comercializan ilegalmente como mascotas, otras de mayor tamaño son cazadas de forma ilegal para consumo humano (pavas, guacharacas, patos).

El consumo directo y la comercialización de especies silvestres a menudo proporcionan un medio adicional de subsistencia a muchas familias. En zonas urbanas se encuentran redes extensas de comercio ilegal, lo que demuestra que existe una demanda activa y creciente de carne de monte y otros productos. Debido al desconocimiento de la historia natural y de la biología de estas especies, no es posible realizar análisis profundos sobre el impacto de las actividades ilegales sobre las poblaciones naturales (Mancera y Reyes, 2008).

El control al tráfico ilegal en la jurisdicción de Corantioquia ha sido una actividad demandante, pues el uso de especímenes de la fauna silvestre como mascotas está muy arraigado culturalmente. Un censo del tipo y número de mascotas de origen silvestre en 70 cabeceras municipales, entre los años 2002 y 2003, registró 7.816 especímenes de avifauna, herpetofauna y mastofauna, sin contar los que son entregados voluntariamente (Corantioquia, 2010). Por ello, como parte del proceso de sensibilizar a las comunidades para disminuir el tráfico ilegal y la sobreexplotación de fauna silvestre, Corantioquia ha realizado numerosos talleres y capacitaciones, con el fin de que la comunidad

reconozca la importancia de la biodiversidad y el derecho de los animales a permanecer en libertad. Gracias a estas actividades, hay una disminución significativa en la tenencia de fauna silvestre en los hogares de su jurisdicción (Corantioquia, 2010).

Grupos funcionales y servicios ecosistémicos

El análisis de rasgos funcionales de las aves arrojó que, para Medellín, existen 12 grupos funcionales, determinados principalmente según el gremio trófico de las especies, pues la mayoría de servicios ecosistémicos que proveen se derivan de sus hábitos alimenticios, tácticas de forrajeo (Wenny et ál., 2011; Whelan et ál., 2008; Şekercioğlu, 2006b) y tamaño corporal (Peterson et ál., 1998).

De acuerdo con este análisis, los grupos funcionales son migratorias boreales insectívoras, insectívoras residentes pequeñas, insectívoras residentes grandes, frugívoras grandes, medianas y pequeñas, nectarívoras, granívoras, acuáticas grandes piscívoras/insectívoras, acuáticas omnívoras, depredadoras, omnívoras y carroñeras. Estos grupos cumplen roles ecológicos importantes en los ecosistemas, como dispersión de semillas, polinización, control de poblaciones como insectos y pequeños vertebrados, y descomposición de cadáveres y desperdicios, que pueden traducirse en servicios ecosistémicos para la ciudad.

Las aves proveen, especialmente, tres de los servicios ecosistémicos planteados en esta propuesta (ver capítulo 4. “Los ecosistemas y sus servicios: base del bienestar humano”): los culturales, el de

conservación de hábitats para la diversidad biológica, y el de control biológico, polinización y dispersión de germoplasma.

Las aves prestan servicios culturales, pues su observación es fuente de inspiración y de desarrollo cognitivo y espiritual. Además, en años recientes, ha comenzado a ser, para muchas comunidades, una opción de la que obtienen recursos económicos. El servicio de conservación de hábitats para la diversidad biológica (13 especies) es prestado por especies como el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*), el quetzal crestado (*Pharomachrus auriceps*), la perdiz colorada (*Odontophorus hyperythrus*) y el terlaque pechiazul (*Andigena nigristrois*), que son de gran importancia: su protección y conservación podría ayudar a preservar otras especies y ecosistemas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad de Antioquia, 2007).

Los análisis de rasgos funcionales mostraron que 158 especies podrían prestar el servicio de control biológico, polinización y dispersión de germoplasma en la ciudad: polinizadores como colibrís comunes, por ejemplo, el amazilia colirrufo (*Amazilia tzacatl*) y el mango pechinegro (*Anthracotora nigracollis*); posibles dispersores de semillas como la tångara verdirroja (*Chlorornis riefferii*), la cotinga crestada (*Ampelion rubrocristata*) y el trogón enmascarado (*Trogon personatus*); y controladores biológicos, como el gavilán caminero (*Rupornis magnirostris*), la lechuza común (*Tyto alba*) y el gallinazo negro (*Coragyps atratus*).

Una cifra menor de especies (22) podría ser considerada como fuente de alimento para comunidades rurales, tal es el caso de la pava mara-quera (*Chamaepetes goudotii*) y la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*), aves de un peso corporal aproximado de 730 gramos. También especies como la paloma collareja (*Patagioenas fasciata*) han sido fuente importante de proteínas para comunidades campesinas, por ejemplo, para las de Santa Elena (A. Castaño, com. pers). Este bajo número de especies usadas como alimento podría deberse a que son pocas las que tienen un tamaño apropiado. Además, algunas, como la torcaza (*Zenaida auriculata*), que podrían servir de alimento, son ignoradas por la comunidad, posiblemente, debido a tabúes culturales.



Mamíferos²

Información

Se revisaron las bases de datos de GBIF y MaNIS (Mammal Networked Information System), la de

² Sebastián Botero Cañola, Grupo de Mastozoología Universidad de Antioquia.

la Colección Teriológica de la Universidad de Antioquia (CTUA) y las de los colectores del Grupo de Mastozoología de esa institución, con el fin de incluir registros que aún no han sido catalogados en la colección. Se buscaron, además, artículos sobre mamíferos o que incluyeran registros de estos, como el caso de estudios de dieta de aves rapaces (ej. Delgado, 2007a) y literatura gris en los principales grupos de investigación, instituciones públicas y ONG, relacionados con el estudio de mamíferos en el municipio, principalmente Corantioquia, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, Grupo de Mastozoología Universidad de Antioquia, Aburrá Natural y el Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales (Pecet).

Se encontraron 1.304 registros para el Valle de Aburrá (incluyendo especies nativas e invasoras), provenientes de museos, inventarios, listados/publicaciones, foto-trampeo y comunicaciones personales. La mayoría de estos registros provienen de museos. Los de fototrampeo y comentarios personales, aunque fueron pocos, constituyen la mayoría de registros de mamíferos medianos y grandes, y los primeros poseen una confiabilidad muy alta.

Del área metropolitana, el municipio que más registros presentó fue Medellín con 665, debido en parte a un mayor esfuerzo de muestreo en su territorio. Estos registros provienen de colecciones biológicas (con especímenes colectados desde principios del siglo XX) y de inventarios (con muchos registros de

los cerros occidentales, del corregimiento de Santa Elena y de inventarios rápidos de los planes de ordenamiento de microcuencas).

La mayoría de los registros de colecciones provienen de la Colección Teriológica de la Universidad de Antioquia (CTUA), seguida de la Colección del Museo de Ciencias Naturales de La Salle (CSJ) y un número importante del Museo de Historia Natural de Chicago (FMNH) y el Museo Americano de Historia Natural (AMNH), producto de expediciones realizadas entre 1900 y 1960 (ej. Allen et ál., 1916). Los murciélagos presentaron la mayoría de los registros de Medellín (294), seguidos de mamíferos pequeños no voladores (248) y, por último, de los mamíferos medianos y grandes (123).

De la literatura mencionada en los antecedentes, los inventarios representaron una parte importante de los registros espaciales para este trabajo y han apoyado el ordenamiento y planes de manejo de áreas protegidas; sin embargo, algunos de ellos cuentan con un bajo esfuerzo de muestreo y hay un especial sesgo de submuestreo para los mamíferos medianos y grandes.

El 79% de los registros poseía suficiente información de localidad para asignarles una coordenada con una precisión mayor que vereda. Aunque algunos registros recientes no tenían esta información, la mayoría de registros no georreferenciados provienen de colectas de hace más de 30 años. Los vacíos espaciales varían según el grupo de mamíferos (pequeños no voladores, medianos, grandes y

murciélagos); sin embargo, en general, los corregimientos con mayor número de registros son Santa Elena y San Antonio de Prado, mientras que el corregimiento de San Sebastián de Palmitas no presentó ninguno. Los mamíferos medianos y grandes son los que menos representatividad geográfica tienen, con registros solo para seis veredas (de las cuales únicamente Boquerón, El Astillero y Santa Elena tuvieron más de 20 registros) y la zona urbana (la mayoría de registros fueron de la chucha común, *Didelphis marsupialis*). Esto puede deberse a que, en el municipio, la distribución de muchas especies del grupo es restringida. Otro factor importante es la falta de muestreo específico. A pesar de que los pequeños mamíferos no voladores mostraron una buena representatividad en la zona rural (con registros para 13 veredas) y pocos registros en la zona urbana (11), es fundamental entender la distribución, ecología y carga de patógenos de especies nativas e invasoras para minimizar el riesgo de contagio de enfermedades zoonóticas.

Conviene mencionar, también, que los murciélagos tuvieron una baja representatividad en la zona rural (con el mayor número de registros en la vereda El Astillero: 22), vacío que es indispensable llenar para futuras valoraciones, pues en las zonas agrícolas es donde se ha encontrado un alto valor a los servicios ecosistémicos prestados por este grupo (Boyles et ál., 2011).

A nivel de grupos taxonómicos, el mayor vacío es el de las especies medianas y grandes de los órdenes Primates (5 registros), Carnívora (33 registros),

Pilosa (perezosos) y algunas especies de roedores grandes, para las cuales no se han implementado muestreos sistemáticos. Esto se refleja en que especies con una gran capacidad de dispersión, como el yaguarundí (*Puma yaguarundi*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*), reportadas como potenciales para Medellín y observadas a pocos kilómetros del municipio, no se han registrado hasta el momento. En consecuencia, es prioritario evaluar la presencia de estas especies en Medellín porque son las que menos se conocen y las que mayor grado de amenaza presentan.

Otro grupo que requiere una metodología más apropiada para su muestreo es el de los murciélagos insectívoros (familias *Molossidae* y *Vespertilionidae*) que en promedio solo tienen cuatro registros por especie. Las redes de niebla (metodología más usada para capturar murciélagos) submuestrean estos grupos que presentan un vuelo típicamente más alto y que, al parecer, eluden más fácilmente las redes (O'Farrel y Gannon, 1999). El desconocimiento de la riqueza, abundancia y distribución de este grupo dificulta la valoración de servicios como el control de plagas. Finalmente, las musarañas (orden *Soricomorpha*) también requieren mayor muestreo y análisis taxonómico, pues aunque solo se tiene registro de una especie para el municipio, es posible que haya otra no descrita (D. Marín com. pers.).

La ecología e historia natural de las especies presentes en Medellín tiene vacíos enormes, pues son muy pocos los estudios que tocan estos aspectos. En

esta medida, es de gran importancia obtener datos de abundancia y requerimientos de hábitat de las especies focales y amenazadas, con el fin de guiar y monitorear las estrategias dirigidas a su conservación. Además, es necesario obtener datos acerca del efecto de la urbanización sobre la comunidad de mamíferos y la tolerancia que estos presentan.

Por otro lado, es clave levantar información de dieta de las especies de mamíferos para evaluar los servicios ecosistémicos prestados por ellas, debido a que aún existe un gran desconocimiento sobre los hábitos alimenticios de muchas especies presentes en Medellín. Es de señalar, además, que en el contexto urbano es muy importante la interacción de la fauna silvestre y sus patógenos con la fauna doméstica y los seres humanos. Si bien existen algunos estudios acerca de la prevalencia de ciertos parásitos con potencial de ser transmitidos a los humanos en algunas especies de mamíferos invasores y nativos (ej. Duque et ál., 2012; Agudelo et ál., 2010), aún falta evaluar la prevalencia de muchos otros parásitos vitales para la salud humana, y la relación entre la presencia o abundancia de fauna silvestre y la epidemiología de estas enfermedades en humanos y fauna doméstica.

En la primera mitad del siglo XX se presentaron muchos registros, resultado de las expediciones de colecta realizadas por científicos estadounidenses; sin embargo, el mayor número se obtuvo entre 1976 y 2013, gracias a los muestreos de murciélagos efectuados por el profesor Javier Muñoz y a la intensificación desde 2000 de la colecta

por parte de los miembros del CTUA, junto con los inventarios que las autoridades ambientales llevaron a cabo en varios puntos de la ciudad. Por ello se ha dado un incremento significativo de la información de mamíferos en los últimos 12 años.

Diversidad

Se encontraron 76 especies nativas (62 géneros, 24 familias y 11 órdenes) con distribución confirmada para Medellín y 15 especies con presencia potencial en el municipio. El orden con mayor riqueza fue *Chiroptera* (murciélagos), seguido por *Rodentia*, *Carnivora* y *Didelphimorphia* (marsupiales). Los órdenes restantes tienen entre una y dos especies. La riqueza de especies para Medellín representa un 35% de las especies registradas para Antioquia por Cuartas y Muñoz (2003). Esto muestra el gran potencial de la ciudad en términos de conservación de este grupo y de los servicios ecosistémicos que tan diverso ensamblaje puede estar prestando. Es de resaltar la riqueza de carnívoros de Medellín, que incluye al puma (*Puma concolor*), el segundo felino más grande del país, registrado mediante observación de una excreta en el corregimiento de Altavista, dato respaldado por registros recientes en tres localidades de municipios vecinos a Medellín. Un mayor número de especies se presenta hacia las laderas del valle, lo que refleja el mejor estado de conservación de los hábitats allí presentes.

El número acumulado de especies indica que todavía puede haber muchas por registrar en el municipio, lo que concuerda con la amplia lista de

especies potenciales. Los aumentos en el número de especies registradas coinciden con las expediciones norteamericanas, con un incremento casi constante hasta la década de los noventa y desde 2000. El último registro de siete de las especies aquí reportadas tiene más de 50 años y el 35% de las especies no se registra hace 30 años. Esto puede indicar extinciones locales en el contexto cambiante de una ciudad en expansión, pero la confirmación de este fenómeno requiere un muestreo continuo y sistemático, pues la ausencia en registros recientes de estas especies puede ser un artefacto del muestreo. Así, es importante actualizar los inventarios en donde ellas se registraron con el fin de determinar si todavía están presentes en el municipio.

Hay registradas 56 especies de mamíferos foráneos, 45 de ellos son exóticos y están mantenidos en cautiverio en el Zoológico Santa Fe, tres son especies de roedores invasores y ocho son mamíferos domésticos. Dos de estas especies, el perro (*Canis lupus familiaris*) y el gato (*Felis catus*), pueden convertirse en especies invasoras (Ramírez-Cháves et ál., 2011). De otro lado, no hay estimaciones del número total de perros y gatos en la ciudad, debido a la dificultad que presenta el censo de animales callejeros; sin embargo, según la Encuesta de Calidad de Vida (Departamento Administrativo de Planeación, 2012), hay 187.812 perros y 59.711 gatos tenidos como mascotas. La mayor cantidad de estos perros y gatos está en la zona urbana, con 170.020 y 55.789, respectivamente; sin embargo, también hay una cantidad

significativa en los corregimientos: 17.792 perros y 3.922 gatos. Su número puede ser mayor si se tienen en cuenta los animales callejeros o ferales.

Conviene destacar que el Programa de Bienestar Animal de la Secretaría del Medio Ambiente ha hecho una gestión valiosa en los últimos años, rescatando a más de 9.000 animales y atendiendo, en el Centro de Bienestar “La Perla”, a más de 30.000. Ha llegado, con campañas de sensibilización, a más de 450.000 personas; sin embargo, el mayor reto en este tema es la sensibilización sobre tenencia responsable de animales, con el fin de disminuir el maltrato y el abandono de gatos y perros, los cuales pueden convertirse en una amenaza para la biodiversidad nativa (ej. Kays y DeWan, 2004; Mitchell y Banks, 2005).

Amenaza y endemismos

Se registraron cinco especies amenazadas mundialmente según la UICN. De estas, el tití gris (*Saguinus leucopus*) está categorizada como En Peligro (Morales-Jiménez et ál., 2008), con registros en la Universidad de Antioquia y los barrios Robledo y El Poblado. Cuatro especies están categorizadas como Vulnerables: el tigrillo lanudo u oncilla (*Leopardus tigrinus*) y el mico de noche (*Aotus lemurinus*), registrados en el corregimiento de Santa Elena; y el venado de páramo (*Mazama rufina*) y la guagua loba (*Dinomys branickii*) con registros en los bosques de las laderas occidentales de Medellín (De Oliveira et ál., 2008; Lizcano y Álvarez, 2008; Morales y Torres, 2008; Tirira et ál., 2008a). Adicionalmente, la guagua

de montaña (*Cuniculus taczanowskii*; Tirira et ál., 2008b) y el murciélago de hombros amarillos (*Sturnira aratathomasi*; Pacheco et ál., 2008) están categorizados como Casi Amenazadas; y el armadillo coiletrapo (*Cabassous centralis*; Superina y Abba, 2010) y el cusumbo de montaña (*Nasuella olivacea*; Reid y Helgen, 2008) tienen Datos Deficientes. Por otra parte, una especie endémica de ratón (*Nephelomys pectoralis*) no ha sido evaluada. El puma (*Puma concolor*) está categorizado como Casi Amenazado para Colombia, según el *Libro Rojo de Mamíferos* (Jorgenson et ál., 2006). En una revisión reciente del estado de conservación de la especie, se identificó que las poblaciones de Suramérica —occidente de los Andes— se encuentran extintas, amenazadas o con poblaciones reducidas (Laúndré y Hernández, 2010). Muchas de estas especies pueden estar más amenazadas a nivel local que lo que indican sus categorías nacionales y mundiales, debido a las grandes transformaciones de los hábitats y a la alta densidad humana. De otro lado, se registraron ocho especies con distribución restringida a Colombia: cinco roedores, un primate, una musaraña y un marsupial. De estas, la musaraña colombiana (*Cryptotis colombiana*) es la que menor distribución presenta (i.e. Antioquia y Caldas; Woodman, 2008).

Debido a la falta de información sobre la distribución o abundancia de la mayoría de las especies presentes en Medellín, es difícil determinar su vulnerabilidad y/o las principales amenazas en el municipio o la región. Sin embargo, la mayor

amenaza, probablemente, proviene de la pérdida y fragmentación de sus hábitats, producto de la urbanización u otros cambios en el uso del suelo. Otra amenaza importante son las carreteras, ya que no solo contribuyen al aislamiento de las poblaciones de especies, disminuyendo su viabilidad a largo plazo (Coffin, 2007), sino que son una fuente de mortalidad por atropellamiento (ej. Delgado, 2007b). Otras amenazas son la cacería de algunas especies, como la guagua de montaña (*Cuniculus taczanowskii*) o la guagua colona (*Dinomys branickii*), por parte de la comunidad de ciertas zonas, y la interacción negativa entre animales domésticos y mamíferos silvestres, como la depredación de pequeños mamíferos por parte de los gatos (Kays y DeWan, 2004).

Uso

El principal uso directo de los mamíferos silvestres en el territorio de Medellín es como fuente de alimento. Al menos diez especies son cazadas por las comunidades campesinas para consumir su carne. Existe también un uso medicinal de los armadillos porque su sangre, según la medicina popular, cura el asma.

Grupos funcionales y servicios ecosistémicos

El ensamblaje de mamíferos de Medellín presenta una diversidad funcional alta, con un rango amplio de tamaños, dietas y periodos de actividad. Esta diversidad se refleja, probablemente, en una buena resiliencia y en una prestación de un rango amplio de servicios ecosistémicos (Díaz et ál., 2007). El análisis de rasgos funcionales arroja una

clasificación de seis grupos de mamíferos determinados, principalmente, por su dieta y tamaño. El primer grupo lo componen los carnívoros de mayor tamaño junto a una especie de chucha especializada en depredar animales acuáticos. Este es el grupo que, probablemente, tenga mayor impacto en el control de poblaciones de otros vertebrados. Otro grupo está compuesto por los herbívoros de tamaño variable (arbóreos y terrestres) que estarían funcionando como dispersores y depredadores de semillas medianas y grandes. Otro grupo está representado por los roedores pequeños. Aunque este puede estar teniendo roles importantes en varios procesos (como depredación y dispersión de semillas y control de poblaciones de invertebrados), debido al poco conocimiento sobre su dieta y hábitos no se logró mayor resolución. Es de resaltar que hay dos grupos de murciélagos: los insectívoros pequeños, que cumplirían un rol clave en el control de algunas poblaciones de insectos, y los frugívoros y nectarívoros (con un subgrupo que se alimenta principalmente de vertebrados, el vampiro común y el murciélago pescador) que, en su mayoría, cumplen un rol estratégico como dispersores de semillas a mediana y larga distancia y como polinizadores para una gran variedad de plantas. Mayor información de la historia natural y de vida de estas especies, probablemente arroje una resolución mejor que ayude a determinar de manera más clara el papel de diferentes grupos de especies en el funcionamiento de los ecosistemas y sus servicios asociados. Dado que esta información no está disponible, es difícil lograr clasificaciones e interpretaciones de mayor resolución.



Anfibios y reptiles³

Información

Para anfibios y reptiles, se encontraron registros directos de las colecciones biológicas o de bases de datos unificadas, como Herpnet y el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB), que contienen información de las siguientes colecciones: Academia Californiana de Ciencias; Museo de Vertebrados, Universidad de Cornell; Instituto de Biodiversidad, Universidad de Kansas; Museo de Historia Natural del Estado de Los Angeles; Museo de Zoología Comparada, Universidad de Harvard; Museo de Zoología de Vertebrados, Universidad de California; Museo de Historia Natural de los Estados Unidos, Instituto Smithsonian; Colección de Herpetología, Universidad de Texas en El Paso;

Museo Americano de Historia Natural; e Instituto Butantan São Paulo (IBSP).

Se encontraron 2.167 registros de museo para el Valle de Aburrá. La mayoría de los datos provienen de los municipios de Medellín (>50%=1.144), Bello (16%=341) y Caldas (11%=234). En Medellín, las instituciones que custodian la mayor cantidad de registros (87%) son Museo de Herpetología de la Universidad de Antioquia (MHUA), Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (CSJ) y Serpentario de la Universidad de Antioquia (SUA). Los registros restantes (13%) provienen del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), el Instituto Humboldt y cerca de ocho colecciones internacionales.

Dentro de las publicaciones locales se encuentran *Anfibios y reptiles del Valle de Aburrá* (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad de Antioquia, 2006), guía en la que se registran 21 especies de anfibios y 23 de reptiles para este valle (11 y 17, respectivamente, en Medellín); y un trabajo sobre el efecto del mercurio en el desarrollo de los huevos de una población de *Dendropsophus bogerti* (especie de rana endémica de Antioquia) en Medellín (Muñoz y Palacio, 2010). Adicionalmente, tres estudios realizados por el Grupo Herpetológico de Antioquia que están relacionados con la historia de vida de la lagartija *Anolis mariarum* (i.e. Bock et ál, 2009; 2010; Rubio et ál., 2011). Se encontró también el primer reporte

³ Juan Pablo Hurtado Gómez, Grupo Herpetológico de Antioquia.

ESPECIE	TIPO	LOCALIDAD	AUTOR
<i>Rhinella ruizi</i>	Paratipo	Medellín, probablemente, Serranía de las Baldías	Grant, 1999
<i>Colostethus thorntoni</i>	Paratipo	Medellín, cerca de Santa Bárbara	Cochran y Goin, 1970
<i>Dendropsophus bogerti</i>	Paratipo	Medellín	Cochran y Goin, 1970
<i>Pristimantis paisa</i>	Holotipo y Paratipos	Cerro Padre Amaya	Lynch y Ardila, 1999
<i>Pristimantis phragmipleuron</i>	Holotipo y Paratipos	Cerro Pan de Azúcar	Rivero y Serna, 1988
<i>Ptychoglossus danieli</i>	Paratipo	San Antonio de Prado	Harris, 1994
<i>Mastigodryas danieli</i>	Holotipo	Medellín	Amaral, 1931

Tabla 6. Especies de anfibios y reptiles que fueron descritas con localidad típica Medellín

oficial para Medellín de la lagartija o salamandrea introducida *Lepidodactylus lugubris* (i.e. Rubio et ál., 2012). Los estudios restantes son trabajos taxonómicos que incluyen especies y/o registros de especímenes de Medellín, algunos de estos describen especies cuya localidad típica es esta ciudad (Tabla 6).

De los 1.144 registros encontrados para Medellín, 608 no pudieron ser georreferenciados ya que no tenían la información suficiente o estaba errada. De alrededor de 60 veredas que se encuentran en el municipio de Medellín, solo fue posible asociar información a 20 de ellas, y de cerca de 480 barrios, únicamente se encontró información específica de 19, aunque es probable que muchas de las localidades encontradas en los catálogos, con coordenadas, pertenezcan a varios de los barrios que no están registrados. Por otra parte, muchos de ellos se encuentran casi completamente urbanizados, sin zonas verdes y/o cuerpos de agua, lo que disminuye la probabilidad de presencia de especies.

Uno de los grupos que presenta mayores complicaciones taxonómicas es la familia *Strabomantidae*, con una alta diversidad (cerca de 200 especies para Colombia, según Frost, 2013) y una morfología muy homogénea que hacen complicada su determinación y depuración taxonómica. Esto se refleja en una gran cantidad de registros en las colecciones determinados solo hasta género (ej. *Pristimantis* sp.). En particular para Medellín, se encuentran *P. taeniatus* y *P. paisa*, especies con morfología muy similar y que pueden estar en simpatria, lo que dificulta la identificación (Lynch y Ardila, 1999). Igualmente, en reptiles no son claras las diferencias de algunas especies como *Mastigodryas boddaerti* y *M. danieli* (Uetz, 2013).

Adicionalmente a lo anterior, se encontraron especies de amplia distribución (a ambos lados de los Andes, o en las tierras altas de los Andes, en las tres cordilleras) como *Rhinella marina*, *R. margaritifera*, *Hypsiboas crepitans*, *Hypsiboas pugnax*, *P. taeniatus*, *P. w-nigrum*, entre otras; y reptiles como *Anolis auratus*, *A. heterodermus*, *Cercosaura ver-*

tebralis, *C. argulus*, *Mabuya unimarginata*, *Leptodeira septentrionalis*, *Erythrolamprus epinephelus*, *E. bizonus*, *Lampropeltis triangulum*, *Bothriechis schlegelii*, entre otras. Para varias de estas especies existe evidencia, principalmente genética, que indica que lo que se conoce con cada nombre realmente es más de una especie (ej. *P. taeniatatus*, Pinto et ál., 2012; *Leptodeira septentrionalis*, Daza et ál., 2009; *Bothriechis schlegelii*, Wüster et ál., 2002). Así, es necesario realizar revisiones taxonómicas y ampliar el muestreo de estos grupos, utilizando evidencia molecular, morfológica y ecológica para tener claridad sobre la fauna que se encuentra en el municipio, que probablemente sea más de la registrada.

Igualmente se desconoce mucho acerca de la historia natural de las especies de anfibios y reptiles de Medellín. La información está conformada, principalmente, por datos aislados (pocos asociados a muestreos sistemáticos). Solo se encuentra información ecológica proveniente de poblaciones de una especie en la ciudad: estudios de Bock et ál., (2009; 2010) y Rubio et ál., (2011) con la lagartija *Anolis mariarum*, en los que se registran datos de su actividad reproductiva, aspectos morfológicos asociados al clima y tasa de supervivencia. La información ecológica disponible de las restantes especies está constituida por aspectos generales de las descripciones originales o por datos ocasionales de poblaciones lejanas. Un caso particular en el que no hay información recopilada de forma sistemática es el de las lagartijas de casa o salamanquejas (*H. brookii* y *L. lugubris*). Estas

son lagartijas comunes y abundantes en domicilios y, posiblemente, están asociadas al control de plagas (ej. vectores de enfermedades como malaria y dengue); sin embargo, esta asociación es especulativa, porque no se sabe si realmente consumen estos mosquitos, además existen muy pocos registros de estas especies en los museos y no se puede comparar la distribución de los vectores con la de las lagartijas.

En las últimas décadas se presentó la mayor cantidad de colecciones y especies registradas. Esto se puede asociar directamente con la dinámica y aparición en el tiempo de los grupos de investigación y museos. Debido a que los datos no provienen de un muestreo sistemático (con esfuerzos estandarizados), no fue posible realizar una curva de acumulación de especies; sin embargo, se graficó el número de especies acumuladas para cada década y, como resultado, se observa un aumento gradual en el número de registradas, con un crecimiento continuo y proporcionado. Esto sugiere que la diversidad de anfibios y reptiles de Medellín es mucho mayor y que es necesario aumentar el muestreo para tener un conocimiento completo de su herpetofauna.

Diversidad

Se registraron 74 especies para Medellín, 30 anfibios y 44 reptiles. Entre los anfibios, se encontraron 11 familias representando los tres órdenes existentes: *Anura*, con nueve familias (ranas y sapos); *Caudata*, con una familia (salamandras) y *Gymnophiona*, con una familia (cecilias o cule-

bras ciegas); las familias más representadas fueron *Strabomantidae* (8 especies), *Bufo*nidae (4 especies) y *Dendrobatidae* (4 especies). Para reptiles se registraron los órdenes *Serpentes* con cuatro familias (serpientes y culebras) y *Sauria* con ocho (lagartijas y lagartos); las familias con mayor riqueza fueron *Dipsadidae* (16 especies) y *Colubridae* (11 especies), seguidas por *Gymnophthalmidae* (4 especies) y *Dactyloidae* (3 especies).

Las especies reportadas presentan un componente de tierras altas (de la región andina) y un componente de tierras bajas (del Magdalena Medio). La mayoría de las especies de tierras bajas tienen como límite altitudinal superior, la cota altitudinal (+ 1.400 m s.n.m.) de la parte más baja de Medellín. Por otro lado, los patrones de riqueza encontrados concuerdan con otros previamente reportados (ej. Lynch et ál., 1997; Galeano et ál., 2006; Sánchez et ál., 1995; Páez et ál., 2006), en los que también resalta la riqueza de las familias *Strabomantidae*, *Bufo*nidae y *Dendrobatidae* para anfibios, y *Colubridae*, *Dipsadidae*, *Gymnophthalmidae* y *Dactyloidae* para reptiles.

Se identificaron 31 especies foráneas (8 anfibios y 23 reptiles). Se destaca la alta representatividad de grupos como las ranas venenosas (*Dendrobatidae*), boas (*Boidae*) y tortugas (*Testudinata*), lo que se debe al atractivo que tienen las especies de estos grupos como mascotas. Se incluyen como especies foráneas aquellas que se encuentran en la ciudad, pero que no son silvestres en ella, y que pueden estar en Medellín por tráfico ilegal, como mascotas

o como animales de exhibición en parques y zoológicos. Adicionalmente, estos grupos concuerdan con las mayores categorías de amenaza. Esto está relacionado con las altas tasas de sobreexplotación y tráfico sobre las poblaciones naturales y con las presiones por destrucción del hábitat.

Por otro lado, hay dos especies introducidas de la familia *Gekkonidae*: *Hemidactylus brookii* y *Lepidodactylus lugubris*, las cuales probablemente llegaron a Colombia por el Pacífico, entre los siglos XVI y XIX, en barcos de carga procedentes de África (Daza et ál., 2012). Hasta la fecha, no se tiene evidencia de que estas hayan desplazado a especies nativas, sin embargo, es muy probable que compitan con otras que, con frecuencia, se encuentran en domicilios, como *Gonatodes albogularis*.

Amenaza y endemismo

Se registran cinco especies de anfibios amenazados y ninguna de reptiles, con base en la Lista Roja de la UICN, 2013. Se encontró solo la rana *Pristimantis phragmipleuron* como amenazada, según los libros rojos nacionales (Rueda et ál., 2004; Castaño, 2002) y, según la Resolución 383 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, está en la categoría de Peligro Crítico (CR).

Las demás especies categorizadas por la UICN (2013) son *Centrolene savagei* (VU), *Andinobates opistomelas* (VU), *Hypodactylus latens* (EN) y *P. dorsopictus* (EN). Las últimas tres están en estas categorías debido a su pequeña distribución,

siendo muy susceptibles a alteraciones de su hábitat (UICN, 2013). La ausencia de estas especies, en las categorías de los libros rojos y del MADS, sugiere que es necesaria la actualización de los listados en los que se basan las leyes, porque es claro que no están dando una cobertura apropiada a las especies ya reconocidas como amenazadas. En el caso de los reptiles, a pesar de que recientemente (octubre de 2013) se hizo una categorización para las especies de Colombia a partir de una iniciativa llevada a cabo con dineros internacionales (UICN) y con investigadores nacionales, los resultados aún no se encuentran publicados. Tales situaciones reflejan el desconocimiento y falta de iniciativa de las autoridades ambientales para la protección de estos grupos animales. Así se están omitiendo efectos negativos conocidos (en el caso de los anfibios) y muy probables (en el caso de los reptiles, al no estar categorizados) que podrían llevar a tomar medidas de protección.

Por otra parte, se encontraron tres especies consideradas como prioritarias para la conservación en el Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Simap): *Pristimantis phragmipleuron*, *Rhinella ruizi* y *Ptychochoclossus danielii*. Sin embargo, no se conocen acciones que se estén llevando a cabo actualmente para su conservación.

Uso

Para los anfibios y reptiles, además del uso académico, en Medellín solo se ha registrado su utili-

zación para manufactura de artículos suntuarios o como mascotas, la mayoría de las veces con especies foráneas. No se registraron especies con alguna utilidad ritual o con algún otro uso asociado con las comunidades no urbanas. La mayor cantidad de especies puede incluirse en la categoría de mascotas, siendo las tortugas (*Testudinata*), las ranas venenosas (*Dendrobatidae*) y las boas (*Boidae*), las que son usadas con mayor frecuencia para este fin (Rueda et ál., 2004; Morales et ál., 2012; Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Entre las especies que son traficadas como alimento y materia prima, se encuentran principalmente las tortugas y los caimanes y cocodrilos (*Crocodylia*) (Castaño, 2002; Morales et ál., 2012). Las pieles y caparazones son utilizados para elaborar artículos como bolsos, correas, botas y otros de uso decorativo. Por otro lado, el consumo de carne de anfibios y reptiles en Medellín no es muy común y tal vez se encuentra asociado a inmigrantes de algunas regiones donde sí es frecuente.

La serpiente cascabel (*Crotalus durissus*) es un caso particular de uso: con frecuencia es decomisada a los comerciantes denominados “culebreros”, que la utilizan para hacer demostraciones y vender su espectáculo y/o sus productos. Al parecer, estos eventos ya no son comunes en Medellín y están relacionados con culebreros que pasan por la ciudad durante su viaje hacia otra región. Los anfibios y reptiles son también utilizados para la recreación y educación, en espacios como el Parque Zoológico Santa Fe y el Parque Explora.

Grupos funcionales y servicios ecosistémicos

Las especies dominantes, según el tipo de hábitat utilizado, son las que usan principalmente el suelo, seguidas por las arbustivas, las arborícolas y las semifosoriales. Esto puede asociarse con los efectos de las intervenciones o cambios en las estructuras de los hábitats, con la posible pérdida o disminución de las poblaciones de las especies. En general, la relación entre la modificación del hábitat y la tolerancia es negativa (Harris y Pimm, 2004). Es común que las especies que ocupan el suelo vivan en áreas donde hay una buena cobertura vegetal y el suelo está cubierto por hojarasca; allí se encuentran muchos invertebrados que son una de las principales fuentes de alimento de anfibios y reptiles (Vitt y Caldwell 1994, 2009) y, al parecer, el uso de este recurso está asociado a las especies más pequeñas. Por otro lado, la utilización de estratos más altos, como árboles y arbustos, puede estar relacionada con la comunicación, pues algunas usan señales auditivas (cantos en las ranas) o visuales (despliegues en lagartijas del género *Anolis*) y, en las partes más altas, el canto puede tener un mayor alcance o la señal una mayor visibilidad (Vitt y Caldwell, 2009). La relación de algunas especies más grandes con las partes altas del bosque puede estar asociada al tipo de presas que consumen, las cuales con frecuencia incluyen aves, algunos mamíferos, ranas y lagartijas.

En cuanto a los periodos de actividad, la mayoría son nocturnas, mientras que las especies diurnas se presentan en menor cantidad. Además, hay

especies que son fosoriales y otras para las que se desconocen las horas de mayor actividad. Este rasgo está asociado a muchos aspectos de historia de vida de las especies como su comportamiento, termorregulación, tipo de presa que consumen y hábitats que utilizan. Por otro lado, el tipo de reproducción es importante porque permite inferir aspectos como tolerancia a la desecación y probabilidad de supervivencia de las poblaciones. Para anfibios, se codificó si las especies tienen desarrollo directo o indirecto, ya que los casos de viviparismo y ovoviviparismo son escasos y, para Medellín, solo se da en las cecilias (*Gymnophiona*), presentándose casi igual cantidad de especies con desarrollo directo e indirecto⁴.

Todos los reptiles tienen desarrollo directo y la variación en la biología reproductiva se codificó teniendo en cuenta si los huevos son depositados en el medio ambiente, sin ser retenidos por las madres, o si hay desarrollo ligado a la madre o viviparismo. Los resultados indican que es más frecuente que las especies sean ovíparas, seguidas por aquellas ovovivíparas y por muy pocas vivíparas. Esto está asociado a la probabilidad de supervivencia de los embriones: los ovíparos están más expuestos a factores de riesgo y los ovovivíparos y vivíparos pueden estar menos expuestos a las

⁴ El tipo de desarrollo se encuentra asociado a la vulnerabilidad de las especies ante depredadores introducidos o contaminación de los cuerpos de agua. Las especies con desarrollo indirecto son más vulnerables, ya que, como los renacuajos, son de vida libre y viven en el agua, están expuestas a los factores antes mencionados, con tasas de mortandad por contaminación y/o depredación tan altas, que llevan a declives poblacionales (Lips et ál., 2005). Por su parte, las que tienen desarrollo directo están expuestas a un solo ambiente y, por lo tanto, a menores riesgos.

presiones mencionadas (Vitt y Caldwell, 2009). Por otra parte, en general, en anfibios y reptiles, las hembras tienden a ser más grandes que los machos, lo que tiene que ver con la biomasa que aporta cada especie dentro del ecosistema. Teniendo en cuenta esto, se pueden hacer extrapolaciones de forma cualitativa a sus aportes en la cadena trófica (Whiles et ál., 2006; Lips et ál., 2005; Vitt y Caldwell, 2009).

En general, los investigadores tienen un conocimiento muy “intuitivo” sobre los servicios ecosistémicos, identificando principalmente los relacionados con el equilibrio y regulación de los ecosistemas, como el control de plagas. Consideran que la principal amenaza a la herpetofauna local es la modificación de los hábitats, principalmente causada por la contaminación y la urbanización. Por otra parte, en general, los investigadores no conocen la PNGIBSE o las políticas relacionadas con el manejo de fauna en la ciudad, además de que reconocen que uno de los problemas más grandes para el manejo de la biodiversidad es el desconocimiento de diferentes aspectos de ella a nivel urbano (ej. ecología urbana o historia de la fauna en la ciudad), y que el problema para llenar estos vacíos está asociado a la falta de interés por tales temas, tanto del mundo académico como de los entes reguladores. A esto, se suma la dificultad para conseguir permisos de estudio en Medellín.



Insectos⁵

Información

Se encontraron 12.305 registros para el Valle de Aburrá (35.441 especímenes), el 97% de ellos proviene de museos (CEUA: >50%;). Algunos de los trabajos taxonómicos de los cuales se obtuvieron registros son Arigony (1978), Cardona-Duque et ál. (2010), Grisales et ál. (2012), Cardona-Duque y Franz (2012), Vítolo (2004), Montoya et ál. (2012), Giraldo et ál. (2013), Ospina et ál. (2003), Toro y Ortega (2006), Vergara Navarro et ál. (2007), Martínez (2005), entre otros. Los libros y álbumes de difusión revisados, en los cuales se incluyen especies de insectos, son *Mariposas representativas del Valle de Aburrá* (Arango Echeverri y Salgado Osorio, 2012); *Área silvestre, un recorrido con las especies del Valle de Aburrá* (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010); *Álbum ambiental de Yarumalito* (Alcaldía de Medellín, 2009b); y *Siente el Valle de Aburrá* (Agudelo et ál, 2010).

5 Juliana Cardona Duque, Grupo de Entomología Universidad de Antioquia

Se utilizaron 4.903 registros de un total de 5.928 provenientes de Medellín (906 UTO), pues los restantes 1.025 registros no tenían fecha de colecta. Durante la primera mitad del siglo XX, las colectas en Medellín fueron muy pocas (24 registros hasta 1950) y en la segunda mitad del siglo se observó mayor número de registros con incrementos constantes a partir de la década de los ochenta. El pico se da entre 2000 y 2009 (2.591 registros). El incremento de los últimos años se debe a la creación del Laboratorio de Colecciones Entomológicas de la Universidad de Antioquia, que comenzó sus colecciones en la década de los ochenta y fue creciendo con las salidas de campo de trabajos de grado y con los cursos de entomología general. Los registros de 1900 a 1980 están depositados principalmente en Museo Entomológico Francisco Luís Gallego (ME-FLG), Instituto Tecnológico Metropolitano (CSJ) y Museo Entomológico de Piedras Blancas (MEPB). Se puede inferir que el número de registros para 2019 va a ser mucho mayor al de la década pasada, pues entre 2010 y 2012 ya alcanza los 1.561.

Por su parte, el número de UTO's presentó una tendencia similar, con el mayor número de taxones entre 2000 y 2009. El número acumulado de unidades taxonómicas operativas ha crecido de manera casi exponencial desde principios de los ochenta; hasta ahora la curva no se ha estabilizado y es poco probable que se estabilice, por lo tanto, estamos lejos de conocer la entomofauna que habita en el municipio de Medellín.

Una muestra de los enormes déficits de información en este grupo es que algunas de las especies

fuertemente asociadas con ambientes antrópicos y ampliamente distribuidas, como la cucaracha común (*Periplaneta americana*) y la abeja melífera (*Apis mellifera*) no son comúnmente colectadas por entomólogos y no fue posible espacializar su distribución real en Medellín. Aunque se tienen 63 registros de la familia *Apidae* (*Hymenoptera*), el grado de resolución taxonómica no permite establecer si se trata de la abeja melífera.

El mayor número de registros en el Valle de Aburrá está concentrado hacia el área centro-oriental de Medellín; hacia el occidente (corregimientos de San Cristóbal, San Sebastián de Palmitas, Altavista y San Antonio de Prado) el número de registros es menor. En San Sebastián de Palmitas, solo 337 registros, 328 de una misma localidad y exclusivamente de hormigas y mariposas, en la línea base del proyecto Más Bosques para Medellín (Ríos, 2012; Sánchez-Rodríguez, 2012), y 9 registros del MEFLG sin localidad específica.

De 12.306 registros para el Valle de Aburrá, 3.019 (24,5%) carecían de información específica sobre la localidad de colecta que permitiera asignar una coordenada y 4.504 (36,6%) no tenían georreferencia (para estos sí fue posible asignar coordenadas). De 1.346 UTO para Medellín, solo 834 tenían información de geoposición o de localidad que permitiera asignar coordenadas al registro.

Los grupos más frecuentemente colectados son los hiperdiversos: *Lepidóptera* (polillas y mariposas), *Coleóptera* (escarabajos), *Díptera* (moscas y mosquitos) e *Himenóptera* (abejas, avispas

y hormigas); generalmente son estos grupos los que reciben mayor atención de los taxónomos. En contraste, otros grupos que pasan la mayor parte del ciclo de vida en ambientes acuáticos (ej. *Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera*) están subrepresentados, debido a que la mayoría de las colecciones visitadas tienen una tendencia a coleccionar insectos terrestres. Sin embargo, estos grupos de insectos pertenecen a los denominados "macroinvertebrados acuáticos", que en muchos casos son herramientas eficaces para evaluar la calidad del agua de una cuenca (Giacometti y Bersosa, 2006).

De otro lado, la mayoría de los especímenes depositados en Colección de Entomología Universidad de Antioquia (CEUA) son dípteros, lo que se debe a la especialización de los investigadores y a los métodos de colecta que se usan. Igualmente, la mayoría de los especímenes de MEPB corresponde a los órdenes *Hymenoptera* y *Lepidoptera*, principalmente porque el Museo está ligado a un mariposario y gran parte de la investigación está destinada a la cría de mariposas y a la descripción de los ciclos de vida de las especies (muchos *Hymenoptera* corresponden a avispas parasitoides de las mariposas).

La información de rangos de distribución geográfica no estaba disponible. Para la mayoría, los criterios para definir grados de amenaza no aplican y, en algunos casos, tampoco fue posible rescatar la información de microhábitat, número de generaciones por año, rango de elevación y tamaño corporal.

Los trabajos que estudian algún aspecto de la historia natural de las especies están relacionados principalmente con las que tienen importancia forense (*Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae* y *Mucidae*) (ej. Pérez et ál., 2005; Vélez y Wolff, 2008; Wolff et ál., 2001; Wolff et ál., 2004). También hay estudios de ciclos de vida de mariposas (ej. Duque Vélez et ál., 2011), y el insectario y mariposario del Parque Ecológico Piedras Blancas cría especies de mariposas haciendo un seguimiento completo al ciclo de vida y a particularidades de su historia natural (Vélez et ál., 2008). Hay algunos trabajos que mencionan aspectos de interacción con otros organismos (ej. plantas-polinizadores: Cardona-Duque y Tuberquia, 2008; Cardona-Duque y Franz, 2012), por ejemplo, los que han estudiado la interacción desde el comportamiento (ej. ratones-cucarrones ambliopininos: Delgado-V., 2004; Sánchez-Giraldo, 2006).

Diversidad

Se encontraron 1.751 unidades taxonómicas operativas (25 órdenes) para el Valle de Aburrá, la mayoría de las cuales son mariposas (*Lepidoptera*: 504 UTO), seguidas de escarabajos (*Coleoptera*: 390 UTO), abejas, avispas y hormigas (*Hymenoptera*: 275 UTO), y moscas y mosquitos (*Diptera*: 210 UTO). Para Medellín, se encontraron 1.346 UTO (25 órdenes), la mayoría de las cuales fueron escarabajos (*Coleoptera*: 343 UTO), seguidos de mariposas (*Lepidoptera*: 334 UTO), luego abejas, avispas y hormigas (*Hymenoptera*: 229 UTO), y moscas y mosquitos (*Diptera*: 125 UTO).

Se registró *Urania fulgens* (Walker) (Lepidoptera: Uraniidae), una especie de polilla diurna migratoria, que ha sido reportada en varios países neotropicales, entre febrero y septiembre (Williams, 1930; Skutch, 1970; Calhoun, 2001). Además, se registraron otras especies migratorias (Bermúdez Rivas, 2009) del Orden Lepidoptera: *Urbanus proteus* (Linnaeus, 1758) (Hesperiidae); *Phoebis philea* (Linnaeus, 1763) (Pieridae); *Danaus gilippus* (Cramer, 1775) (Nymphalidae); *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758) (Nymphalidae); *Dione junio* (Cramer, 1779) (Nymphalidae); *Dryas iulia* (Fabricius, 1775) (Nymphalidae); *Vanessa virginiensis* (Drury, 1773) (Nymphalidae); *Papilio polixenes* (Fabricius, 1775) (Papilionidae); y la polilla *Agrius cingulata* (Fabricius, 1775).

Es posible que el número de unidades taxonómicas para Medellín sea mucho mayor al encontrado hasta el momento, no solo por la diversidad general del grupo de organismos y la falta de colecta en varios puntos de la ciudad, sino por la baja resolución taxonómica que se presenta para la mayoría de los especímenes que están depositados en las colecciones y que en muchos casos no llega a género.

En lo que respecta a especies foráneas, en general para insectos, no son muchas las que se han detectado; sin embargo, hay algunas de distribución cosmopolita debido al transporte de productos alimenticios o forestales. Para el caso de *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) y *Sitophilus* sp. (Coleoptera: Curculionidae), su presencia en la ciudad está asociada a la importación de productos como granos, pastas, tabaco, entre otros.

Amenaza y endemismo

Para insectos no se encontró ninguna especie en alguna categoría de amenaza, sin embargo, se hallaron especies descritas de Medellín cuyos ejemplares tipo están depositados en colecciones locales. Estos ejemplares son referencias únicas en el mundo y patrimonio de la humanidad. Algunas de esas especies son *Euryomma cornuatum* (Grisales, Wolff y Carvalho, 2012), *Euryomma tahami* (Grisales, Wolff y Carvalho, 2012) (Diptera: Faniidae) y *Azotocitla tuberquai* (Cardona-Duque y Franz, 2012) (Coleoptera: Curculionidae). *Euryomma cornuatum* y *E. tahami* solo se conocen de Medellín. Además hay registros de escarabajos asociados a inflorescencias de *Cyclanthaceae*, que incluyen especies y géneros que no han sido descritos (Cardona-Duque y Tuberquia, 2008). De otro lado, el Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia propone que la mariposa *Morpho sulkowskyi* (aunque no está en una categoría de amenaza) debería ser incorporada en programas de investigación, uso y conservación de insectos (Amat-García et ál., 2007).

Usos

Se encontraron nueve especies a las cuales se da un uso local en el Valle de Aburrá: tres Piéridos, *Leptophobia aripa*, *Eurema xanthochlora*, *Phoebis philea* (Lepidoptera: Pieridae), y tres Ninfálidos, *Dryas iulia*, *Danaus plexipus* y *Heliconius charitonius* (Lepidoptera: Nymphalidae). Estas mariposas se crían y posteriormente son liberadas en eventos sociales. En Medellín existen varias empresas que ofrecen este servicio y en algunas ocasiones las dis-

tribuyen a otras ciudades del país. Otras especies que son utilizadas en Medellín para estos eventos son *Ascia monuste*, *Heliconius charitonius* y *Dryadula phaetusa* de las cuales no se obtuvo ningún registro para el Valle de Aburrá. De otro lado, se utilizan grupos de insectos de importancia forense, como *Calliphoridae*, *Muscidae*, *Sarcophagidae* (*Diptera*), *Dermestidae*, *Silphidae*, *Scarabaeidae* y *Cleridae* (*Coleoptera*), para apoyar las investigaciones de Medicina Legal, a través del Grupo de Entomología de la Universidad de Antioquia.

Grupos funcionales y servicios ecosistémicos

Para la asociación entre rasgos funcionales y servicios ecosistémicos, se presentó una mayor relación entre dietas y microhábitat con los servicios específicos. Existen varios grupos de insectos en Medellín que tienen funciones ecológicas asociadas a condiciones específicas de los rasgos funcionales y, a su vez, una relación con el servicio ecosistémico.

De los 12 servicios planteados en la PGIBSE Medellín (ver capítulo 4. "Los ecosistemas y sus servicios: base del bienestar humano"), los insectos presentes en el Valle de Aburrá proveen siete de manera directa e indirecta. Dichos servicios son conservación de hábitats para la diversidad biológica; mantenimiento de la capacidad productiva del suelo (formación del suelo, control de la erosión y ciclado de nutrientes); control biológico, polinización y dispersión de germoplasma; ocio, recreación y goce estético; regulación climática (almacenamiento de carbono en biomasa aérea); captación de material

particulado del aire; y provisión de alimentos. Algunos de los grupos de insectos asociados a los servicios a través de las características funcionales, se encuentran en la **Tabla 7**.



Plantas⁶

Información

Se encontraron cerca de 8.200 registros de colecciones para Medellín, de los cuales se obtuvieron 7.512 homologando nombres científicos, tipo de registro, fecha de colección, grupo, procedencia, latitud, longitud, localidad y corregimiento. La mayoría de los datos provienen del proyecto Flora de Antioquia, el cual reúne información de diferentes herbarios a nivel mundial. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta registros de colecciones del Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA) y el Herbario del Jardín Botánico de Medellín (JAUM).

⁶ Álvaro Idárraga Piedrahita, Grupo Estudios Botánicos Universidad de Antioquia Zorayda Restrepo Correa, Grupo Servicios Ecosistémicos y Cambio Climático, Jardín Botánico de Medellín Esteban Álvarez Dávila, Grupo Servicios Ecosistémicos y Cambio Climático Jardín Botánico de Medellín

Tabla 7. Relación entre servicios y rasgos funcionales para los insectos en Medellín.

SERVICIO*	RASGO FUNCIONAL	CONDICIÓN	EJEMPLOS PARA MEDELLÍN
Soporte: Mantenimiento de la capacidad productiva del suelo (formación del suelo y ciclado de nutrientes).	Microhábitat	Insectos fosoriales	Termitas (<i>Isoptera</i>); hormigas (<i>Formicidae</i>); escarabajos tigre - larvas (<i>Cicindelinae</i>)
	Dieta	Heces	Escarabajos coprófagos (<i>Scarabaeinae</i>)
	Dieta	Materia vegetal o animal en descomposición	Escarabajos (<i>Cerambycidae</i> : <i>Prioninae</i> , <i>Parandrinae</i> ; <i>Buprestidae</i> ; <i>Passalidae</i>); cucarachas (<i>Blattodea</i>); moscas (<i>Calliphoridae</i> , <i>Muscidae</i> , <i>Sarcophagidae</i> , <i>Faniidae</i> , <i>Neriidae</i>)
Soporte: Control biológico, polinización y dispersión de germoplasma.	Dieta	Artrópodos pequeños	Libélulas (<i>Odonata</i>); moscas (<i>Asilidae</i> , <i>Tachinidae</i>); escarabajos (<i>Carabidae</i> , <i>Lampyridae</i> , <i>Cantharidae</i> , <i>Lycidae</i>); avispas (<i>Scoliidae</i> , <i>Vespidae</i> , <i>Pompiliidae</i>), mantis (<i>Mantodea</i>)
	Dieta	Artrópodos vía parasitismo	Moscas (<i>Tachinidae</i>); avispas (<i>Ichneumonidae</i> , <i>Braconidae</i>)
	Dieta	Polen y néctar	Abejas (<i>Apidae</i>), moscas (<i>Syrphidae</i>), escarabajos nitidúlidos (<i>Nitidulidae</i> , <i>Cucrulionidae</i> : <i>Baridinae</i> , <i>Curculioninae</i>)
	Dieta	Heces	Escarabajos coprófagos (<i>Scarabaeinae</i>)
	Dieta	Hongos vía cultivo	Hormigas atinas (<i>Myrmicinae</i> : <i>Atiini</i>)
Regulación: Regulación climática (almacenamiento de carbono en suelo).	Dieta	Materia vegetal en descomposición	Escarabajos (<i>Cerambycidae</i> : <i>Prioninae</i> , <i>Parandrinae</i> ; <i>Buprestidae</i> ; <i>Alleculidae</i> ; <i>Passalidae</i>)
	Dieta	Madera	Termitas (<i>Isoptera</i>); escarabajos (<i>Cerambycidae</i> : <i>Cerambycinae</i> , <i>Lamiinae</i> ; <i>Buprestidae</i> ; <i>Curculionidae</i>)
Regulación: Captación de material particulado del aire.	Dieta	Polen	Escarabajos (<i>Anthricidae</i> , <i>Buprestidae</i> , <i>Curculionidae</i>); abejas y abejorros (<i>Apidae</i> : <i>Apis spp.</i> , <i>Bombus spp.</i>)
Provisión: Provisión de alimentos.	Dieta	Miel	Abejas y abejorros – larvas (<i>Apidae</i>)

Para los servicios: conservación de hábitats para la diversidad biológica y ocio, recreación y goce estético, no se estableció ningún rasgo funcional, pues la presencia de la biodiversidad misma se considera un rasgo que mantiene la función ecológica que lleva a la prestación del servicio.

* En la tabla se excluyen las subcategorías del servicio que no prestan los insectos directamente.

Además se incluyeron otros registros provenientes de consultorías realizadas en la ciudad. Finalmente se incluyó el inventario de árboles y arbustos de Medellín realizado por el Área Metropolitana (355.000 individuos), excluyendo los registros categorizados como indeterminados, las identificaciones dudosas y las identificaciones genéricas con más de un registro. El total de registros utilizados para el proyecto fue 352.471.

Se realizó, además, una revisión bibliográfica con varios documentos citados en diferentes fuentes acerca de inventarios de flora en Medellín y se incluyeron los datos publicados en *Flora de Antioquia* y los registros provenientes de trabajos de grado de Biología de la Universidad de Antioquia. Algunos de los estudios consultados fueron: Arango (1957), Córdoba y Villegas (1963), Benítez y Márquez (1984), Vélez y Fresneda (1993), Convenio Corantioquia-Unal (1997), Ordenamiento Ambiental Ltda-Corantioquia (1997), Jardín Botánico de Medellín – Asinter Ltda. - Área Metropolitana del Valle de Aburrá (1997), Benítez (1996-1997), Holos Ltda – Natura - Corantioquia, Rodríguez (2001), David (2003), Varón y Morales (2006), Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia-CTA (2009), Corantioquia (2009), Universidad de Antioquia- Jardín Botánico de Missouri (Idárraga et ál., 2011), Alcaldía de Medellín-Universidad de Antioquia (2012) y Alzate et ál. (2012).

Se realizó un análisis del registro de las colecciones agrupadas por décadas y como resultado se notó un incremento del número de colecciones en

los últimos 25 años. Muchos datos depositados en el Jardín Botánico de Missouri (MO) son duplicados de colecciones de los herbarios antioqueños, por lo tanto, fueron muy pocos los registros obtenidos exclusivamente de él. Igual tendencia se observó con los registros del Herbario Nacional Colombiano (COL). Muchas colecciones históricas para el departamento de Antioquia están depositadas en el herbario Medel y en algunos herbarios internacionales.

Hay pocos registros antes de 1920 y fueron hechos en algunas colecciones realizadas por los Hermanos Lasallistas, y entre 1920 y 1930, se tienen registros de colecciones realizadas principalmente por Rafael A. Toro, quien fundó el herbario Medel. Entre 1930 y 1950, el Hno. Daniel (Julián González) efectuó colecciones muy importantes para el departamento, incluyendo el municipio de Medellín, junto con la comunidad de Hermanos del Colegio San José de La Salle en Medellín. Otros botánicos como Lorenzo Uribe, Walter Hodge, Ellsworth Killip y Gabriel Gutiérrez llevaron a cabo varios inventarios de flora en la década de los cuarenta, en el municipio y en el resto del país. En 1958, el Dr. José Cuatrecasas realizó colecciones en Medellín, especialmente hacia el alto del Boquerón (Corregimiento de San Cristóbal) donde hizo muestreos de la vegetación paramuna. Entre 1962 a 1980, Luis Sigifredo Espinal efectuó colecciones en Medellín y Antioquia; en 1969, el botánico indonesio, Djaja D. Soejarto, fundó el Herbario del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia (HUA); y en 1972, se creó el herbario del Jardín Botánico de Medellín

(JAUM). En 1984 y 1985, se dio inicio al proyecto Flora de Antioquia, el cual vincula a numerosos botánicos y estudiantes para estudiar diversas zonas en el departamento y varias áreas en el municipio de Medellín, poco exploradas para la época.

Algo más de 3.000 registros de colecciones depositadas en herbarios tienen poca información o son insuficientes dado que no pueden ser georreferenciados o no cuentan con una localidad precisa. Colecciones históricas, frecuentemente, presentan esta particularidad y, por lo tanto, no fueron incluidas para los análisis de distribución. La transformación rápida del paisaje urbano también hace que la corroboración de datos sea una labor difícil, lo mismo que monitorear y verificar la presencia de algunas especies de bajas frecuencias en Medellín.

Varios textos sobre la vegetación del Valle de Aburrá han sido publicados; sin embargo, aún existe un desconocimiento de la vegetación herbácea nativa e introducida en la ciudad. Muchas especies comunes en antejardines no tienen registros de colección en ninguno de los herbarios locales. Así mismo, muchas especies de flora introducida carecen de identificación en las colecciones depositadas en los herbarios. Más de la mitad de las familias de plantas encontradas en el municipio de Medellín no presentan estudios sobre taxonomía o sistemática, lo que dificulta la identificación correcta de un gran número de colecciones. Adicionalmente, la carencia de taxónomos para la flora local hace que este tipo de investigaciones aún reflejen un conocimiento parcial de ella.

Diversidad

Se registraron 2.603 especies de plantas vasculares para Medellín, representadas en 196 familias y 1.106 géneros. La familia con mayor número de especies fue *Orchidaceae* con 235, siendo muy bien representada en elevaciones medias y altas en el departamento. Sus individuos tienen hábitos herbáceos terrestres o epífitos, ocasionalmente escandentes o trepadores y son muy numerosos al colonizar los hospederos o forofitos. La segunda familia más representativa fue el grupo de las leguminosas (*Fabaceae*), con 172 especies; esta familia siempre es muy diversa en elevaciones bajas e intermedias, es de gran importancia a nivel ornamental y muy diversa en sus formas de vida (árboles, arbustos, trepadoras y hierbas). Las *Asteraceae* o “compuestas” exhibieron un resultado similar, con 170 especies, siendo una familia muy diversa en todos los pisos altitudinales. La familia *Poaceae* (pastos) se encuentra bien representada, con 107 especies exclusivamente del hábito herbáceo y es una de las familias más diversas en todo el gradiente de elevación en el departamento.

Entre las familias con las menores riquezas de especies, 42 presentan una sola, 27 únicamente 2 y, entre 11 y 14 familias, 3 a 5. En los géneros encontrados, *Solanum* presentó el mayor número de especies con 46; elementos de la familia *Orchidaceae*, como *Epidendrum* y *Acronia*, presentaron 43 y 20 especies, respectivamente; al igual la familia *Piperaceae* tiene una alta diversidad en sus géneros *Peperomia* y *Piper* con 34 y 28 especies, respectivamente; el género *Elaphoglossum* (helechos)

presentó 22 especies, con una gran diversidad para el neotrópico, siendo la mayoría de sus especies de hábito epífita. De los 1.106 géneros encontrados, 660 están representados por una sola especie.

Muchas especies de la flora nativa de Medellín provienen de otras áreas del departamento, como Urabá y Bajo Cauca, y fueron usadas como ornamentales, a pesar de ser especies propias de bosques húmedos/muy húmedos tropicales y de zonas de menor elevación. Pocas especies nativas en Colombia, pero introducidas en Antioquia, fueron registradas. En total, 1.948 especies nativas se encontraron en Medellín, representadas en 174 familias de plantas vasculares y 779 géneros. En general, se conserva el mismo patrón de diversidad respecto al resultado global, exceptuando a la familia *Arecaceae* (palmas), la cual presenta muchas especies introducidas.

Fueron catalogadas como especies introducidas aquellas registradas fuera de su distribución natural, que han sido cultivadas o escapadas de cultivos en el departamento de Antioquia. Se registraron 416 especies introducidas para Medellín, siendo la familia *Fabaceae* (leguminosas) la del mayor número de especies (48), seguida por las familias *Asteraceae* y *Arecaceae*, con 40 y 38, respectivamente. A diferencia de las especies nativas, se nota la ausencia de la familia más diversa, *Orchidaceae*, en su mayoría compuesta por especies propias de bosques montanos. De estas especies introducidas nueve son categorizadas como invasoras, representando un factor de impacto am-

biental, económico o de salud pública, y amenazando la diversidad biológica. En el corregimiento de Santa Elena es frecuente encontrarse con el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), considerado como una especie invasora con mayor impacto y agresividad en ecosistemas tropicales. Otra especie muy frecuente, tanto en la zona rural como urbana, es el ojo de poeta (*Thunbergia alata*), de hábito trepador, que invade fácilmente en orillas de vías y caminos, así como en cercos o rejas a nivel urbano.

Amenaza y endemismo

Se registran 77 especies endémicas presentes en el municipio de Medellín, algunas de ellas solo registradas para Antioquia o endémicas de Colombia. La familia *Orchidaceae*, con 30 especies endémicas registradas, es el grupo más representativo: cerca del 40% del endemismo. Esta familia es la más diversa, tanto para el municipio como para el departamento. Otras como *Asteraceae* y *Araceae* presentaron siete y cinco especies endémicas, respectivamente. A pesar de estar bien colectados, la gran diversidad de estos grupos de plantas hace que aún falte mucha claridad taxonómica de sus especies. Para reflejar el estado de amenaza de las plantas de Medellín fueron categorizadas cada una de las especies registradas según la UICN, categoría MADS⁷ y libros rojos de Colombia (Tabla 8).

Debe tenerse en cuenta que especies que han sido categorizadas con algún grado de amenaza pueden ser introducidas, pero sus poblaciones naturales son

⁷ Estados de amenaza determinados bajo la Coordinación del MADS por el Comité Nacional de Categorización.

CATEGORÍA	UICN	MADS	LIBROS ROJOS
CR	5	9	8
DD	2	0	9
EN	6	16	14
EX	1	0	0
LC	38	0	86
LR	1	0	0
LR/LC	9	0	0
LR/NT	3	0	0
NT	3	0	23
VU	21	19	17
EN/CR	0	0	1
EN/VU	0	0	1
TOTAL	89	44	159

Tabla 8. Categorías de amenaza según UICN, Ministerio de Ambiente y libros rojos de Colombia.

las que han sido evaluadas. Un ejemplo de ello es *Araucaria angustifolia*, cuyas poblaciones naturales están En Peligro Crítico, pero para la flora de Medellín es una planta introducida. Se tienen cinco especies En Peligro Crítico (CR), dos de ellas introducidas para Colombia, cultivadas como ornamentales.

Las categorizaciones oficiales del Ministerio de Ambiente, que consignan las especies que presentan algún riesgo de extinción en el territorio nacional, están incluidas en la Resolución número 383, del 23 de febrero de 2010 y se ciñen a los criterios estandarizados de la UICN. Conviene mencionar que mucha de la información presentada en la resolución está consignada en los libros rojos de Colombia, cuyos criterios de categorización se

rigen, a su vez, por los lineamientos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y son complementados con ejercicios regionales, a partir de la guía de las *Directrices* para emplear los criterios de la *Lista Roja de la UICN a nivel nacional y regional, Versión 3.0* (UICN, 2003).

Usos

El uso de las plantas es muy importante en el área urbana y en la rural. Desde el punto de vista alimenticio, una gran cantidad de plantas son utilizadas en la canasta familiar, ya sean especies cultivadas en la región o traídas de regiones cercanas a Medellín. Las verduras, hortalizas y frutas se producen en el municipio y se distribuyen a través de las centrales mayoristas y minoristas para el Valle de Aburrá. Otros pequeños cultivos, como floricultivos o propagación de plantas ornamentales con fines de jardinería y horticultura, también se observan y se distribuyen en plazas de mercado.

En las áreas rurales, especialmente en los corregimientos de Medellín y, ocasionalmente, en el área urbana, se destacan los “conocedores” de plantas y sus usos. Muchos de estos sobanderos, yerbateros, parteras, entre otros, han utilizado las plantas culturalmente para calmar dolores, aliviar enfermos y auxiliar nacimientos, usando “recetas” tradicionales en las que se recomienda utilizar partes de las plantas ingeridas o en infusiones. Según Alcaldía de Medellín-Universidad de Antioquia (2012), más de 302 especies de plantas medicinales han sido reportadas con algún uso por los habitantes de los corregimientos de Medellín.

Otro uso importante de las especies de flora es su valor ornamental, especialmente como un componente valioso, no solo en el ámbito rural sino en el espacio urbano, en bancos de germoplasma. Más de 600 especies de vegetación arbórea o arborescente han sido registradas en el área metropolitana de Medellín. Actualmente existe un gran número de especies nativas de Colombia sembradas en la ciudad por el Jardín Botánico de Medellín. Otro elemento en el uso de la flora es su valor comercial como madera. Para el Valle de Aburrá se han identificado más de 63 especies de maderas comerciales, traídas de otras regiones, principalmente de Urabá y el Bajo Cauca.

Por último y no menos importante, se encuentra el uso académico de varias especies de plantas que han sido utilizadas en numerosas investigaciones, por ejemplo, en programas de conservación, propagación, biología evolutiva, entre otros. Varias investigaciones se han realizado en programas de restauración ecológica, protección de nacimientos de aguas, corredores biológicos y recuperación de áreas altamente intervenidas. Espacios como los herbarios juegan un papel clave al apoyar investigaciones en taxonomía, sistemática, biodiversidad, conservación y ecología de comunidades y poblaciones de especies vegetales.

Servicios ecosistémicos

La contribución potencial de las especies a los servicios ecosistémicos se evaluó mediante la aproximación de rasgos funcionales (Marinidou, 2009). La selección de los rasgos funcionales partió de

la información existente en la ciudad y la revisión de literatura especializada, ya que en Medellín no existen estudios puntuales publicados que permitan asignar los rasgos a nivel de especies para poder evaluar los servicios ecosistémicos. Teniendo en cuenta lo anterior, para cada especie reportada y especializada en Medellín se asignaron seis rasgos funcionales: densidad de la madera, diámetro máximo, altura máxima, sistema de dispersión, sistema de polinización y potencial de captura de material particulado.

El sistema de dispersión se estimó utilizando la información de Correa et ál. (2013) para diferentes géneros de Colombia y se complementó con la base de datos del Grupo de Servicios Ecosistémicos y Cambio Climático (SECC) del Jardín Botánico de Medellín en la línea de investigación en ecología del árbol urbano.

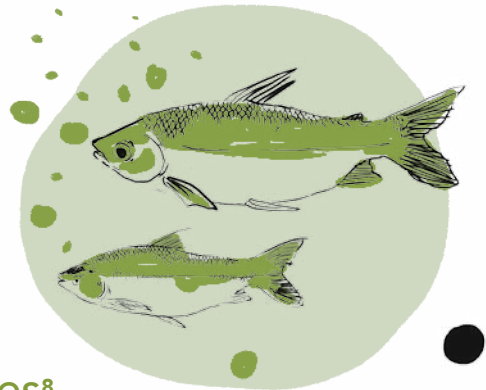
Para conocer los valores del diámetro máximo y altura máxima, se tomaron como referencia los registros reportados para 344 especies, con 2.692 individuos presentes en el campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, más 100 especies de los muestreos tipo RAP, para un total de 394 especies que representan el 53,03% del total de especies, el 15% de los datos de DAP y altura máxima se asignaron con la base datos del grupo Servicios Ecosistémicos y Cambio Climático. El resto de información se procesó mediante el Sistema de Gestión Ambiental (Sigam) de la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, de esta última lamentablemente solo se pudo obtener el

36,53% de los datos totales con DAP asignado. Así mismo, para los muestreos se utilizaron seis bases de datos de muestreos tipo RAP.

La información sobre captura de material particulado por las hojas de los árboles de Medellín se obtuvo del grupo SECC. La densidad de la madera se calculó mediante la base de Zanne et ál. (2009), Global Wood Density. Finalmente, para el sistema de polinización se utilizaron diferentes fuentes, datos publicados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica (Catie, 2010), "Sistemas de dispersión y polinización", base de datos Interaction Web Database (www.neas.uxsb.edi/interactionweb), registros de salidas de campo realizadas por Restrepo, Z. durante los últimos años y se complementó con artículos sobre el tema como Bawa et ál. (1985), Bawa (1990), Mommose et ál. (1998), Charles et ál. (2004), Fernández y Sork (2005), Yamamoto et ál. (2007), entre otros.

Como resultado, se recopiló información de 743 especies (principalmente arbóreas) con rasgos funcionales asignados, 509 especies para el área urbana (Sigam y Unal), 134 exclusivas del Arbo-retum y Palmetum de la Universidad Nacional, las 100 especies más abundantes reportadas en las bases de datos de universidades, herbarios, publicaciones científicas y otras entidades y 100 especies registradas en los RAP para la flora rural. Es importante resaltar que esta información está limitada por la falta de datos con información espacial y el acceso a varios proyectos de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, principalmente del proyecto Más Bosques para Medellín.

Con el fin de conocer la importancia relativa de los individuos en las comunidades y en las poblaciones de los sitios estudiados, se complementó una base de datos de 328.488 registros homologando los rasgos funcionales para cada individuo con las especies anteriormente mencionadas. Con estos registros se realizó modelación espacial para algunos servicios ecosistémicos.



Peces⁸

El estudio del componente íctico inicialmente se planteó solo en la porción del río Medellín que se encuentra en el Valle de Aburrá, como se hizo para los restantes grupos taxonómicos analizados en el proyecto; sin embargo, dada la disponibilidad de datos correspondientes a la cuenca del río Porce y la continuidad de este cuerpo de agua, finalmente se amplió el análisis a toda la cuenca.

Con este primer acercamiento a una valoración de los servicios ecosistémicos de los peces del río Porce se quiere mostrar su importancia y qué

⁸ Agustín Cataño, Estudiante de Biología de la Universidad de Antioquia
Juan Carlos Huertas, Parque Explora.

tipo de beneficios ofrecen a la sociedad de forma directa o indirecta. Normalmente en los planes de ordenamiento territorial se valoran el uso del suelo, la cobertura de los servicios públicos y sociales, el uso y la degradación de los ecosistemas y recursos naturales, entre otros. El presente estudio buscó ser un aporte a la valoración de las relaciones que afectan al hombre con los demás componentes de los ecosistemas, con miras a realizar recomendaciones sobre su gestión.

Los registros biológicos fueron tomados de las bases de datos de especímenes del Grupo de Ictiología de la Universidad de Antioquia y el proyecto Expedición Antioquia 2013 (2008) (Figura 4), con los cuales se generaron los mapas para la ubicación y visualización de los servicios ecosistémicos. Estos registros se recopilaron para la cuenca del río Porce y algunos de sus afluentes de los municipios aledaños con el fin de tener una lista de especies potenciales más completa y que permitiera realizar modelos de distribución de las especies.

A pesar de que la cuenca del río Porce ha sido intervenida desde 1927, con trece proyectos hidroeléctricos y con la descarga de las aguas residuales de la ciudad por décadas, todavía se encuentran peces y macroinvertebrados que permiten pensar en la posibilidad de valorar a los organismos que la habitan como proveedores de servicios ecosistémicos.

Se encontró en las bases de datos que el río Porce cuenta con 67 especies de peces descritos hasta

la fecha, aunque aún hay algunas por identificar. Esto último podría llevar a un posible aumento en el número de especies de esta cuenca. En el análisis de los datos se observa que, a medida que avanza el río, la diversidad de peces es mayor, esto en concordancia con lo que ocurre en un río de aguas limpias (Álvarez y Ortiz, 2004). El aspecto que llama la atención es la presencia de peces en la parte baja de la cuenca, dado el elevado nivel de contaminación del río que recibe vertimientos de aguas servidas de los domicilios y la industria de la ciudad casi desde su cabecera y a lo largo de su cauce, situación que afecta gravemente la estabilidad de su ambiente (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011) y, en consecuencia, a los seres vivos que lo habitan. La presencia de peces en la parte baja de la cuenca se debe, posiblemente, al aporte de aguas más limpias de otros ríos y quebradas que recibe el río Medellín a medida que avanza. Es por esto que se encuentran especies con rangos de tolerancia bajos, como los peces de la familia *Loricariidae* (corronchos, cuchas), que requieren de un pH cercano a la neutralidad para permanecer cómodamente en el río. También hay otras familias, como la *Heptapteridae* (bagres) y *Characidae* (sardinias), que necesitan niveles altos de oxígeno disuelto (más de 7 partes por millón).

Un factor que afecta fuertemente la diversidad de peces en el río Medellín es la canalización que influye en la migración de peces de una quebrada a otra a través del río e incluso dificulta en gran medida el desplazamiento aguas arriba (Andreu et ál., 2006). Es probable que aguas abajo del río, al

perder esta barrera, aumente el flujo de especies y permita mayor diversidad, como se muestra en la **Figura 4**. La diversidad del río aguas abajo puede deberse a la introducción de especies de peces exóticos tales como las tilapias, o los *guppys* que, en forma descontrolada, pueden llegar a causar daño a la ictiofauna nativa, pero que, con un debi-

do tratamiento, ayudarían a las comunidades cercanas a los embalses a desarrollar una actividad económica que permita su subsistencia.

En la determinación de los servicios ecosistémicos que prestan los peces del río Porce se usaron sus rasgos funcionales como talla, dieta y coloración.

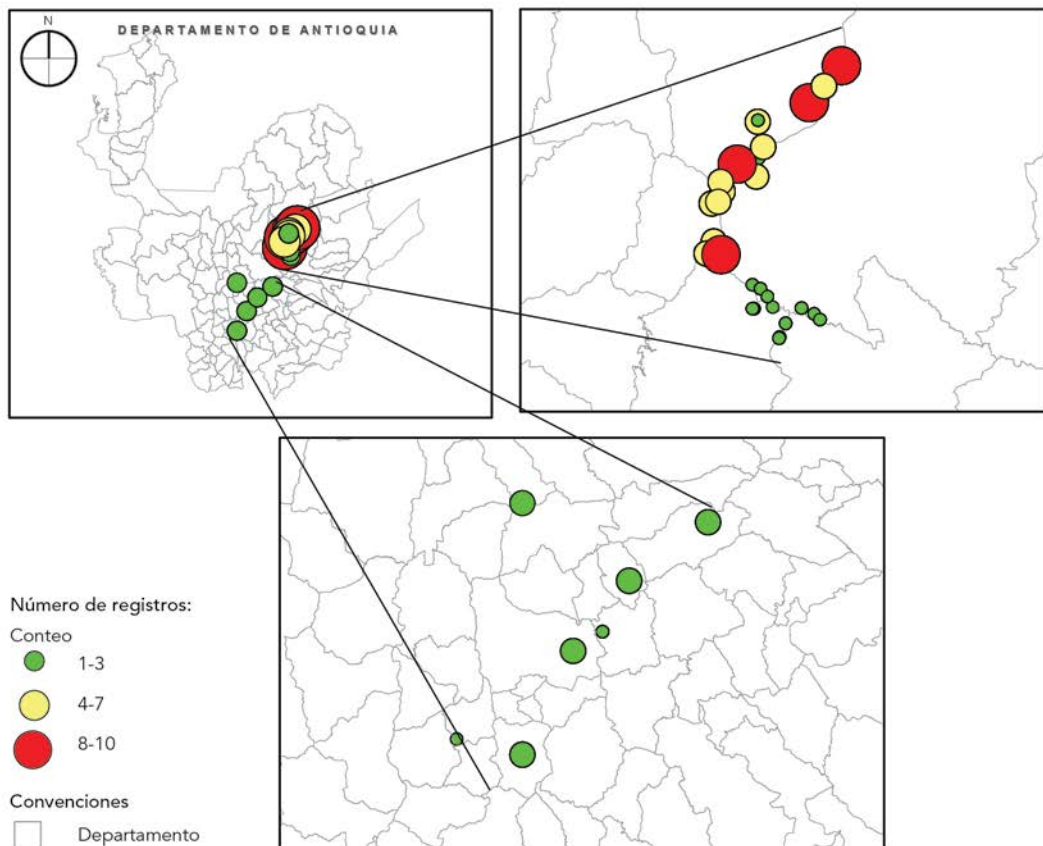
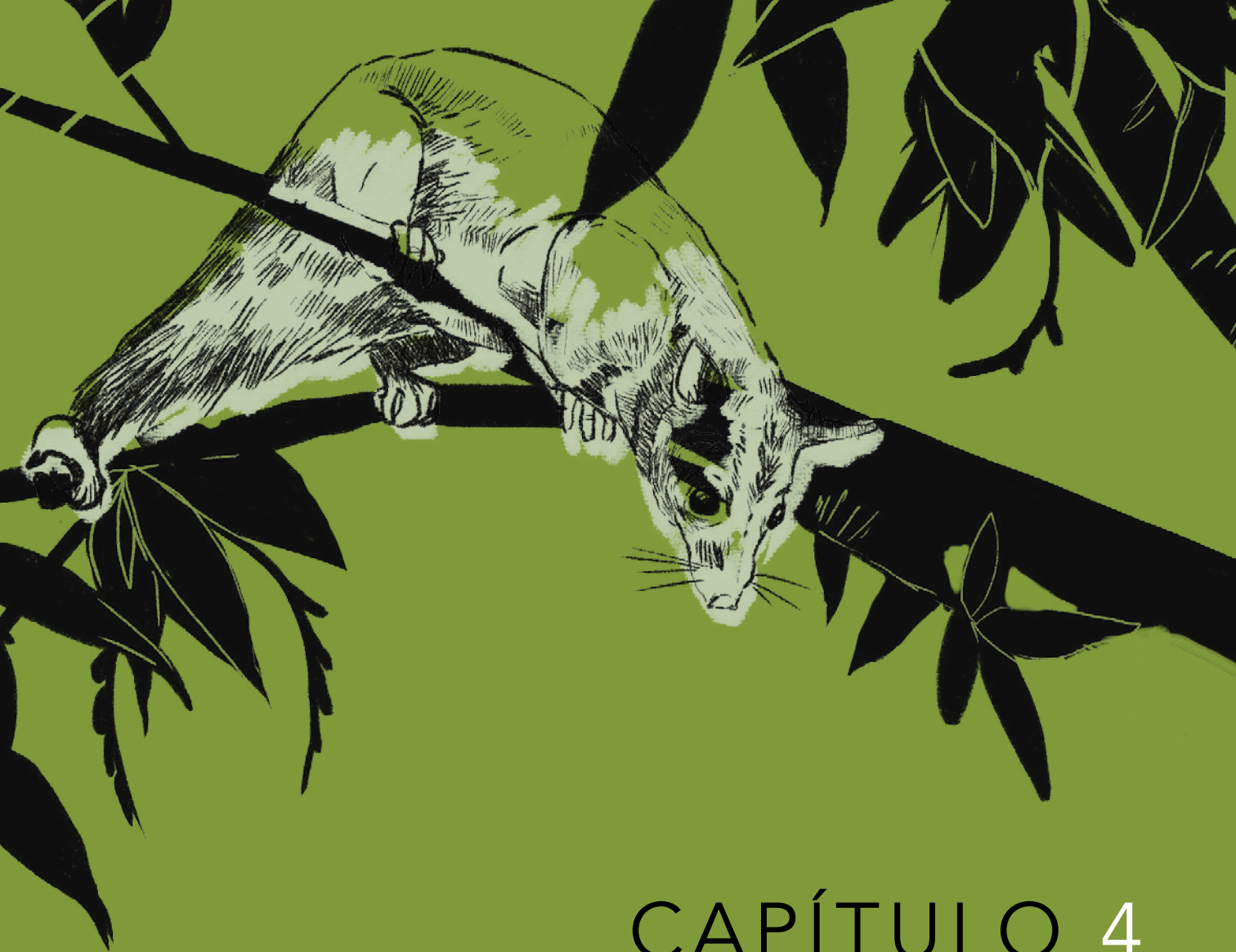


Figura 4. Mapa de la distribución espacial de registros de peces en la cuenca del río Porce.



CAPÍTULO 4

LOS ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS: BASE DEL BIENESTAR HUMANO

Los servicios ecosistémicos son definidos como las condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas, y las especies que habitan en ellos, mantienen la vida humana (Daily, 1997 en Ideam, 2011). Son determinantes por su contribución al bienestar humano, al ser el producto final de diversas funciones y procesos de los ecosistemas (clima, agua, recreación) que pueden proveer bienes tangibles tales como madera o alimentos (De Groot et ál., 2002). Tras la implementación de la estrategia Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) (Alcamo et ál, 2003), existe un acuerdo casi generalizado: los servicios ecosistémicos son los *beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente, de los procesos y las funciones de los ecosistemas* (UNEP-WCMC, 2011 en Ideam, 2011).

A partir de cada función de los ecosistemas se pueden identificar uno o varios servicios, pero solo se hacen perceptibles cuando la sociedad identifica una transferencia neta de materia, energía o información que puede ser aprovechada (Piñeros y Baptiste, 2006 en Fundación Natura, 2010). Lo anterior es muy importante porque la falta de reconocimiento de los servicios ecosistémicos es, en parte, lo que ha llevado a que no se identifiquen los procesos ecosistémicos como beneficios y,

por lo tanto, su manejo (y gestión en general) no se hace explícito, lo que lleva al deterioro del sistema proveedor. En síntesis, si no se identifica, no se reconoce, entonces no se maneja el “sistema proveedor” dentro de los límites de su funcionalidad (Fundación Natura, 2010).

Entre los resultados de la EEM se destaca que la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los servicios ecosistémicos van (directa o indirectamente) en detrimento de aspectos del bienestar humano como la salud, la seguridad alimentaria, la vulnerabilidad e, incluso, la libertad de las poblaciones. Es por ello que los planificadores de la conservación resaltan la necesidad de involucrar a los servicios ecosistémicos en los ejercicios de priorización (Naidoo et ál., 2008), aunque se reconocen las dificultades conceptuales, técnicas y operativas al momento de otorgarles un carácter espacial a los servicios ecosistémicos (De Groot et ál., 2010 en Ideam, 2011).

Así, un número cada vez mayor de experiencias y ejercicios internacionales con objetivos de sostenibilidad, conservación y ecología urbana han adoptado y desarrollado, en los últimos diez años, el enfoque de servicios ecosistémicos. No obstante existen incertidumbres relacionadas con limitaciones de conocimiento y complejidad de los sistemas naturales, así como con la subjetividad involucrada en la valoración de los servicios de los ecosistemas, susceptibles de gestión y minimización (Hou et ál.,

¹ Jorge L. Vásquez M. Fundación Grupo HTM Equipo Técnico Parque Explora PGIBSE Medellín. Carolina Sanín A., Juliana Echeverri, Juliana Cardona, Álvaro Idárraga, Juan Pablo Hurtado, Sebastián Botero, María Camila Estrada, Zorayda Restrepo, Karen Arcia, Sebastián González, Esteban Álvarez, Juan Pablo Huertas, Agustín Cataño. Equipo Técnico Parque Explora PGIBSE Medellín

2013), las aproximaciones metodológicas para comprender, valorar y cuantificar los servicios ecosistémicos proliferan y son cada vez más utilizadas por los tomadores de decisiones. En particular, la PGBSE Medellín es un intento por continuar y aportar en este proceso de conocimiento sobre las estrechas dependencias entre los diferentes componentes de la biodiversidad, el bienestar que de ellos derivamos y la forma en que realizamos el manejo y gestión de esas relaciones entre los sistemas ecológicos y sociales.

De Groot et ál. (2010) plantean algunas preguntas que surgen en los procesos que aspiran integrar los servicios de los ecosistemas en la toma de decisiones de todos los actores involucrados en su conservación (entendida integralmente, esto es, como conocimiento, preservación, restauración y uso sostenible).

Estas preguntas giran alrededor de cinco aspectos:

- Comprensión y cuantificación de cómo los ecosistemas proporcionan servicios.
- Valoración de los servicios de los ecosistemas.
- Servicios ecosistémicos y análisis de equilibrios en la toma de decisiones.
- Incorporación de servicios ecosistémicos en la planeación y el manejo.
- Financiación para el uso sostenible de los servicios de los ecosistemas.

La visión de sistema que está implícita en todas estas cuestiones nos induce a pensar que el enfoque de servicios ecosistémicos obliga a integrar, o

por lo menos a intentarlo, objetivos, métodos y resultados provenientes de diferentes disciplinas de conocimiento. En palabras de Holling (1998, citado en Fundación Natura, 2010):

Tanto la ciencia de las piezas y la ciencia de la integración de las partes son esenciales para el entendimiento y la acción. Lo más cómodo en el ejercicio es que solo uno de ellos tiene la responsabilidad de comprender al otro. De lo contrario la ciencia de las piezas puede caer en la trampa de dar respuestas precisas a la pregunta equivocada y la ciencia de la integración de partes en dar respuestas inútiles a la pregunta correcta.

Es así como la PGBSE Medellín hizo una apuesta: en virtud de los avances del municipio y de sus generadores de conocimiento, interpretó la información existente en biodiversidad pero, esta vez, con el lente de los servicios ecosistémicos. Tal objetivo implicó integrar los resultados de la línea base de los grupos taxonómicos, presentada en el capítulo anterior, bajo caminos exploratorios y poco transitados que le permitieran al municipio contar con recomendaciones de política para mantener la oferta de servicios ecosistémicos, tanto municipales como metropolitanos y regionales, vitales para el bienestar de los habitantes de Medellín.

La clasificación de los servicios, propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, los incluye a todos en cuatro grupos: servicios de soporte, provisión, regulación y culturales. Esta propuesta ha sido ampliamente adoptada en el ámbito académico, así como en el de los tomadores de decisión.

Servicios de provisión

Son los bienes ambientales, también denominados como servicios de aprovisionamiento, por ello son los más fácilmente reconocibles por la población. Estos servicios proporcionan el sustento básico de la vida humana; los esfuerzos por asegurar su provisión guían las actividades productivas y económicas (Balvanera et ál., 2009). Están constituidos por el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, tales como fibras, maderas, leña, agua, suelo, recursos genéticos, pieles, mascotas (Alcamo et. ál., 2003), alimentos derivados de la agricultura, ganadería, pesca, acuicultura, productos forestales no maderables, plantas vasculares medicinales, vertebrados silvestres útiles e insectos comestibles y medicinales (Balvanera et ál., 2009).

Servicios de soporte

Ocurren gracias a procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de servicios de provisión, de regulación y culturales (Balvanera et ál., 2009). Estos servicios se evidencian en escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás, ya que incluyen procesos como la producción primaria, la formación de suelo, la provisión de hábitat para especies y el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclado de nutrientes, entre otros (EEM, 2005 en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012; Balvanera et ál., 2009).

Servicios de regulación

Comprende procesos ecosistémicos complejos mediante los cuales se regulan las condiciones del

ambiente en que los seres humanos realizan sus actividades productivas (Balvanera et ál., 2009). En esta categoría se incluyen la regulación climática, la regulación de la calidad del aire, la regulación de los vectores de enfermedades, la regulación de la erosión de los suelos, la regulación y purificación del agua (MEA 2005, en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), entre otros. Son muy importantes para el bienestar humano, aunque de difícil reconocimiento y valoración social.

Servicios culturales

Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, la belleza escénica, la inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la creación y las experiencias estéticas (MEA, 2005 en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). Pueden ser materiales o inmateriales, tangibles o intangibles, y dependen de las percepciones colectivas de los seres humanos acerca de los ecosistemas y de sus componentes (Balvanera et ál., 2009).

Los hábitos, el estilo de vida, la tecnología, las normas sociales y las reglas, incentivos y sanciones, determinan la velocidad con que los seres humanos utilizan colectivamente los servicios de los ecosistemas. Desafortunadamente, la presencia de puntos de inflexión para la prestación de estos servicios, con frecuencia, no se entiende explícitamente hasta después de que ocurren cuantiosas pérdidas económicas, culturales y sociales, y para entonces el costo de reemplazarlos es, a menudo, prohibitivo (De Groot et ál., 2010).

La PGBSE Medellín realizó un esfuerzo preliminar para identificar y reconocer cuáles de estos servicios se ofrecen en la ciudad y cuáles demanda esta para su sostenibilidad y debe importar de ámbitos por fuera de su jurisdicción territorial.

La aproximación general para abordar esta necesidad de información, base de la presente propuesta de gestión, se ha construido alrededor de cinco preguntas y cuatro macroprocesos que orientan los análisis que se realizaron y que constituyen el campo básico de exploraciones para el desarrollo e implementación de la PGBSE Medellín. Estas preguntas son:

1. ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos que ofrece y demanda actualmente Medellín?
2. ¿Dónde se localizan los paisajes, ecosistemas y especies que ofrecen estos servicios?
3. ¿Quiénes son los beneficiarios directos e indirectos de los servicios ecosistémicos, y los involucrados en su manejo y gestión integral?
4. ¿En qué magnitud y con qué variabilidad temporal son provistos o demandados estos servicios?
5. ¿De qué forma repercuten los servicios ecosistémicos en el bienestar de los beneficiarios y de la sociedad en general?

La resolución de estas preguntas se inscribe en cuatro macroprocesos técnicos, sociales, económicos, institucionales y políticos, que el desarrollo e implementación de la PGBSE Medellín buscó atender:

▪ Nombrar

La primera pregunta conduce a nombrar, entre los numerosos servicios ecosistémicos existentes, en los cuatro grupos aceptados (soporte, regulación, culturales, provisión), y entre las múltiples formas de denominación que estos tienen, los que se deben adoptar y usar como objeto de estudio y gestión en Medellín. Este es un elemento esencial para establecer un soporte comunicativo básico, que pueda ser de uso común en todos los procesos de gestión y apropiación social, técnica e institucional alrededor de los servicios ecosistémicos en la ciudad.

▪ Espacializar

La segunda pregunta invita a definir y asumir métodos, técnicas y prácticas de mapeo y espacialización de la estructura y de la dinámica de la oferta y la demanda de servicios ecosistémicos para Medellín. Busca desarrollar el componente territorial explícito del enfoque de servicios ecosistémicos, para integrarlo de la manera más adecuada posible a los ejercicios de planificación del desarrollo y de ordenación territorial en el municipio y la región subsidiaria.

▪ Valorar

Las preguntas 4 y 5 llevan a diseñar metodologías para desarrollar ejercicios de valoración integral de los servicios ecosistémicos, elemento esencial de la gestión y la política pública, considerando el universo de valoraciones socioculturales, ecológicas y económicas que deben ser el sustento de las decisiones sobre el manejo de estos.

- **Gestionar**

Las preguntas 3 y 5 nos introducen en el ámbito de las políticas públicas y el ordenamiento y gestión territorial, a través del reconocimiento del ciclo de la gestión integral —planeamiento (diagnosticar/prospectar); intervención (instrumentar/reglamentar/implementar); y seguimiento (evaluar/controlar/monitorear) — y de los actores involucrados en ella.

Para generar los análisis y resultados esperados a partir de las preguntas y los macroprocesos arriba señalados, se definió entonces una ruta que implicó:

Identificación de servicios ecosistémicos

Definidos a partir de la revisión de literatura internacional, nacional y local, de avances teóricos y aplicados en el tema de servicios ecosistémicos, así como de las iniciativas y esfuerzos locales de investigación y generación de conocimiento, y de elaboración de planes y políticas públicas. Finalmente, su selección fue discutida en reuniones del equipo de trabajo y de esta manera se generó la denominación y agrupación que se presenta más adelante.

Espacialización y cuantificación de servicios ecosistémicos

Se partió de la necesidad de identificar claramente la espacialidad de la oferta de los servicios ecosistémicos, para atender uno de los requerimientos centrales de toda política: la determinación de prioridades de gestión. Conceptos como ecosistemas estratégicos o estructura ecológica principal han sido acuñados por investigadores, teóricos y tomadores de decisiones para contribuir a esta tarea. Estos y otros conceptos, y las necesidades particulares que imponen la geografía metropolitana y el fenómeno urbano de Medellín, ayudaron a definir las exploraciones y métodos para conocer y reconocer la localización y magnitud de la oferta ecosistémica, que puede derivar en servicio para la sociedad local. Con base en la información disponible, se definieron los elementos, atributos, variables, y escalas espaciales y temporales útiles para el mapeo y cuantificación de los servicios ecosistémicos, a través de tres aproximaciones de trabajo:

Aproximación 1

Parte de la información colectada a nivel de especie, para los seis grupos taxonómicos (aves, mamíferos, insectos, anfibios y reptiles, peces, y flora) abordados en el capítulo anterior y que, a través de la definición de rasgos y grupos funcionales, desarrolla propuestas espaciales de oferta de algunos de los servicios ecosistémicos. En la **Tabla 9** se encuentran los 12 servicios ecosistémicos definidos para la PGIB-SE Medellín y un resumen de los grupos taxonómi-

SERVICIO	PROVEEDOR DEL SERVICIO
SOPORTE	
Conservación de hábitats para la diversidad biológica	Toda la biodiversidad*
Control biológico, polinización y dispersión de germoplasma	Invertebrados parasitoides y depredadores; vertebrados depredadores; insectos (abejas, moscas, escarabajos nitidúlidos*, picudos*); hormigas <i>Azteca spp.*</i> ; aves; mamíferos; escarabajos coprófagos*; hormigas omnívoras: anfibios, reptiles.
CULTURALES	
Ocio, recreación y goce estético	Toda la biodiversidad
REGULACIÓN	
Moderación de eventos extremos (por movimientos en masa)	NA, plantas
Regulación climática (almacenamiento de carbono en biomasa aérea y suelo)	Insectos detritívoros*, plantas
Transporte y dilución de contaminantes líquidos	Peces, microorganismos.
Captación de material particulado del aire	Plantas, insectos consumidores de polen*
PROVISIÓN	
Provisión y regulación hídrica	Plantas,
Alimentos y medicinas	Insectos*, plantas
Provisión de madera	Plantas
Provisión de productos forestales no maderables	NA

*, Proveedores adicionales con base en otras fuentes bibliográficas (ej. Luck et ál., 2009; De Bello et ál., 2010).

Tabla 9. Servicios y proveedor del servicio definidos dentro de la PGIBSE Medellín

cos que proveen el servicio. En el documento técnico de soporte de la PGIBSE Medellín se encuentra la información ampliada sobre los procesos y procedimientos metodológicos específicos que se siguieron para los análisis realizados desde esta aproximación. Este documento puede ser consultado en la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín.

Aproximación 2

Usó el acervo de información que diferentes procesos de estudio y consultoría han generado para la ciudad, en aspectos relacionados con los servicios ecosistémicos y que, en su mayoría, han partido de una asociación directa, probada o presumida, entre las coberturas vegetales, los usos del

suelo y los servicios ecosistémicos. Al no existir marcos metodológicos claros y específicos para la ciudad que se hubieran desarrollado, a la fecha, con el fin de valorar la oferta de estos servicios, y al reconocer la importancia de ejercicios territoriales previos, para la formulación de la PGIBSE Medellín se retomaron muchos de los productos de trabajos realizados para la planeación del territorio que, de manera directa o indirecta, se constituyen en descriptores de oferta, demanda y amenazas a los servicios ecosistémicos. En esencia, los procesos y análisis realizados bajo esta aproximación metodológica estaban asociados a:

1. Identificación de estudios o planes locales y regionales con alguna relación temática con el servicio objeto de análisis.
2. Identificación de elementos o variables de interés para el servicio ecosistémico objeto de análisis.
3. Selección de propuestas espaciales de interés para el servicio ecosistémico objeto de análisis.
4. Análisis de solapamiento de propuestas espaciales para evaluar su concordancia/complementariedad y establecer áreas identificadas como de mayor oferta/demanda.

Una **"Aproximación 3"** resultaría de la aplicación sinérgica de las anteriores aproximaciones, buscando complementar, refinar o enriquecer análisis relevantes en el proceso de conocimiento y gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la ciudad. Esta aproximación no fue desarrollada en el marco de la PGIB-

SE Medellín, pero se sugiere que sea asumida en sucesivos ejercicios de complementación y enriquecimiento de los análisis que la sustentan y le dan concreción

Una vez concebidas las aproximaciones, se continuó el proceso mediante las siguientes fases:

Identificación de fuentes e insumos de información

Se identificaron 187 trabajos locales, entre tesis de pregrado y posgrado, artículos de revista y libros alusivos al tema de servicios ecosistémicos en los centros de conocimiento de la ciudad, y 38 estudios realizados por las autoridades ambientales (Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Corantioquia) y el Municipio de Medellín. Los temas conexos al recurso hídrico, la flora urbana y la gestión del riesgo de desastres ocupan principalmente la atención de estos trabajos. En un segundo plano, en términos de volumen de información, se encuentran los temas relacionados con calidad del aire, valoración económica de recursos naturales y servicios ecosistémicos, e instrumentos de planeación territorial. Los demás temas aparecen con una relativa homogeneidad, tocando aspectos muy diversos, con vinculaciones y profundidad diferencial en relación con la gestión integral de los servicios ecosistémicos. Muy pocos hacen referencia explícita al enfoque de servicios ecosistémicos, dada su novedad. No obstante, constituyen parte importante del acer-

vo de conocimiento con que cuentan la ciudad y la región, y que será necesario seguir revisando en profundidad con el fin de capitalizarlo de la mejor manera para el enriquecimiento y desarrollo de los procesos de gestión.

Adicionalmente, se realizó una pesquisa en el sistema de información ScienTI de Colciencias, con el objeto de conocer los recursos humanos existentes en Medellín y Antioquia, en términos de grupos de investigación reconocidos por dicha entidad y que trabajan en temas conexos, directa o indirectamente, con el tema de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Son en total 113 grupos de investigación (un 15,2% de los reconocidos en Antioquia) de 22 instituciones (las universidades de Antioquia y Nacional suman el 70% de ellos), lo que constituye un activo muy valioso para la generación y gestión de conocimiento pertinente para la toma de las decisiones que subyacen a su gestión integral.

Identificación y análisis de servicios ecosistémicos

Basados en aportes teóricos internacionales, referentes y aplicaciones nacionales y locales, y en las condiciones territoriales específicas de Medellín, esta propuesta analizó, con base en fuentes secundarias, 12 servicios ecosistémicos sobre los cuales recomienda concentrar esfuerzos de gestión integral:

Servicios ecosistémicos de soporte

- Conservación de hábitats para la diversidad biológica.
- Control biológico, polinización y dispersión de germoplasma.

Servicios ecosistémicos de provisión

- Provisión y regulación hídrica.
- Provisión de alimentos y medicinas.
- Provisión de madera.
- Provisión de productos forestales no maderables.

Servicios ecosistémicos culturales

- Ocio, recreación y goce estético.

Servicios ecosistémicos de regulación

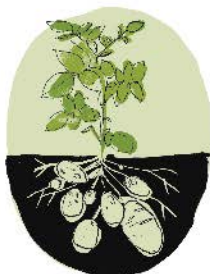
- Moderación de eventos extremos (por movimientos en masa).
- Regulación climática (almacenamiento de carbono en biomasa aérea).
- Transporte y dilución de contaminantes líquidos.
- Captación de material particulado del aire.
- Regulación microclimática y mitigación del ruido.

Servicios ecosistémicos de soporte

Conservación de hábitats para la diversidad biológica

Para la identificación de las áreas importantes para este servicio, constituyeron insumos clave de información los siguientes estudios:

SERVICIOS DE PROVISIÓN



Alimento



Agua dulce



Materias primas de
origen biótico/geótico



Variedad genética



Medicinas naturales

SERVICIOS DE SOPORTE Y REGULACIÓN



Regulación climática



Purificación del aire



Regulación hídrica y
depuración del agua



Control de la erosión

SERVICIOS CULTURALES



Educación ambiental



Conocimiento científico



Conocimiento
ecológico local



Identidad cultural
y sentido de pertenencia

1. Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá (PMEPVU)
2. Planes de manejo de áreas protegidas urbanas declaradas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en Medellín: cerros El Volador, Nutibara y La Asomadera.
3. Planes de manejo de áreas protegidas rurales declaradas o administradas por Corantioquia: Reserva Forestal Nare y Distrito de Manejo Integrado Divisoria Aburrá-Río Cauca.
4. Planes especiales de ordenamiento corregimental (PEOC).
5. Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas (SI-MAP).
6. Plan de Ordenación de la Cuenca del Río Aburrá y planes de ordenación de microcuencas.

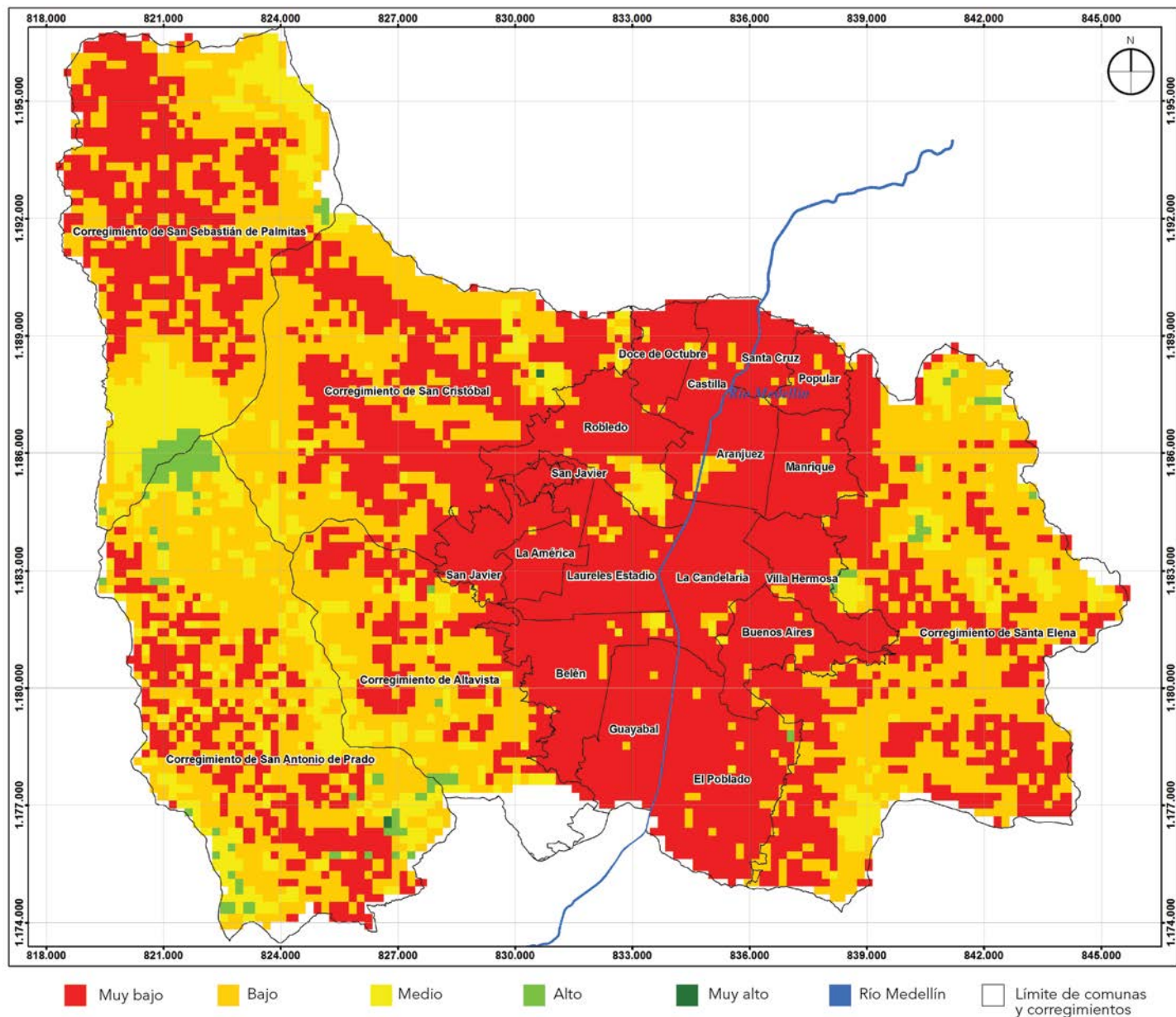
El análisis y síntesis de esta información da lugar a la **Figura 5**, que expresa los niveles de convergencia espacial de las áreas con mayor valor para la conservación de la biodiversidad, de acuerdo con lo señalado por dichos estudios. Presenta las áreas que en mayor medida están ofertando dicho servicio, conforme al análisis de solapamiento realizado.

En primer lugar, es significativa la absoluta dominancia de las áreas que no resultan de interés para el conjunto de los estudios (tonos amarillos y verdes), posiblemente debido a dos asuntos: a) los modelos matemáticos o los razonamientos lógicos empleados las descartaron a priori por sus altos grados de transformación, b) no se realizaron sobre

ellas ejercicios de detalle que permitieran determinar su real valía como escenarios de conservación de la biodiversidad. Resaltan los valores de las comunas de Belén, Doce de Octubre y Robledo. En el territorio rural los valores de San Sebastián de Palmitas y San Antonio de Prado. Un nivel menor, pero también significativo, se encuentra en las comunas El Poblado y Buenos Aires, y en los corregimientos San Cristóbal y Santa Elena.

En segundo lugar puede concluirse que, como parte del desarrollo e implementación de la PGIB-SE Medellín, debe considerarse actuar prioritariamente sobre las áreas en tonos naranjas y rojos, asumiendo que ellas están, conforme con diferentes estudios y procesos de ordenación ambiental del territorio, concentrando la mayor oferta de nichos para la reproducción y viabilidad de la biodiversidad en la ciudad de Medellín. Entre ellas, resultan significativas, como áreas de oferta de este servicio, las declaradas como protegidas por las autoridades ambientales, tanto en el ámbito urbano como en el rural. Son cinco áreas, las cuales cuentan con plan de manejo y, en mayor o menor medida, con procesos sociales e institucionales que propenden por su implementación. Se hace necesario realizar, para todas ellas, ejercicios de efectividad del manejo que permitan evaluar si los objetivos para los cuales fueron declaradas se están cumpliendo y analizar los factores de éxito o fracaso en aspectos particulares de la gestión. Además, y con base en los ejercicios de modelación de la distribución potencial de la biodiversidad en Medellín, realizados en esta propuesta de

Figura 5. Mapa de máxima oferta para la prestación del servicio ecosistémico de conservación de hábitats para la biodiversidad. **Fuente:** PGIBSE Medellín, con base en fuentes secundarias.



gestión, es necesario establecer las medidas de generación de conocimiento y de preservación necesarias en zonas de la ciudad que se presumen de alto valor y que hoy se encuentran por fuera de las áreas protegidas declaradas o dentro de ellas pero en zonas de manejo inconvenientes o con condiciones de uso inadecuadas para la conservación de la biodiversidad.

Es importante recordar que la viabilidad en el tiempo de las áreas protegidas está dada por las calidades ecológicas de su entorno territorial, por lo que los actores de gestión deberían concentrar esfuerzos en la generación y cualificación de las redes de conectividad urbanas y rurales propuestas, y en un enriquecimiento general de la matriz de paisaje, a través de propuestas de uso sostenible y restauración que, para cada fracción del territorio, resulten ecológica, social y económicamente viables.

Este servicio ecosistémico, base para la mayoría de las otras funciones ecológicas, es ofertado en gran parte por la diversidad de especies de fauna y flora de Medellín. Las aves polinizadoras/nectarívoras, gracias a su capacidad de vuelo, son enlaces genéticos entre diferentes poblaciones de plantas (Şekercioğlu, 2006b). Su gran capacidad de dispersión y habilidad para crear nichos (nidos) les ha permitido colonizar todos los ambientes (Whelan et ál., 2008; Elmqvist et ál., 2010); igualmente, algunos mamíferos, al crear charcas, proveen espacios esenciales para ciertas especies de ranas (Altrichter et ál., 2012). La pérdida de especies o cambios en la composición

de las comunidades, puede alterar enormemente el funcionamiento de los ecosistemas (Philpott et ál., 2009). También los **mamíferos** cumplen un rol esencial en el mantenimiento de los ecosistemas, su estructura y su diversidad (Jones y Safi, 2011). Los mamíferos herbívoros y omnívoros, a través de diferentes interacciones con las plantas, pueden contribuir al mantenimiento de la estructura vegetal de un hábitat, y tanto la polinización por murciélagos, importante para muchas especies vegetales, como la dispersión y depredación de semillas, son determinantes en la distribución y composición vegetal de muchos ecosistemas tropicales (Martínez, 2008). Los depredadores tienen un efecto significativo sobre la comunidad biológica, efecto que se transmite de manera indirecta a varios niveles tróficos; así, por ejemplo, el control que ejercen grandes depredadores sobre los medianos y pequeños disminuye la presión sobre las presas de estos últimos (Schmitz et ál., 2000; Ritchie y Johnson, 2009). Los **insectos**, por su parte, contribuyen a este servicio a través de la dispersión de semillas, el reciclaje de nutrientes y la polinización de las plantas, lo que incrementa la diversidad genética de las poblaciones no solo de especies silvestres, sino de cultivos (Rauf et ál., 2010; Chacoff et ál., 2009). Así mismo, mantienen vida silvestre, pues son presas de una gran cantidad de animales (Losey y Vaughan, 2008; Kremen y Chaplin-Kramer, 2007).

La prestación de este servicio por parte de las **aves** fue evaluada en el documento "Soporte conceptual y metodológico del Sistema Metropolitano de

Áreas Protegidas” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad de Antioquia, 2007). En él se determinaron especies que pueden ser focales en el Valle de Aburrá, 19 en total, 16 de las cuales se encuentran también en Medellín. Además, en esta ciudad hay especies de **mamíferos** como el tigrillo lanudo y el puma, con requerimientos de hábitat altos en términos de cantidad y calidad, que pueden propiciar el diseño de estrategias de conservación y restauración que mantengan los hábitats naturales y su conectividad. Otras especies de mamíferos con potencial como especies sombrilla, son la guagua colona y la guagua de montaña, las cuales requieren coberturas nativas de cierta calidad y tamaño, y que están asociadas a cuerpos de agua. Entre las especies de **anfibios** que se sugieren como potenciales especies sombrilla se destacan: *Andinobates opistomelas*, *Gastrotheca dunni* y *G. nicefori*. La primera es una especie carismática por su coloración y, para las especies de *Gastrotheca*, una característica atractiva es su tipo de reproducción: cargan los huevos en la espalda hasta que salen los renacuajos, en *G. dunni* (desarrollo indirecto), o los juveniles, en *G. nicefori* (desarrollo directo). A pesar del potencial de estas especies de aves, mamíferos y anfibios en la conservación de hábitats, se requiere información sobre su distribución y uso de hábitat en Medellín o el Valle de Aburrá.

Por su parte, los **insectos** prestan este servicio a través de la dispersión de semillas, el reciclaje de nutrientes y la polinización de las plantas. En particular, lo prestan escarabajos coprófagos (*Coleoptera*:

Scarabaeidae), con reportes para 16 localidades (540 registros); insectos polinizadores como moscas de la familia *Syrphidae*, escarabajos como algunos *Buprestidae*, varios *Curculionidae*, algunos *Cerambycidae*, tijeretas (*Dermaptera*) y abejas en general (*Apidae*), con reportes para 43 localidades (302 registros); y recicladores de materia animal y vegetal en descomposición como algunas moscas de las familias *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcoha-gidae*, *Faniidae*, *Neriidae*, *Stratiomyidae*, algunos escarabajos como *Passalidae*, *Silphidae*, *Cleridae*, *Dermestidae*, algunos *Cerambycidae*, colémbolos, cucarachas, entre otros, con reportes para 41 localidades (400 registros).

La contribución de los **árboles** en la conservación de la biodiversidad es ampliamente aceptada, aunque poco estudiada con un enfoque funcional que la relacione directamente con los servicios ecosistémicos. Estimar el valor funcional de las especies arbóreas para la conservación de la biodiversidad implica considerar una combinación de tres servicios: dos de provisión a otras especies, ya sea como alimento, como hábitat o como conectividad para la fauna silvestre, y uno que indica el grado de conservación de las especies arbóreas mismas, llamado “valor de existencia” o valor intrínseco de las especies. Para la PGBSE Medellín, se abordaron los tres servicios. Los árboles constituyen una parte importante del nicho de especies polinizadoras y dispersoras. El valor funcional de especies arbóreas en la conservación de hábitats para la diversidad biológica se realizó mediante la relación del sistema de polinización y dispersión

de semillas. El análisis muestra una gran variedad de sistemas de polinización y dispersión que contribuyen de manera significativa a la conservación de muchas poblaciones de aves, mamíferos e insectos, como se describe más adelante.

Por otro lado, los peces son parte de la dinámica de la cadena de alimentos, del ciclo de nutrientes y de la estabilidad de los ecosistemas. Su movilidad en diferentes espacios de los sistemas ecológicos acuáticos aumenta su importancia funcional como nutriente, reserva genética e información.

La pérdida de los servicios ecosistémicos generados por la disminución de sus poblaciones, puede tener consecuencias económicas negativas inesperadas para las comunidades aledañas a la cuenca del río Porce, que se dedican a la pesca. La canalización, el vertimiento de las aguas servidas y la descarga de residuos al río, aparte de sus efectos contaminantes, también conlleva la pérdida gradual de la capacidad de recuperación de las poblaciones de peces (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011). Ingresar organismos exóticos en forma descontrolada en un ambiente, va en detrimento del bienestar de las especies nativas y aún más de las endémicas; además, en el río Porce se encuentra un gran número de especies de peces endémicos de la región andina colombiana y no se ha hecho una valoración del impacto que los peces exóticos han tenido sobre estos y sobre el ecosistema mismo (Empresas Públicas de Medellín-Universidad de Antioquia, 2007).

La desaparición de estas especies afectaría enormemente el equilibrio ecosistémico, la función del ecosistema y todos los servicios derivados de este, pues el mantenimiento de la biodiversidad *per se* y, en consecuencia, el mantenimiento de hábitats saludables y ecosistemas funcionales es una condición para la provisión de todos los servicios, directa o indirectamente (De Groot et ál., 2002). Sin embargo, los estudios para Medellín se han enfocado en taxonomía y sistemática, sin que existan estudios específicos en los que se considere a grupos o comunidades de especies como prestadoras de servicios ecosistémicos.

En general tener parches de hábitats naturales cerca a cultivos permite mantener la prestación de los servicios de control biológico y polinización (Kremen, 2005). La desaparición o disminución de alguno de los componentes de estos servicios en la ciudad puede traer consecuencias negativas en términos económicos, de salud pública o de bienestar humano. La dispersión de semillas es un proceso que influye significativamente en la dinámica y estructura de las comunidades vegetales (Levine y Murrell, 2003), lo que interviene en los patrones de disponibilidad de recursos y es un mecanismo que promueve la diversidad (Chaves et ál., 2002).

Se asignó a 743 especies de flora presentes en Medellín un mecanismo de dispersión, con base en información obtenida de Correa et ál. (2013) y Vargas (2000), los primeros autores reportan tres tipos de sistemas de dispersión para 582 géneros, basados en el agente y mecanismo dispersor: **endozooecoria**, es-

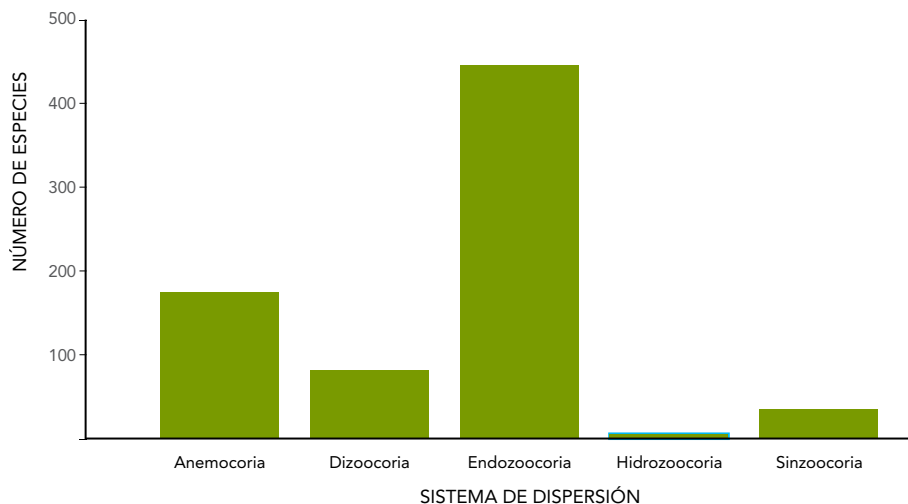


Figura 6. Sistema de dispersión relacionado para 743 especies en Medellín.

pecies que utilizan animales para la dispersión de sus diásporas (frutos y semillas) y que atraviesan el tubo digestivo del animal; **anemocoria**, especies que utilizan el viento para la dispersión de sus diásporas; y **sinzoocoria**, especies sin ninguna adaptación evidente para la dispersión. Vargas (2000), además del tipo de dispersión, asigna sistemas a nivel de vector para 390 especies de árboles: endozoocoria por mamíferos y aves; anemocoria por viento y explosión; hidrocoria, especies que utilizan el agua para la dispersión de sus diásporas; y dizoocoria, especies que utilizan animales para la dispersión de sus diásporas, mediante transporte para almacenamiento. Teniendo en cuenta el grado de especificidad de estos estudios y la disponibilidad de información, se homologaron al nivel de mecanismo como lo hicieron Correa et ál. (2013) (Figura 6).

En Medellín, la mayoría de las diásporas cuenta con una adaptación evidente para la dispersión; 33 especies no presentan adaptaciones evidentes o es difícil relacionarlas con un sistema de dispersión, dadas las características de sus órganos reproductivos. De otro lado, es clara la relación mutualista entre plantas y animales, ya que la zoocoria predomina en la mayoría de las especies, con el 71,46% (531 especies; 448 endozoocoria y 83 dizoocoria), lo que muestra que la gran mayoría han desarrollado estructuras que promueven la dispersión (Howe y Smallwood, 1982; Janson, 1983; Arango et ál., 2011; Maniguaje et ál., 2011). Esto sugiere que las plantas claramente prestan el servicio de conservación de la diversidad de fauna en Medellín, ya que ofrecen alimento a muchas especies que se asocian a la dispersión de frutos y semillas.

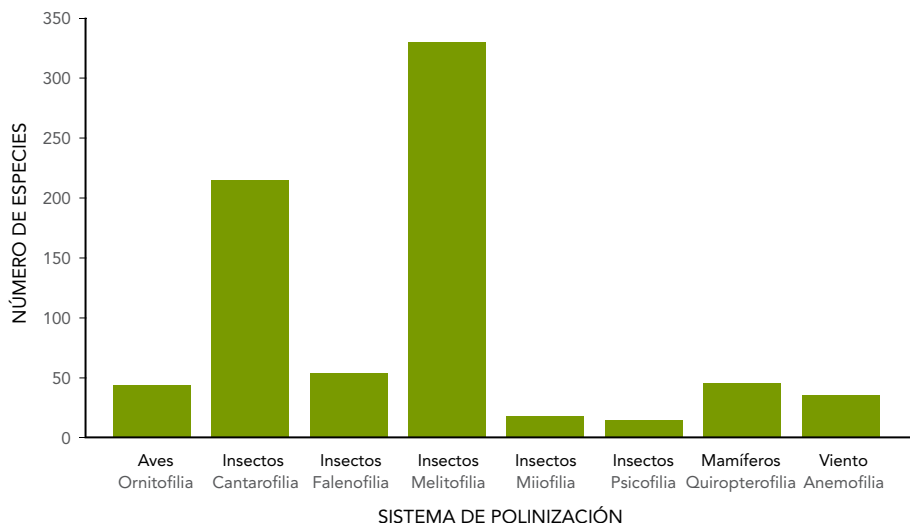


Figura 7. Sistemas de polinización para 743 especies de plantas presentes en el municipio de Medellín.

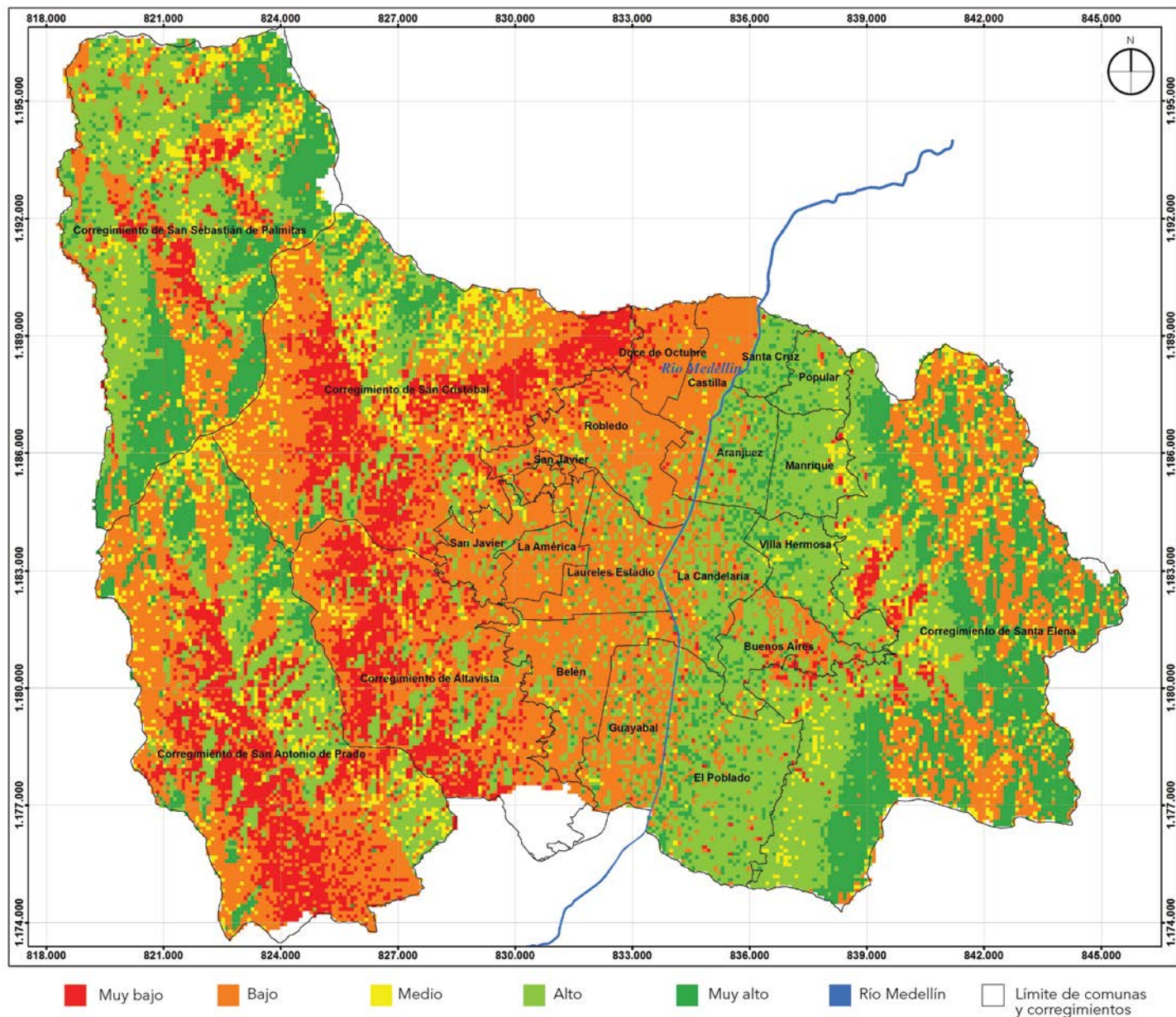
Basados en el concepto de la polinización cruzada o alogamia, donde interviene algún tipo de vector biótico o abiótico en el transporte del polen, fueron encontradas ocho categorías de sistemas de polinización: 1) polinización por mamíferos, principalmente murciélagos (quiropterofilia); 2) polinización por aves, colibríes (ornitofilia); 3) polinización por abejas y avispas sociales (melitofilia); 4) polinización por mariposas diurnas (psicofilia); 5) polinización por mariposas nocturnas (falenofilia); 6) polinización por escarabajos (cantarofilia); 7) polinización por moscas (miofilia); y 8) polinización por el viento (anemofilia).

Con esta información se definieron los sistemas de polinización más apropiados para las especies reportadas en Medellín. Para 80 especies fue posi-

ble encontrar el sistema de polinización, 76 de estas polinizadas por insectos y 4 por murciélagos; 327 especies se homologaron de acuerdo con el sistema de polinización reportada para los géneros; el resto de especies se homologaron a nivel de familia. Esta homologación fue contrastada con aspectos ecológicos y varios sistemas de polinización, como la morfología y anatomía floral, rasgos de comportamiento de los vectores, recompensas ofrecidas por las plantas y otras características propias de las interacciones planta polinizador (Bawa, 1990) (Figura 7).

Las abejas y escarabajos probablemente constituyen el grupo más importante en la polinización de las plantas de Medellín: abejas y avispas representan el 44% (328 especies de plantas) y los

Figura 8. Análisis espacial de los tipos de sistemas de dispersión en Medellín.
Figura 8a. Anemocoria (transporte por viento)



escarabajos 29% (214), mientras que mariposas nocturnas 7% (51), murciélagos 6% (44), colibríes 6% (41), moscas 2% (17) y mariposas diurnas 2% (14). Por otro lado, la polinización por el viento es poco común 4% (34), tal como lo han observado estudios realizados en los Andes chilenos (Arroyo et ál., 1976) y otras zonas tropicales (Ramírez, 1970, Bawa, 1990; Kress y Beach 1994, Yamamoto et ál., 2007, Momose et ál., 1998).

Estos resultados muestran la importancia de las interacciones planta-animal, incluso en un ambiente transformado como una ciudad, ya que el 95% de las especies presentan una asociación con vectores de tipo biótico (zoogamia), lo cual destaca el potencial de soporte de hábitat que representan las plantas desde el ámbito de la polinización, favoreciendo la sostenibilidad y diversidad de fauna benéfica, principalmente insectos.

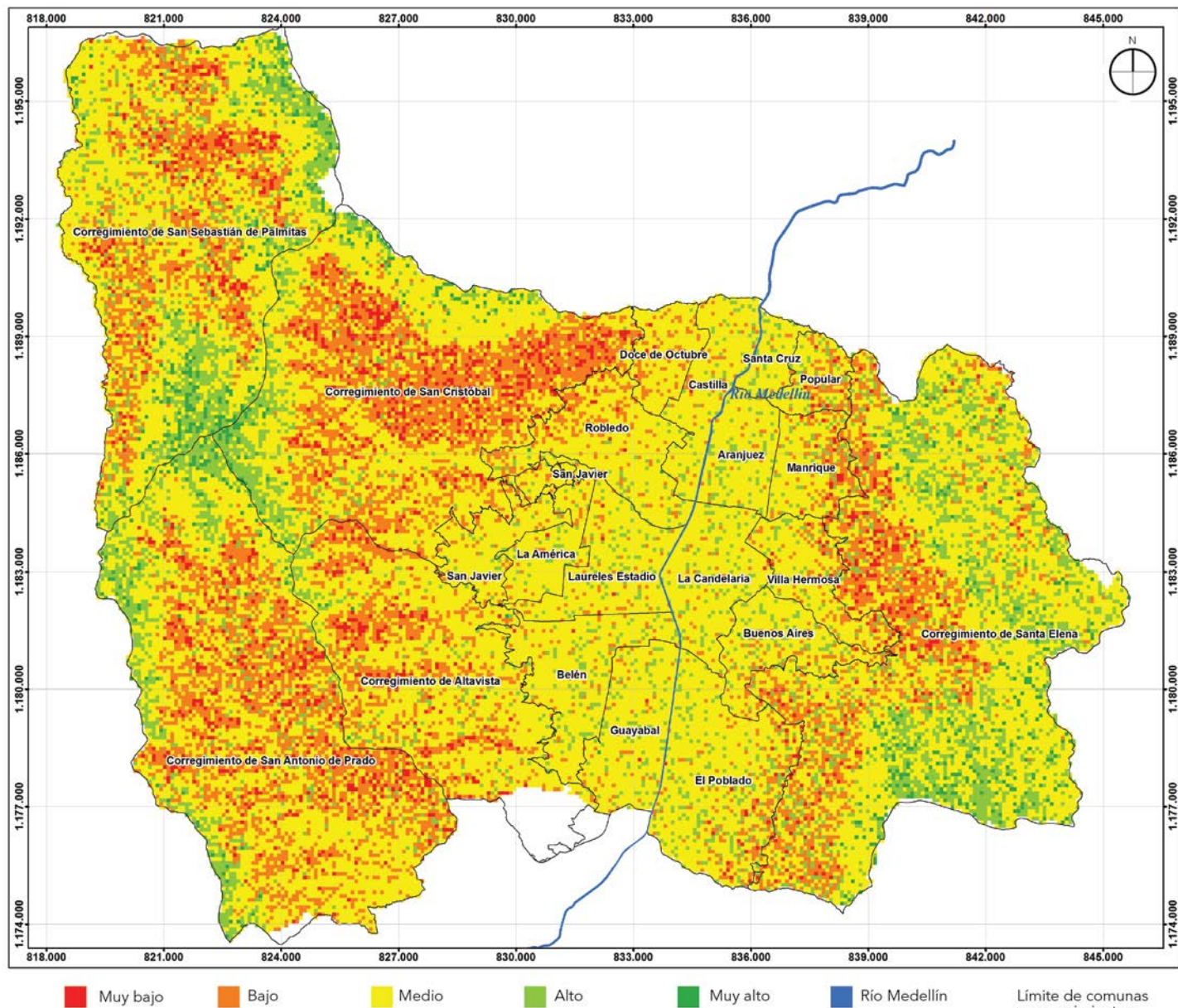
Análisis preliminares muestran una segregación de los sistemas de polinización y dispersión. Apparently especies con dispersión anemócora son más comunes en la ciudad, ya que es un espacio transformado donde se han incorporado al paisaje especies de gimnospermas en las cuales es común este tipo de dispersión (Faegri y Van del Pijl, 1971). La endozoocoria es mucho más común para toda la flora y la diszoocoria es más común en las zonas donde se presentan coberturas vegetales (Figura 8).

Se observa alta dependencia de la oferta de especies asociadas a los vectores de la polinización

de tipo animal en las zonas de mayor presencia de coberturas, como las partes altas del municipio, donde existe mayor número de individuos sembrados; sin embargo, la distribución de los mecanismos ligados a la flora muestra una alta afinidad por las interacciones específicas. Especies con ornitofilia y quiropterofilia predominan en las partes altas del municipio, tal vez asociadas a los parches de bosques. Así mismo la quiropterofilia en el oriente de la ciudad es común, mientras que sobre el otro flanco es poco común. La gran diversidad de plantas permite ofrecer soporte de hábitat para las especies melitófilas y cantarófilas, pues estos sistemas se distribuyen adecuadamente a lo largo de todo el municipio y no muestran un patrón de ocurrencia. Por otro lado, las plantas con polinización por mariposas nocturnas son más comunes al occidente de la ciudad y del municipio, mientras que las polinizadas por mariposas diurnas son poco comunes y localizadas (Figura 9).

Estos resultados indican que los árboles pueden albergar a los polinizadores de tipo generalista o especialista, necesarios para la producción de frutos y semillas en los ecosistemas naturales y agrícolas. Los polinizadores, como las abejas, escarabajos, aves y murciélagos, afectan al 35% de la producción agrícola global, aumentando los productos de 87 de los principales cultivos alimentarios del planeta, además de contribuir a la elaboración de muchos medicamentos que se venden en las farmacias y que son derivados de las plantas (Klein et ál., 2007). Así, es viable pensar que el mantenimiento de especies que faciliten la

Figura 8b. Diszooecia (transporte por almacenamiento)



polinización por animales, como soporte de los paisajes, contribuye a la seguridad alimentaria y a la solución de problemas de salud. En este último caso se reporta, por ejemplo, una relación positiva entre enfermedades respiratorias y el polen de algunas especies polinizadas por el viento (anemofilia), como el urapán (*Fraxinus ulei*) (Universidad de Antioquia, 2013), un problema identificado previamente en otras ciudades como Bogotá y México (Rodríguez y Leal, 1997).

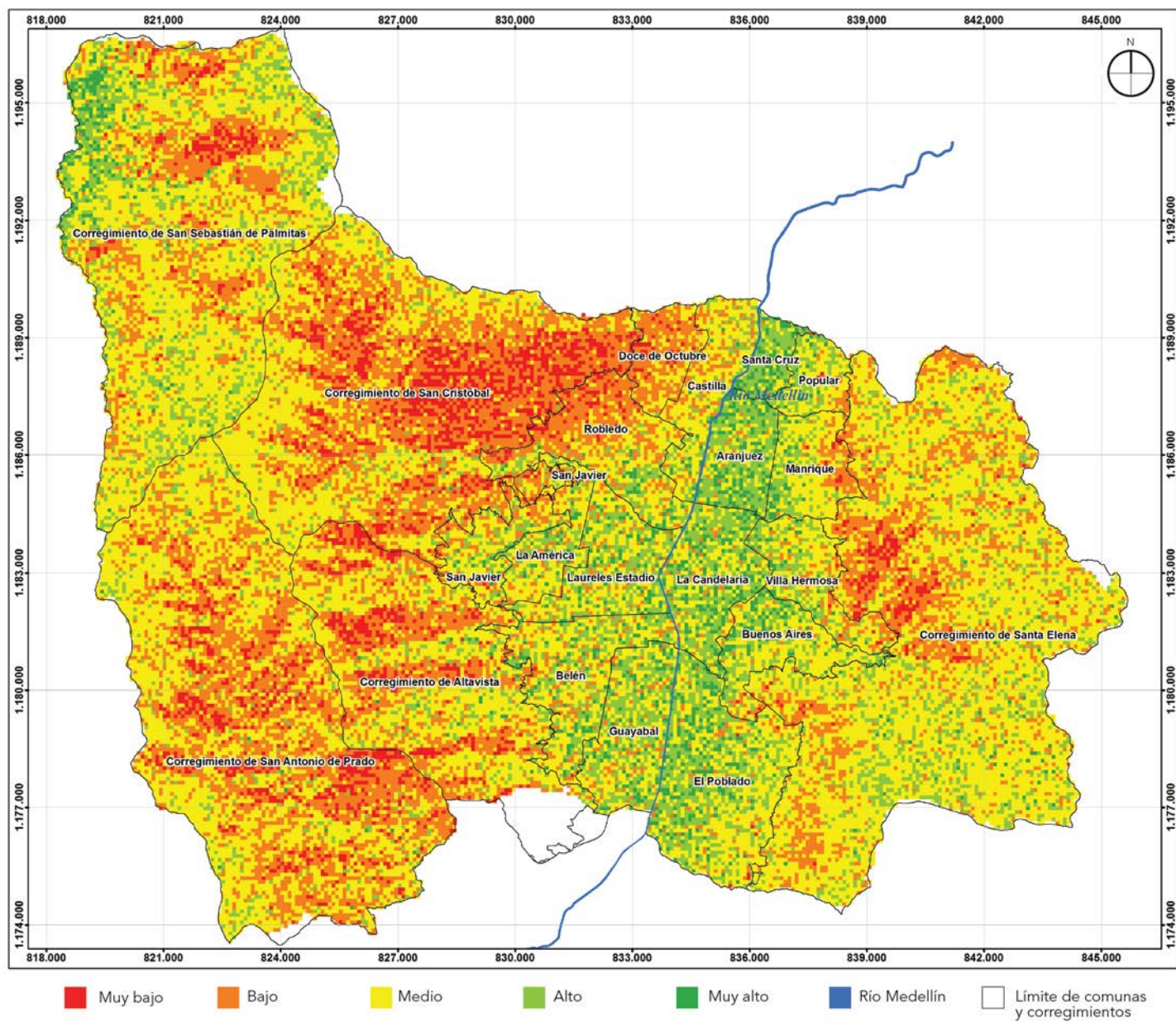
Por otra parte, existe un caso particular en relación con el papel de los árboles en la conservación de la biodiversidad. Es el caso de los árboles grandes y viejos (GAV de ahora en adelante). Cada vez más estudios destacan su papel en el mantenimiento de la estructura ecológica de los bosques, sabanas, tierras agrícolas y ambientes urbanos (Lindenmayer et ál., 2012a). Por ejemplo, estudios recientes muestran cómo desempeñan un papel importante en el secuestro de CO₂ atmosférico, contrario a lo que comúnmente se afirma (Stephenson et ál., 2014), y cómo soportan una gran biodiversidad debido a las interacciones ecológicas que han logrado establecer durante su larga vida con la fauna de vertebrados en muchos bosques del mundo (Lindenmayer et ál., 2012b). Adicionalmente, otros estudios muestran que la riqueza de especies y la biomasa de plantas epífitas están relacionadas positivamente con el tamaño (Higuera y Wolf, 2010) y edad (Barthlott et ál., 2001) de los árboles y con la diversidad de macroinvertebrados (Stuntz et ál., 1999). Por otra parte, otros estudios muestran que existe una

crisis global por la mortalidad de los árboles grandes inducida probablemente por el cambio climático (Allen et ál., 2010, Phillips et ál., 2010, Lindenmayer, 2012b). En consecuencia, cada vez más se desarrollan políticas para la protección de los GAV en muchos países (Lindenmayer et ál., 2013).

Para establecer el valor de existencia de los GAV en Medellín, se utilizó el rasgo funcional DAP máximo de la especie, como indicador del potencial que tienen los árboles de la ciudad para ser “grandes”. Adicionalmente, el DAP máximo combinado con una alta densidad de la madera, sugieren cuáles individuos pueden ser considerados como GAV y cuáles tienen mayor potencial de alcanzar esta categoría. Si bien la relación entre densidad de la madera y DAP es sesgado (por ejemplo, árboles de la misma edad pueden tener diámetros entre 10 y 120 cm, según Worbes et ál., 2003), una alta densidad de la madera incrementa tanto la posibilidad de soportar y de recuperarse de daños (Curran et ál., 2008), como la sobrevivencia de los árboles tropicales (Poorter et ál., 2008). De tal manera, este análisis se debe considerar como preliminar hasta tanto no se tenga información real sobre la edad de los árboles de la ciudad.

Los datos muestran que en Medellín el 99% de los árboles tienen un DAP menor de 60 cm, aunque el 30% de ellos pertenecen a especies (15% del total) que tienen el potencial de llegar a ser árboles grandes. De las 108 especies que pertenecen a la categoría de GAV, 38 son introducidas. Esta información es importante y se debe incorporar en

Figura 8c. Endozocoria (transporte a través del tubo digestivo)



los planes de manejo del arbolado urbano. Por ejemplo, el argumento de que los GAV en general tienen baja capacidad de secuestrar carbono, es usado siempre para justificar tanto su tala durante la implementación de proyectos de infraestructura como la asignación de precarias medidas de compensación. En el caso de las licencias otorgadas a los constructores en la ciudad de Medellín es común que los decretos que conceden los permisos obliguen a los constructores a sembrar unos cuantos árboles (generalmente entre tres y cinco) como compensación por la tala de árboles grandes. No obstante, estudios como el de Stephenson et ál. (2014) demuestran que los GAV de muchas especies secuestran carbono en proporción mucho mayor que los árboles juveniles. Este hallazgo, sumado a las evidencias del alto valor que los GAV tienen para la conservación de la biodiversidad, sugiere que las medidas de compensación por la tala de estos especímenes deben ser revaluadas sustancialmente.

Se debe tener en cuenta que características de algunas especies de GAV, como una baja densidad de la madera, los hacen propensos a volcamientos durante eventos de vientos y lluvias torrenciales; para el caso concreto de la ciudad de Medellín, el análisis mostró que existen cerca de 15.000 árboles de especies que tienen el potencial de ser GAV, pero que poseen una baja densidad de la madera (< 0.4 gr/cc) y, por tanto, un alto riesgo de generar accidentes por lo que deben ser monitoreados con mayor frecuencia que otros.

En conclusión, los GAV tienen por sí mismos un alto valor y deben ser considerados como un caso especial dentro de las políticas de gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. En este sentido, es importante avanzar en el estudio de la ecología de los GAV en la ciudad de Medellín.

Control biológico, polinización y dispersión de germoplasma

Evaluaciones de la contribución de la polinización animal a la economía mundial estiman el valor económico total de ella en 153.000 millones de euros, lo que representa el 9,5% del valor de la producción agrícola mundial utilizada para la alimentación humana en 2005 (Gallai et ál., 2009). Los síndromes de polinización encontrados soportan la idea de que no solamente las especies, sino también las interacciones entre ellas, merecen la conservación y la gestión atenta, como medio de fortalecer los vínculos ecosistémicos fundamentales. La conservación de los polinizadores resalta la importancia de los vínculos entre la conservación de las funciones ecosistémicas, los sistemas de producción sostenibles y la reducción de la pobreza (FAO, 2009).

Dado que es mucho más difícil restablecer las interacciones existentes que conservarlas, se debe promover la conservación de los servicios de polinización silvestre antes de que se pierdan de manera análoga. La gestión de los servicios de polinización silvestre en agricultura (por ejemplo) requiere adoptar un enfoque ecosistémico en el que se amplíen los límites del sistema más allá de

Figura 9. Análisis espacial para siete sistemas de polinización de plantas en el municipio de Medellín.
Figura 9a. Quiropterofilia (murciélagos)

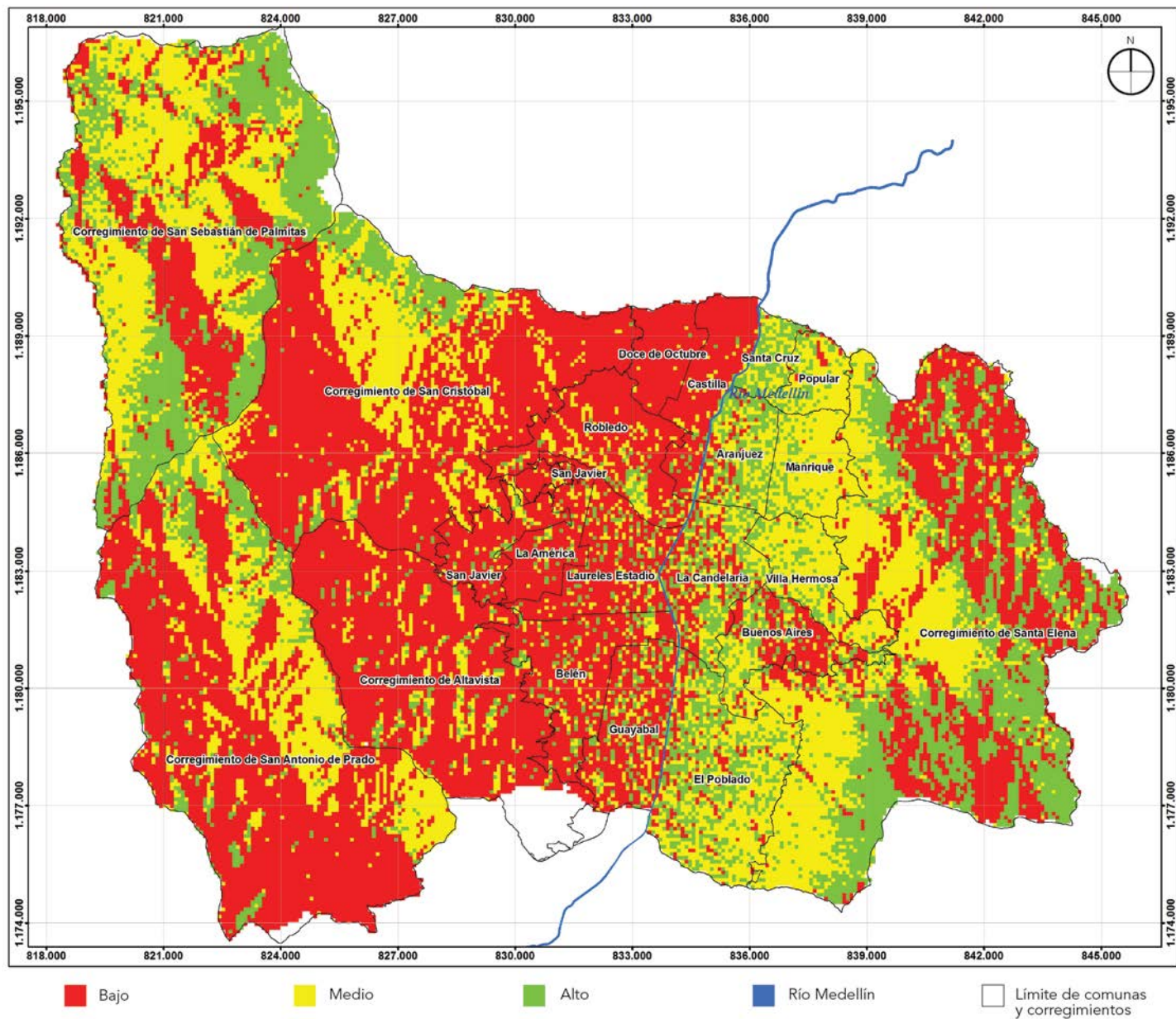


Figura 9b. Anemofilia (viento)

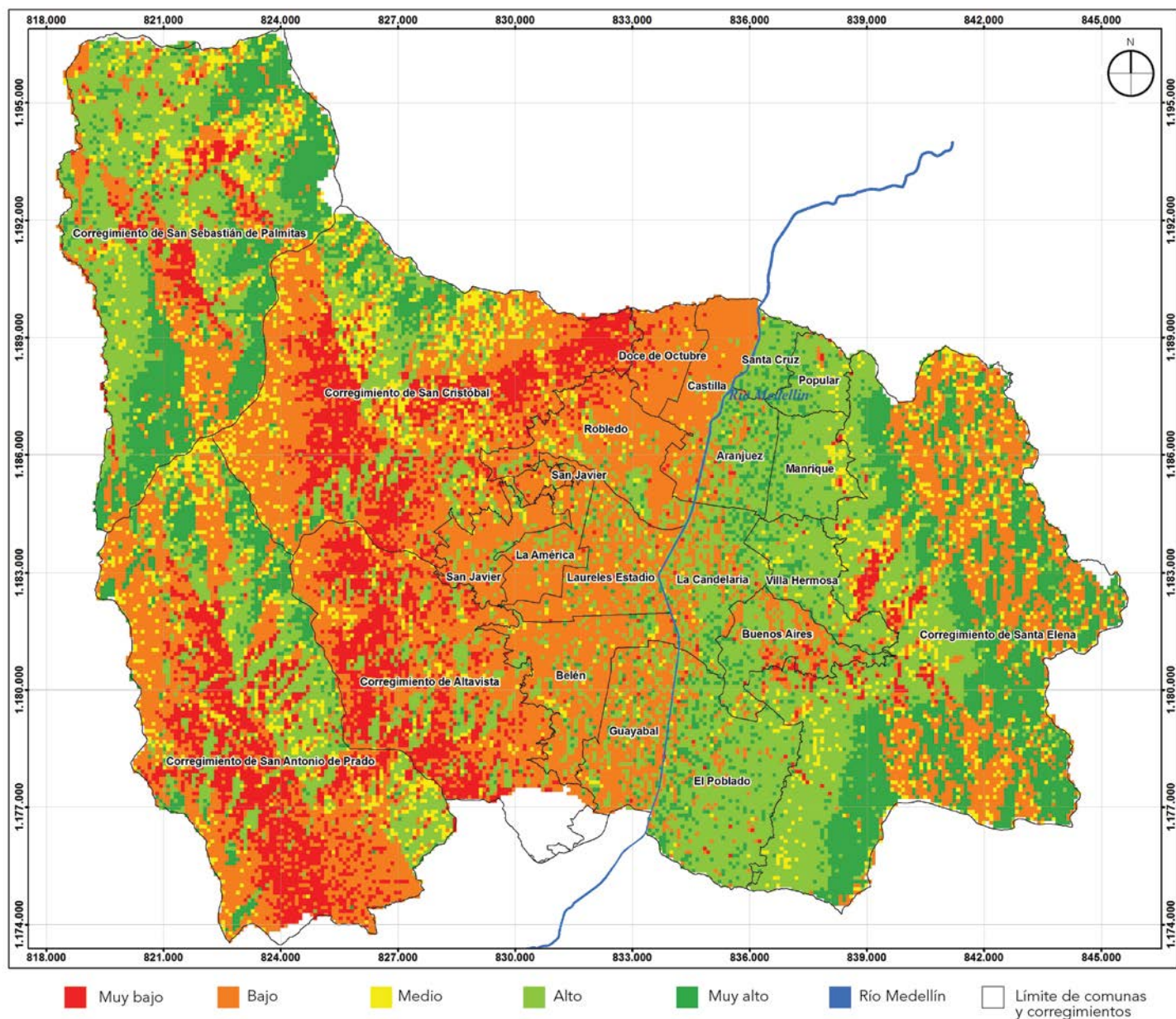


Figura 9c. Cantarofilia (escarabajos)

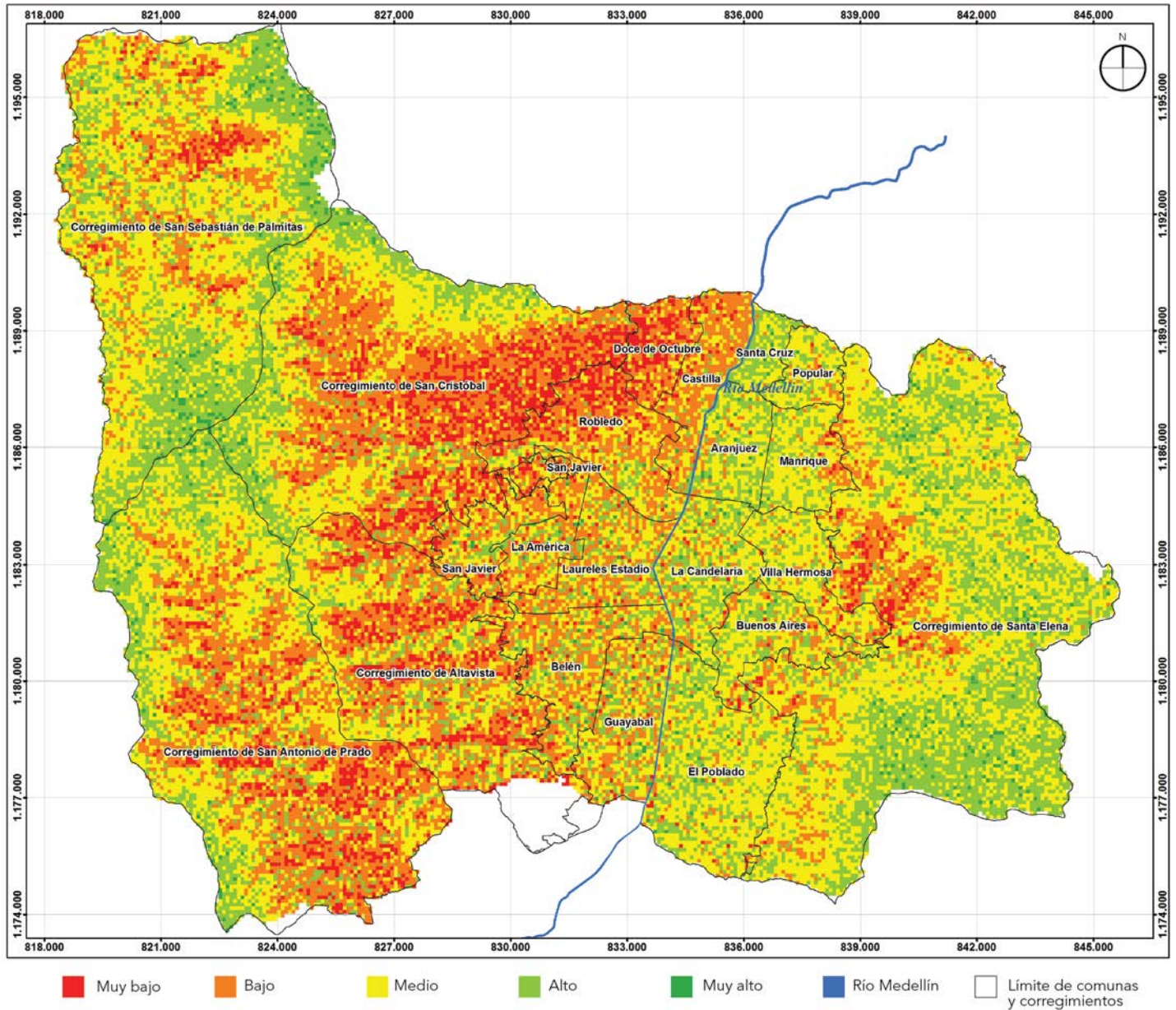


Figura 9d. Falenofilia (mariposas nocturnas)

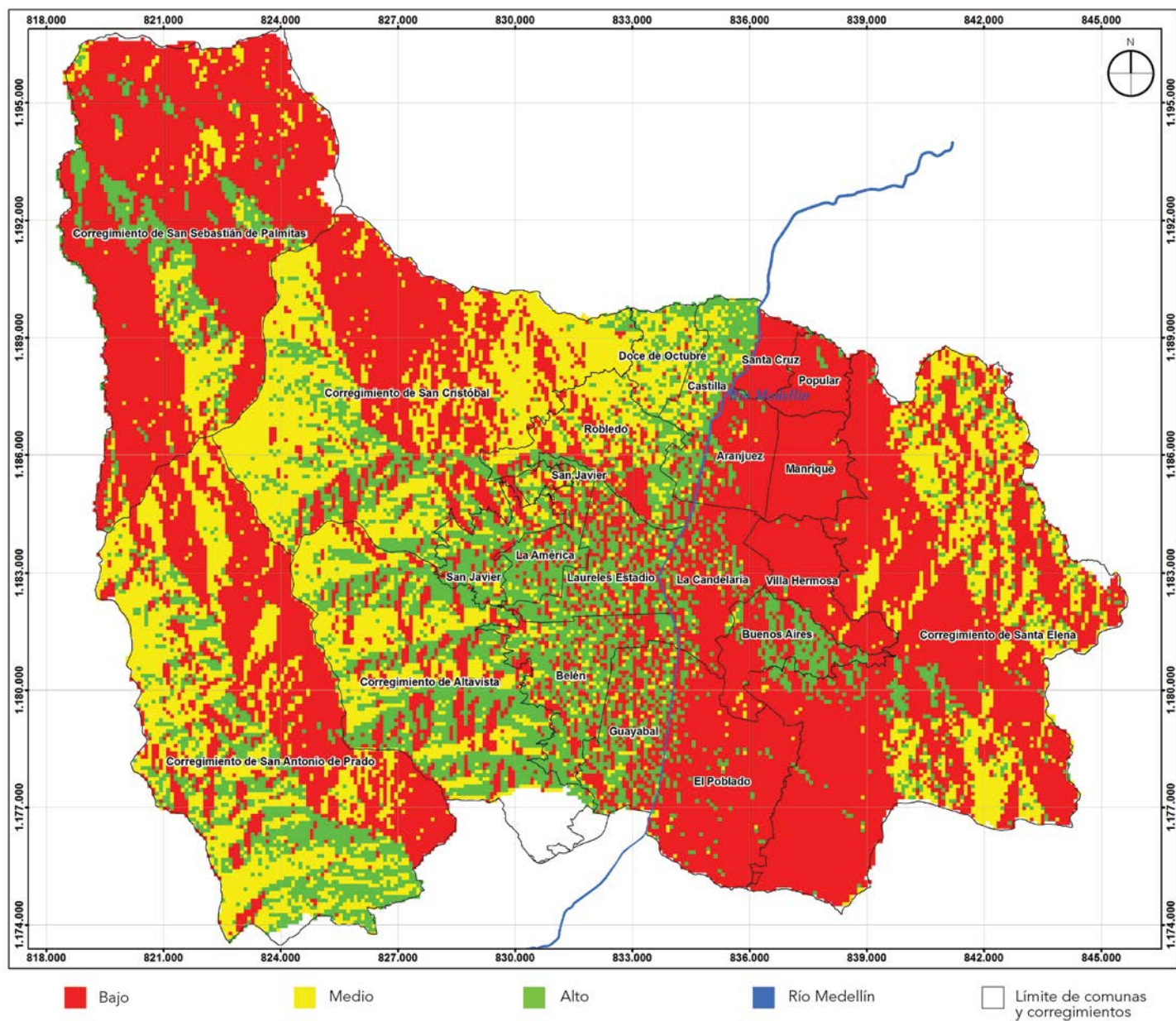


Figura 9e. Melitofilia (abejas y avispas)

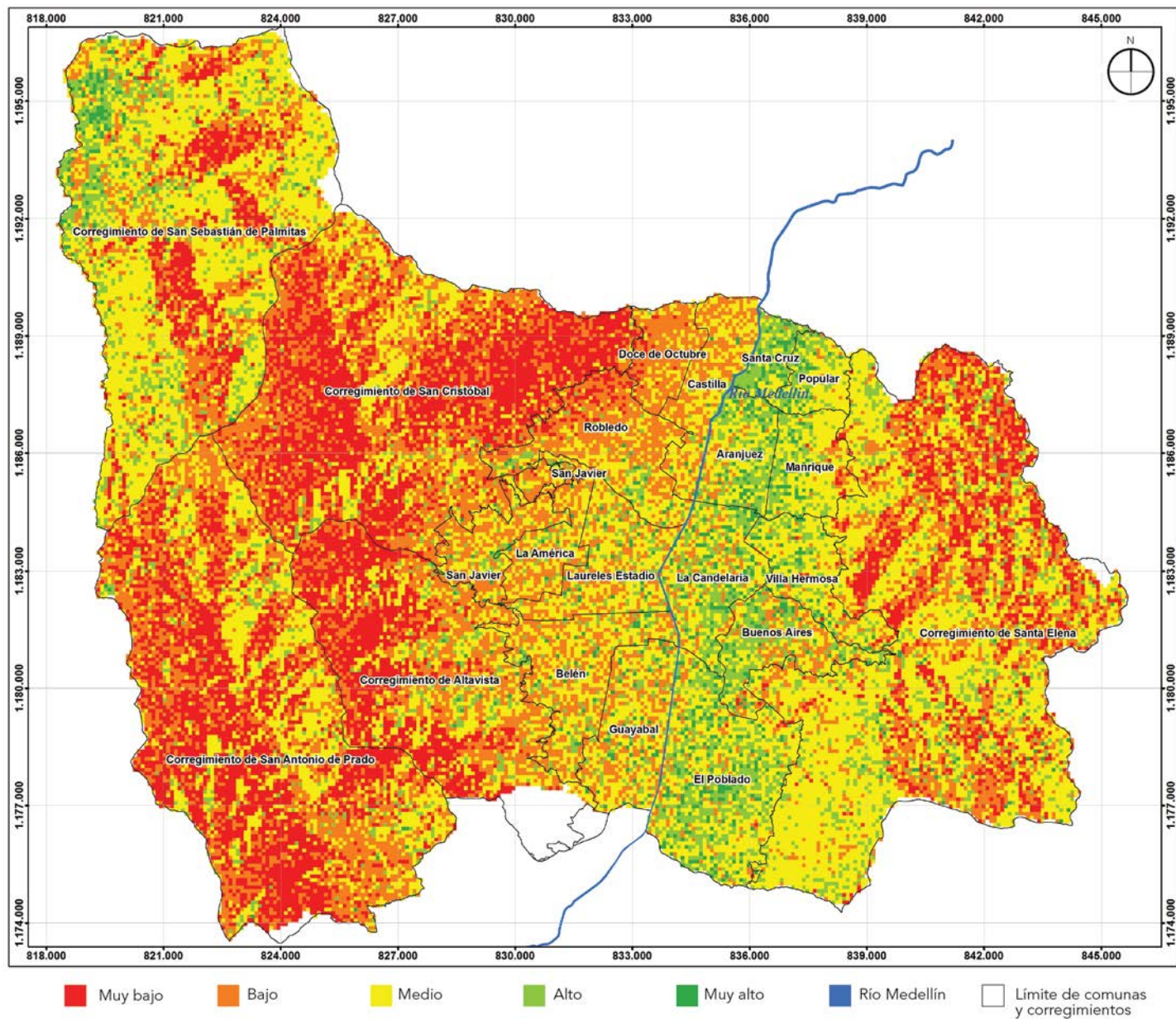


Figura 9f. Ornitofilia (aves)

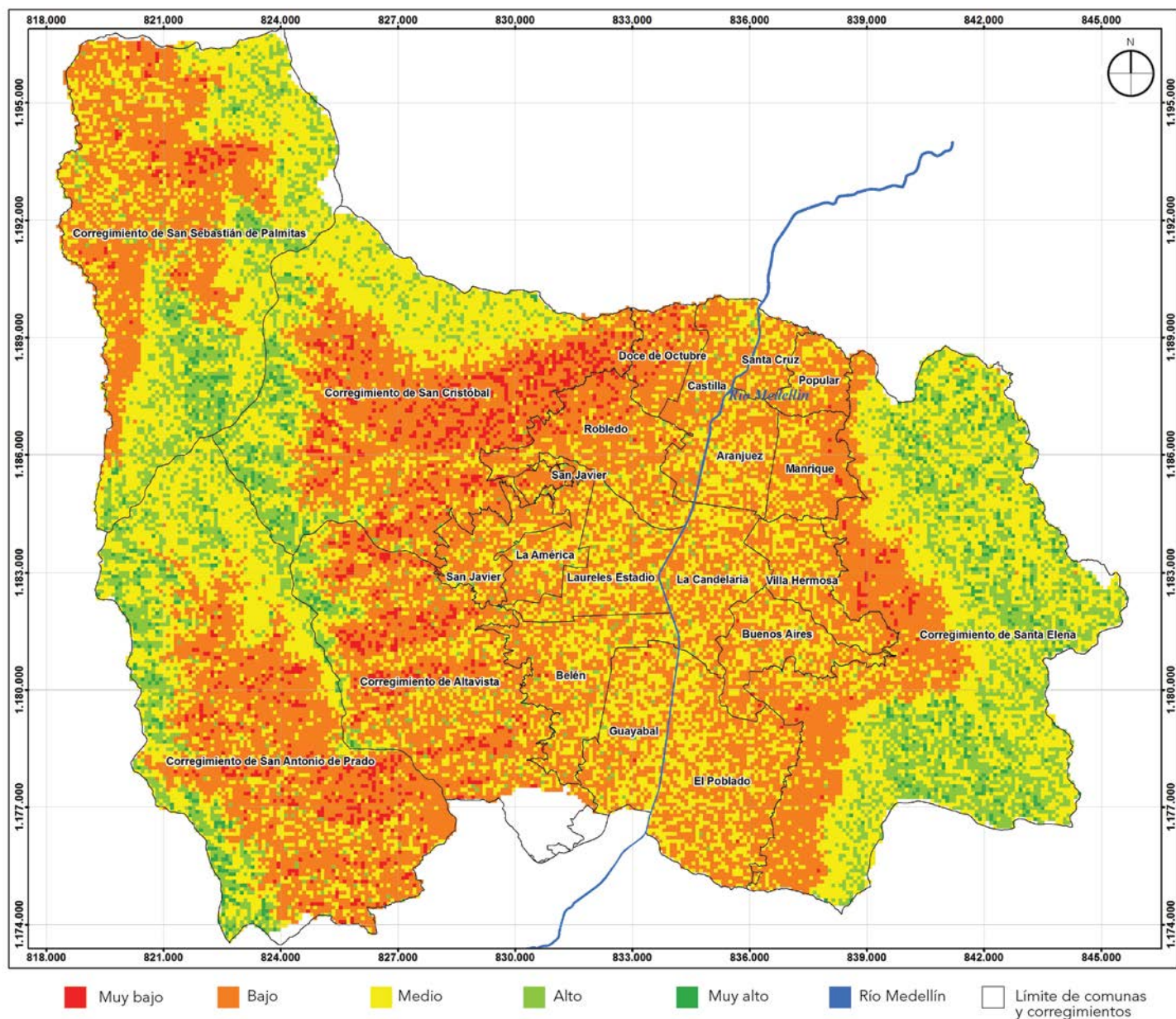
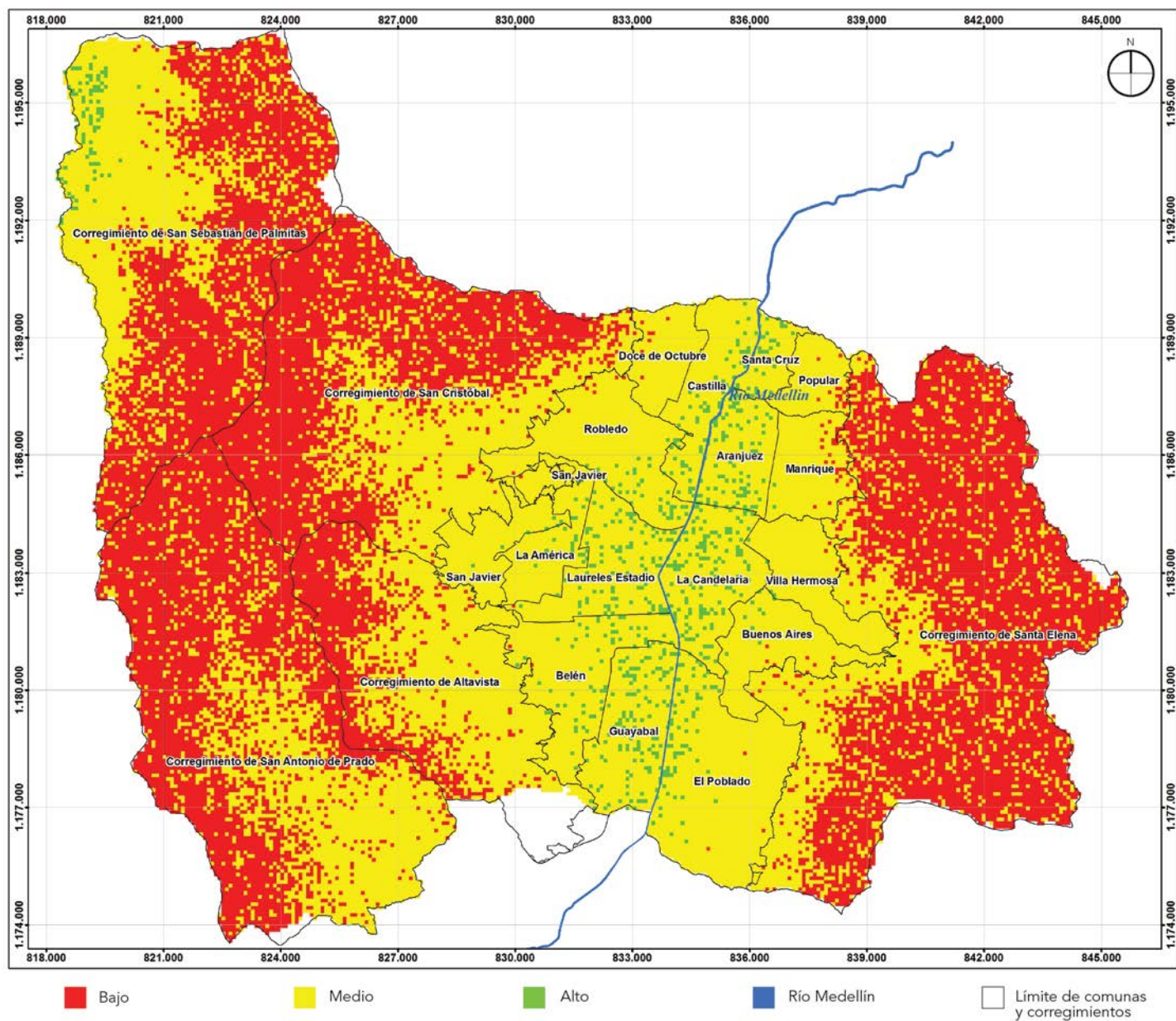


Figura 9g. Psicofilia (mariposas diurnas)



los campos para abarcar un ecosistema agrícola más amplio. Conservar los bosques como soporte de los polinizadores y dispersores de frutos y semillas, favorece tanto a los agricultores como a los consumidores, ya que ante un déficit de polinizadores también los consumidores del producto pueden verse afectados por el incremento en el valor de mercado y la reducción de su disponibilidad (Kevan y Phillips, 2001). Los polinizadores necesitan de una serie de recursos en su medio para la alimentación, nidificación, reproducción y cobijo; la pérdida de cualquiera de estos requisitos puede causar la extinción local de los polinizadores (Westrich, 1989).

Se ha caracterizado el servicio de polinización por animales sobre las plantas cultivadas a nivel mundial y del neotrópico y se ha encontrado que el 74% de ellas dependen en alguna medida de polinizadores, lo que se traduce en que al menos un 35% de la cosecha mundial depende de esta interacción (Klein et ál., 2007). Gallai et ál. (2009) estiman que aproximadamente el 39% de la comida cultivada presenta algún grado de dependencia de la polinización, esto significa que el servicio de polinización por parte de animales a nivel mundial representa, al menos, 200 billones de dólares. A nivel del neotrópico, Garibaldi et ál. (2011) estimaron que el 70% de los principales cultivos depende en algún grado de los animales para su polinización. Esto demuestra la importancia de aves, murciélagos, insectos e incluso reptiles en la prestación del servicio de polinización, tanto de plantas comerciales, como de plantas de importancia ecológica.

Otro proceso en el que interviene la fauna de manera imprescindible es la dispersión de semillas, esencial para la estructura de los ecosistemas (Nathan y Muller-Landau, 2000), para el mantenimiento de poblaciones de plantas y para el incremento de su variabilidad genética. Este proceso es de vital importancia para la sociedad al depender de la dispersión de semillas muchas especies de valor económico como las maderables, alimenticias y medicinales (Kunz et ál., 2011).

Los murciélagos también juegan un rol decisivo en la dispersión de semillas hacia zonas perturbadas. De esta manera cumplen un papel fundamental en el mantenimiento de los bosques y en la regeneración natural de hábitats tras una perturbación (Medellín y Gaona, 1999). Por eso en zonas de derrumbes o en proceso de restauración prestan un servicio de gran utilidad ecológica y valor económico, ahorrando grandes cantidades de esfuerzos y dinero en restauración.

Finalmente, el control de plagas es otro de los procesos fundamentales para los seres humanos en los cuales interviene la fauna. Este control biológico es esencial para mantener el equilibrio de los ecosistemas, pues limita el crecimiento desproporcionado de poblaciones y, en muchos casos, de especies que pueden ser consideradas plagas o vectores de enfermedades (De Groot et ál., 2002). Las aves también son controladoras de poblaciones de insectos o vertebrados: especies como la lechuza común (*Tyto alba*), que son depredadoras tope, pueden ayudar a reducir las

poblaciones urbanas de roedores. Se ha calculado que en toda su vida, la lechuga común puede consumir hasta 11.000 ratones, que en un sistema agroforestal, podrían haber consumido 13 toneladas de cultivos (Şekercioğlu, 2006b). También se ha comprobado que especies insectívoras controlan plagas de cultivos de café, como la roya, generando mayor producción y menor pérdida de frutos a causa de estos insectos (Kellermann, 2007), y en bosques de roble, mejoran el crecimiento de las plántulas al estabilizar las poblaciones de insectos herbívoros (Marquis y Whelan, 1994).

Este es quizá uno de los servicios ecosistémicos más estudiados en mamíferos y presenta un valor económico de gran importancia para la sociedad. El grupo de mamíferos que presta en mayor medida este servicio es el de los murciélagos insectívoros (Kunz, 2011). Los mamíferos ejercen control biológico sobre gran cantidad de especies que en determinados casos pueden tener efectos negativos sobre el bienestar de los seres humanos. Este control biológico se podría clasificar en tres grandes grupos de acuerdo con los estudios realizados de dicho servicio ecosistémico: control sobre insectos, sobre vertebrados y sobre especies de plantas invasoras. Las valoraciones económicas del servicio difieren aún más que los estimativos de consumo, en función de aproximaciones de valoración, supuestos y forma de reporte de los resultados. Los murciélagos, por ejemplo, presentan un valor económico de gran importancia para la agricultura, con estimaciones de 500.000 dólares/año para un área agrícola de

4000 ha en Texas, Estados Unidos (Betke et ál., 2008), y un valor total para ese país de aproximadamente 3.7 billones USD/año. Federico et ál. (2008) estimaron que los murciélagos tienen un valor de entre 46 y 214 dólares por hectárea, en un estudio sobre su papel como controladores de insectos plaga. Otro estudio en el norte de México estimó el valor promedio de los murciélagos para la agricultura en 19 dólares por hectárea (Gándará et ál., 2006).

Otro aspecto en el que murciélagos, anfibios y reptiles están prestando un servicio ecosistémico muy importante es en la supresión de roedores e insectos transmisores de enfermedades (Tuttle et ál., 2006; Valencia et ál., 2012; Berard et ál., 2003; Spielman y Sullivan, 1974).

En cuanto a reptiles, se ha encontrado que muchas de las especies que están registradas para Medellín incluyen en su dieta animales que pueden considerarse plagas. Para la lagartija de casa (*Hemidactylus brookii*) y la lisa (*Mabuya unimarginata*), se han registrado especies del orden *Diptera* (mosquitos) y *Blattodea* (cucarachas) (Díaz et ál., 2012; Caicedo et ál., 2011). Dentro de las serpientes, es común que se encuentren roedores (Vitt y Caldwell, 2009; Ramos et ál., 2010), por lo tanto, es probable que dentro del área urbana algunas especies medianas o grandes puedan incluir especies como las ratas (*Ratus rattus*) o el ratón común (*Mus musculus*); ambas introducidas y potencialmente portadoras de enfermedades y plagas de cultivos.

En el caso de los insectos, este servicio puede ser llevado a cabo por los que generalmente viven o forrajean sobre el suelo y está asociado a la dieta, con insectos generalistas o especialistas (De Bello et ál., 2010); entre estos hay grandes grupos de insectos parasitoides y depredadores (Kremen, 2005).

En el caso de aves, este servicio no se ha estudiado en la ciudad. Son necesarios estudios que cuantifiquen el éxito de polinización y dispersión de semillas por parte de ellas, tanto en Medellín como en otros municipios del Valle de Aburrá, y que midan el impacto de la fragmentación y urbanización en la movilidad de estas especies. También son necesarios estudios que evalúen el impacto que tienen especies controladoras de plagas, como las insectívoras y depredadoras tope, con el fin de evidenciar el beneficio que ofrecen en la zona urbana al eliminar plagas potenciales. Igualmente, se debe crear conciencia del valor del servicio ecosistémico prestado por las aves carroñeras, como los gallinazos, que evitan que la ciudad sea invadida por los desechos y por plagas originadas en el mal manejo de los residuos producidos por la población urbana.

En cuanto a mamíferos, todos los componentes de este servicio se prestan en mayor o menor medida por este grupo y, en ellos, los murciélagos son un componente clave. En la zona urbana, hay registradas al menos nueve especies de murciélagos insectívoros, por lo que es muy probable que en la ciudad estén prestando el servicio de control de poblaciones de insectos que pueden trans-

mitir enfermedades o ser una molestia para sus habitantes. Además, una especie de murciélago nectarívoro está reportada en la ciudad con una distribución aparentemente amplia y puede ser la encargada de polinizar una variedad de especies y estar cumpliendo un rol en la polinización de algunas plantas urbanas. En el ámbito urbano, también se registra la presencia de varias especies de murciélagos frugívoros, importantes en la dispersión de gran cantidad de plantas; sin embargo, es probable que su efecto sobre la composición vegetal de la ciudad sea poco, debido al alto nivel de manejo que tienen sus zonas verdes: podas regulares y plantas sembradas de acuerdo con las necesidades humanas.

Es probable que en la zona rural de Medellín se estén prestando estos servicios en una magnitud importante. El servicio de control biológico sobre plagas de cultivos representa un valor económico para la población campesina del territorio. 16 especies de murciélagos, distribuidos en tres familias, pueden estar teniendo un efecto benéfico sobre la agricultura; sin embargo, hace falta conocer sus abundancias, dietas y las especies de insectos plaga, para tener una idea de la magnitud del servicio que están prestando en la ciudad. Además de ellos, es probable que los carnívoros ejerzan un papel clave como controladores biológicos al depredar pequeños mamíferos. En una zona cercana a Medellín se encontró que los roedores eran el ítem más abundante en la dieta del zorro (*Cerdocyon thous*) (Delgado, 2002). Con el ensamblaje de carnívoros de algunos co-

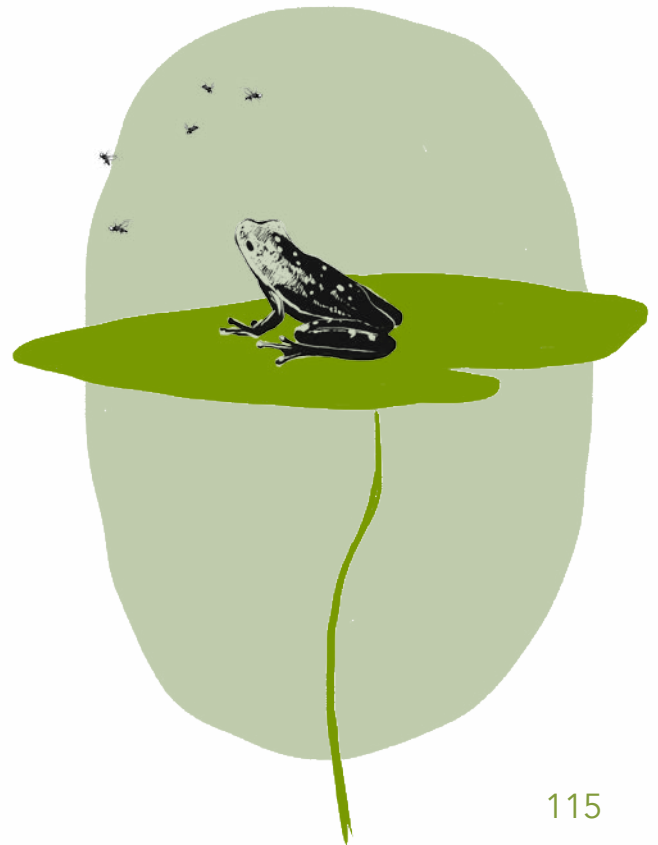
regimientos, Medellín alberga una riqueza significativa de especies (aproximadamente cinco), varias netamente animalívoras, como el tigrillo lanudo. Se debe considerar la evaluación de este servicio en la ciudad, para lo cual es fundamental tener un conocimiento más completo de la composición, distribución y dieta de dicho ensamblaje a nivel local.

Las especies de murciélagos presentes en Medellín estarían cumpliendo un papel claro en la polinización y dispersión si se extrapola lo encontrado en otros sitios: en Medellín hay 12 especies de murciélagos frugívoros que pueden dispersar una gran cantidad de especies vegetales, entre las que se encuentran especies comestibles como el mango (*Mangifera indica*), la guanábana (*Annona muricata*) o la papaya (*Carica papaya*), especies ornamentales como los anturios (*Anthurium spp.*) y especies maderables (Kunz et ál., 2011). Las especies de nectarívoros presentes en la zona rural de Medellín también cumplen un papel de gran importancia en el mantenimiento de la diversidad nativa y en la reproducción de especies vegetales de interés para el hombre.

De los insectos, para Medellín el servicio de dispersión de semillas es provisto por escarabajos coprófagos, con reportes para 16 localidades (540 registros); el de polinización, por insectos polinizadores como moscas, escarabajos, algunos *Curculionidae*, algunos *Cerambycidae*, tijeretas y abejas en general, con reportes para 105 localidades (1.792 registros); y el servicio de con-

trol de plagas, por grupos de depredadores y parasitoides como moscas, escarabajos, avispas depredadoras o parasitoides, otros himenópteros parasitoides en algún estadio de su ciclo de vida, algunos chinches, libélulas y mantis, con reportes para 121 localidades (3.716 registros).

En particular, en Medellín existen registros del género *Bombus* (*Hymenoptera: Apidae*), que en otras regiones del país se ha reportado como visitante de varias especies de plantas, entre las cuales se encuentran las del género *Eschweilera*



Mart. ex DC. (*Ericales: Lecythidaceae*), varias de ellas están en alguna categoría de amenaza (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y también están presentes en las laderas del Valle de Aburrá. Igualmente se han detectado algunos grupos de *Coleoptera* que pueden ser polinizadores específicos, como *Nitidulidae* de palmas, *Baridinae* y *Acalyptini* (*Curculionidae*) de palmas y ciclantáceas.

Otro grupo que potencialmente presta el servicio de control biológico en la zona, son los peces. Al evaluar la dieta se observó que los del género *Astroblepus* (babosos o capitanes) son insectívoros y entre su dieta potencialmente pueden estar algunos insectos considerados como plagas, como es el caso de los *Psychodidae* (alibancos o mosca del baño), transmisores de leishmaniasis, o los *Culicidae* (zancudos) que son transmisores del dengue y la malaria, y como estos tienen un estadio de vida (ninfa) en el agua, sus poblaciones pueden ser controladas por los peces. Por su parte, los peces herbívoros, también hacen control biológico al regular el crecimiento y la abundancia de algas y plantas acuáticas.

Estos servicios ecosistémicos se encuentran en riesgo, debido a la degradación, destrucción y fragmentación de hábitats. En especies con baja movilidad, dietas especializadas y mayor tamaño corporal, la fragmentación tiene mayor impacto (Şekercioğlu y Sodhi, 2007; Şekercioğlu et ál., 2002). Resultado de este fenómeno es la desaparición de especies que conforman grupos im-

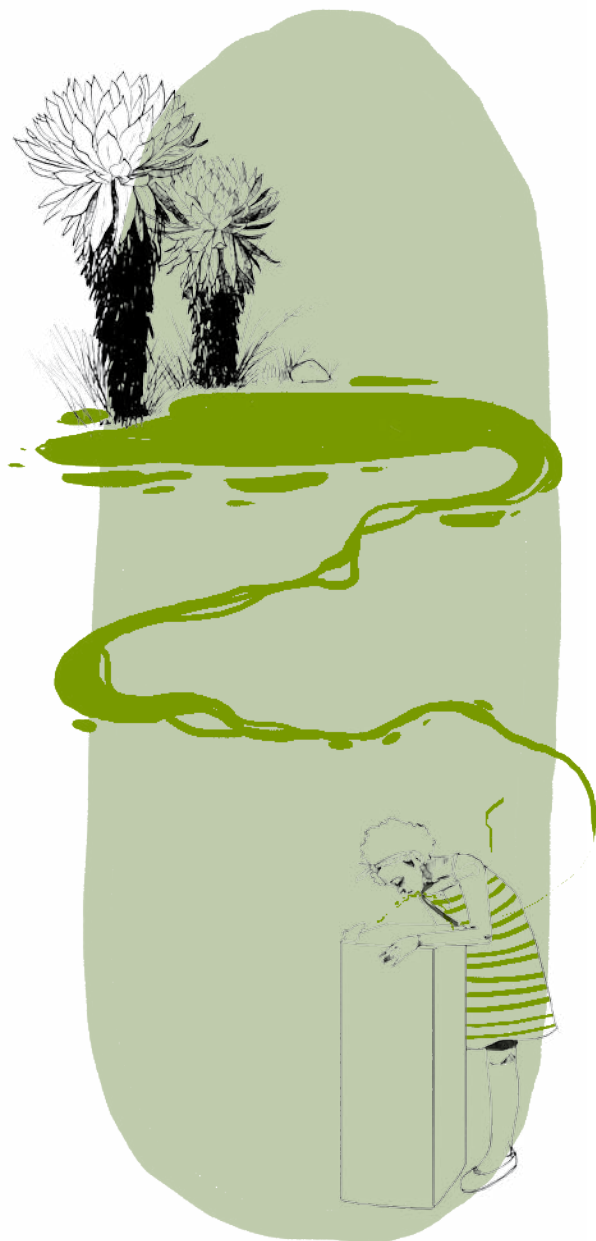
portantes en el funcionamiento del ecosistema, como las dispersoras, carroñeras y especialistas que pueden afectar a la comunidad entera (Şekercioğlu y Sodhi, 2007). Como la vida es una red, la desaparición de individuos de una especie afecta el ecosistema, porque los delicados balances entre las especies, a través de las cadenas tróficas, pueden alterarse y, con ello, el bienestar de las personas, de muchas maneras. Por ejemplo, la desaparición de especies de anfibios o reptiles puede ocasionar el incremento de sus presas, dentro de las cuales se encuentran insectos y roedores. Esto puede tener relevancia en lo que se refiere a la transmisión de enfermedades y la afección de cultivos. Puede citarse también como ejemplo, un huracán en Las Bahamas que virtualmente eliminó dos especies de aves que polinizaban el arbusto *Pavonia bahamensis*, lo que resultó en un declive de la producción de frutas de un 74% (Whelan et ál., 2008). En insectos la disminución de los tamaños poblacionales de coprófagos o polinizadores está asociada a la disminución de coberturas boscosas y a la disponibilidad de hábitats naturales para la anidación y reproducción de estas especies; consecuentemente, esta disminución acarrea un deterioro de la función de "enterramiento de las heces" y la polinización de cultivos (Larsen et ál., 2005). La desaparición de las aves carroñeras en las ciudades podría aumentar la población de perros y ratas que son vectores de enfermedades como moquillo canino, parvovirus y rabia, además de transmitir la bacteria *Leptospira* (Whelan et ál., 2008).

Servicios ecosistémicos de provisión

Provisión y regulación hídrica

Entre todos los servicios de los ecosistemas, es la oferta de agua la que más a menudo y de manera más categórica se reconoce por parte de la población, por el rol esencial que juega para el mantenimiento de la vida y de las actividades humanas. La importancia de este recurso, en términos de su valor de existencia y de uso, da lugar a un mercado estructurado y consolidado y ello, a su vez, a que la cantidad y calidad del recurso sean objeto de manejo y gestión, por agentes públicos y privados. Entender este servicio implica comprender una serie de procesos físicos y químicos involucrados en el ciclo hidrológico. El papel de la diversidad biológica en este ciclo es preponderante, aunque es claro que la disponibilidad de agua en cantidad, calidad y distribución espacial y temporal no depende exclusivamente de un buen estado de salud de los ecosistemas, sino además de los procesos humanos de manejo y gestión del recurso y, en general, del territorio. Por sus íntimas conexiones naturales, y especialmente por la necesidad de articular políticas efectivas para la gestión de los servicios ecosistémicos, la PGIBSE Medellín tomó la decisión de acoplar los servicios de provisión y de regulación hídrica, que la academia trata separadamente para mejorar su comprensión teórica.

De acuerdo con información de EPM, la mayor empresa prestadora del servicio en la región, las



áreas que ofrecen el recurso hídrico para el abastecimiento de agua para el Valle de Aburrá son:

- Embalse La Fe (58%)
- Embalse Rio Grande II (33%)
- Embalse Piedras Blancas (3,5%)
- Áreas varias en Medellín —San Cristóbal, San Antonio de Prado, Altavista, Santa Elena—, Caldas y Barbosa (5,5%)

Lo anterior recuerda la casi absoluta dependencia que Medellín tiene de territorios por fuera de su jurisdicción para garantizar sus necesidades básicas de recurso hídrico. Deriva de esto la necesidad ya identificada de fortalecer estrategias y acciones de gestión del recurso en dichas áreas, bajo el principio de sostenibilidad urbano-regional, promoviendo y viabilizando que la conservación de áreas estratégicas para el mantenimiento en cantidad, calidad y regulación del recurso sea una opción necesaria para los demandantes (población urbana, principalmente), pero atractiva para los oferentes del servicio (habitantes rurales de las cuencas tributarias de los citados embalses o áreas aferentes a acueductos veredales).

No obstante lo anterior, la gestión de los servicios ecosistémicos de provisión y regulación hídrica en el territorio de Medellín es necesaria, por respeto a los principios de eficiencia y equidad. El primero persigue el uso óptimo de los recursos endógenos, lo que constituye una oportunidad de sostenibilidad; el segundo significa, para nuestro caso, facilitar la disponibilidad y acceso del recurso para

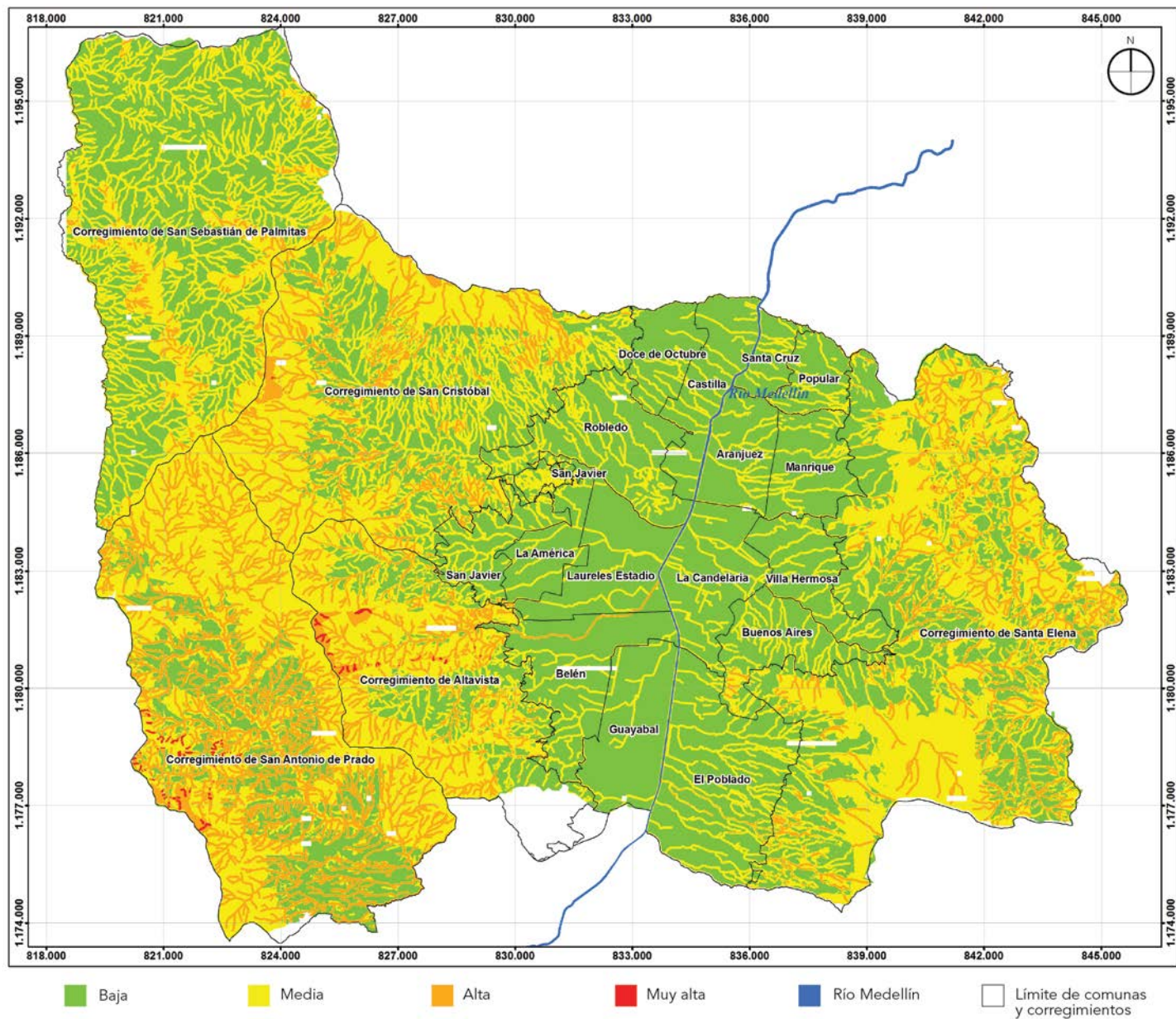
poblaciones especialmente vulnerables, como aquellas que se encuentran en el borde de urbanización o como las poblaciones rurales de Medellín que aún dependen de la oferta in situ del recurso.

Como insumos para espacializar las áreas de mayor importancia en Medellín, por su papel en la oferta del recurso hídrico, se identificaron y utilizaron los siguientes:

- Fundamentos, análisis geográfico y control de las cuencas hidrográficas de orden cero del municipio de Medellín (Vásquez, 2007).
- Áreas abastecedoras de acueductos veredales Medellín (Proyectos Ecosistemas Estratégicos Medellín, Alcaldía de Medellín, años 2003-2010).
- Áreas para la provisión y regulación hídrica en planes especiales de ordenamiento corregimental (Planes Especiales de Ordenamiento Corregimental, Alcaldía de Medellín-Grupo HTM, Universidad Pontificia Bolivariana, Corporación Terrha, 2009 a 2012).
- Plan de Ordenación de la Cuenca del Río Aburrá –Pomca– (Universidad Nacional-AMVA-Corantioquia-Cornare, 2006)
- Planes de ordenación y manejo de microcuencas –PIOM– (Alcaldía de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2002 a 2012).

A partir del cruce de la información relevante, proveniente de los estudios y planes citados anteriormente, resulta la propuesta espacial que se presenta a continuación (**Figura 10**) que expresa gráficamente la coincidencia o no entre dichos planes, en relación

Figura 10. Niveles de concordancia en la distribución territorial de la oferta de los servicios ecosistémicos de provisión y regulación hídrica en Medellín.



con la identificación de áreas donde la oferta en cantidad y calidad del servicio ecosistémico de provisión y regulación hídrica se presume mayor.

Las áreas de oferta extraterritorial de Medellín están dadas principalmente por las cuencas tributarias a los embalses de Río Grande II y La Fe. Una aproximación a las áreas de estas cuencas que pueden estar prestando en mayor grado los servicios de provisión y regulación hídrica no se realizó, por dificultades para el acceso a la información. No obstante, tanto la autoridad ambiental rural –Corantioquia– como EPM, cuentan con información de detalle que permite conocer el aporte diferencial, a escala predial, a la prestación de este servicio ecosistémico. Con base en esta información, EPM, el Municipio de Medellín y Corantioquia están emprendiendo procesos tipo PSA (pago por servicios ambientales) e iniciativas como el Fondo del Agua, con la ayuda de organismos internacionales como The Nature Conservancy, buscando reconocer el aporte que estas áreas están realizando a la calidad de vida y a la competitividad económica de la región metropolitana del Valle de Aburrá, a través del suministro de este recurso esencial.

En lo relacionado con la demanda, se ha determinado que el consumo del Valle de Aburrá es de 517.000 m³ (994.000 usuarios –instalaciones–)². El Valle de Aburrá tiene agua para consumo humano garantizada para más de 50 años (según, Juan Carlos Herrera, jefe de Normalización y Soporte

2 http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/el_aburra_merca_solo_29_de_los_alimentos_en_antioquia/el_aburra_merca_solo_29_de_los_alimentos_en_antioquia.asp consultado el 7 de abril de 2013

de Aguas de EPM). El Embalse de Río Grande II genera 20 metros cúbicos por segundo, pero solo se usan 3,5 m³/s. EPM genera al año 290 millones de metros cúbicos. En 2003 producía lo mismo, lo que significa que ha disminuido el consumo, por la conciencia ambiental.

En lo relacionado con Medellín, los planes especiales de ordenamiento territorial de los cinco corregimientos abordaron el tema de la capacidad de los sistemas de abastecimiento de aguas para consumo humano, así como el de la identificación de cuencas críticas por sus índices de escasez. Esta información, junto con la generada por los planes de ordenación y manejo integral de cuencas hidrográficas, deberá ser revisada conjuntamente para una gestión más efectiva del recurso hídrico, alimentada por el enfoque de servicios ecosistémicos. Esto implica, entre otras cosas, la revisión de sus conexiones y necesidades de articulación en términos de planeación y de instrumentos de gestión, con servicios como la modelación de eventos extremos por movimientos en masa, la regulación climática, el transporte y dilución de contaminantes líquidos, o la conservación de hábitats para la diversidad biológica.

Otro valioso referente de información es el resultado del reciente esfuerzo de evaluación de la huella hídrica del río Porce que realizaron el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Co-sude), con la participación de 16 instituciones públicas y privadas, y que fue entregado en junio de

2013. De acuerdo con los resultados, el 84,4% del territorio de Medellín se encuentra al interior de la cuenca, y más del 80% de la población y el 90% de la industria de la cuenca se encuentran en esta ciudad, por lo que el trabajo es importante dados los análisis que contiene en relación con la huella hídrica para los sectores agropecuario, industrial, doméstico, generación de energía hidroeléctrica y minería, con resolución mensual (Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013).

Este estudio encontró, para la cuenca del río Aburrá, una huella hídrica verde³ de 282,6 mm³/año (62% pecuario), una huella hídrica azul⁴ de 47,5 mm³/año (56% doméstico), y una huella gris⁵ de 15.300 DBO5 (74% doméstico). Por su parte, para la cuenca del río Grande, una huella hídrica verde de 169 mm³/año (75% pecuario), una huella hídrica azul de 19 mm³/año (igual aporte por sectores agrícola, pecuario e hidroeléctrico, 19%), y una huella gris de 467 DBO5 (73% doméstico) (Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013). Como conclusión, este trabajo plantea la necesidad de que, en el corto plazo, se trabaje por una reducción de la contaminación industrial y doméstica aportada por la cuenca del río Aburrá, así como por un control y seguimiento frente a usos del suelo y competencias por acceso al agua verde

3 Huella hídrica verde hace referencia al consumo de agua almacenada en el suelo proveniente de la precipitación, que no se convierte en escorrentía. Satisface una demanda sin requerir para ello de intervención humana.

4 Huella hídrica azul hace referencia al consumo de agua, asociado a una extracción de fuente superficial y/o subterránea para satisfacer la demanda originada en un proceso. Requiere de intervención humana.

5 Entendida como el volumen de agua necesario para asimilar la carga de contaminantes por parte de un cuerpo receptor, tomando como referencia las normas de calidad ambiental y asociando los límites establecidos a una calidad buena del agua para el ambiente y para las personas.

que están comprometiendo la sostenibilidad de los ecosistemas y del sector productivo agropecuario, identificando como críticas las cuencas del río Aburrá, y como muy delicadas las situaciones en la cuenca de río Grande, entre otros.

Desde este trabajo, se reconoce además la necesidad de emprender acciones de gestión acoplada de este servicio ecosistémico con el de conservación de hábitats para la diversidad biológica y el de provisión de alimentos, dadas sus íntimas relaciones: “el agua para el ecosistema como base del análisis ambiental de las huellas hídricas establece una relación concreta entre el análisis del agua verde, la huella hídrica verde representada en los consumos efectivos del sector agropecuario y las políticas de conservación de ecosistemas y áreas estratégicas (que también requieren agua verde para su subsistencia) generadas desde el ordenamiento y manejo de las cuencas” (Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013).

Provisión de madera

La oferta de madera en Medellín se reduce básicamente a la de plantaciones forestales establecidas con fines comerciales y localizadas en el corregimiento de San Antonio de Prado. Se utiliza para la industria de la madera y el papel. No obstante, para uso doméstico y de pequeña escala, todos los corregimientos e incluso ciertas áreas urbanas, proveen, en alguna medida, recursos forestales maderables. Para aproximarnos a la oferta potencial de este servicio ecosistémico en Medellín se consideraron los siguientes insumos de información:

- Plan de Ordenamiento Territorial, específicamente las áreas definidas como de uso forestal productor.
- Planes especiales de ordenamiento corregimental, específicamente las áreas que se encontraban cubiertas por bosques plantados.
- Plan de manejo de las áreas protegidas rurales, específicamente las áreas que no se encuentran en categoría de preservación de la Reserva Forestal Nare y en la zona de oferta de bienes y servicios ambientales del Distrito de Manejo Integrado de Recursos Naturales Divisoria Aburrá-Río Cauca.

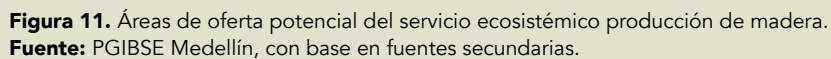
Los resultados de integrar esta información se presentan en la **Figura 11**.

Así, conforme a los usos actuales (PEOC) y a los reglamentados (POT), y excluyendo aquellas zonas de las áreas protegidas rurales que de acuerdo con sus planes de manejo presentan mayores restricciones de uso, las áreas de mayor potencial (viable) de producción maderable en Medellín son aquellas señaladas en la **Figura 11** con tonos verde y amarillo. No obstante, por los altos costos que implica la producción forestal en un entorno urbano, y por el aumento de las regulaciones ambientales para su desarrollo, estos usos son cada día menos factibles, si son concebidos de la manera tradicional. Una silvicultura nueva es condicionante para su permanencia en Medellín y el Valle de Aburrá, que pueda involucrar sistemas tecnológicos de punta, a la vez que se combine con otras actividades económicas asociadas

a sistemas agroproductivos, recreativos e incluso de vivienda campestre, allí donde las condiciones lo ameriten, en términos socioambientales. De lo contrario, los actores de la reforestación comercial continuarán mirando otros territorios y las actividades de forestación serán sólo aquellas que los actores públicos estén en capacidad de desarrollar, para objetivos no vinculados con la producción de madera, sino con otros servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad, la regulación hídrica o la mitigación de eventos de movimientos en masa.

Por otra parte, estudios de la Secretaría de Agricultura del Departamento encuentran 7.525 ha aptas para la reforestación comercial en el Valle de Aburrá, de las que apenas unas exiguas áreas se encuentran en el municipio de Medellín (corregimientos de San Cristóbal y Altavista). De las 58.844 hectáreas moderadamente aptas (2,53% del total de Antioquia), cerca del 15.000 se encuentran en Medellín, en la vertiente occidental del valle.

En relación con la demanda, la Gobernación de Antioquia (2005) sostiene que el consumo total de madera aserrada en el año 2003 en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, fue de 218.170 m³, de los cuales 123.780 m³ (56,7%) correspondieron a madera del bosque natural, 94.100 m³ (43,1%) a madera de plantaciones y 288 m³ (0,2%) a madera importada. Vásquez y Ramírez (2005) reportan la comercialización en Medellín y el Valle de Aburrá de 63 especies con madera comercial, muchas



de ellas amenazadas, procedentes del Nordeste, Bajo Cauca, Suroeste y Oriente Antioqueño, Urabá, Chocó, Caquetá, Santander, Amazonia, Córdoba, Guaviare, Arauca, Ecuador y Venezuela, y empleadas para 37 usos diferentes.

Según reportes de las Estadísticas de la Cadena Forestal del Departamento (2011, citadas por Comisión Tripartita, 2012), se encuentran plantadas 64.104,9 ha equivalentes al 1% del territorio antioqueño, especialmente de *Pinus patula*, *Cupressus lusitánica*, *Tabebuia rosea* y *Pinus tecunumanii*. De la madera aserrada procedente del bosque natural, cinco especies (*Cariniana sp.*, *Cedrela sp.*, *Tabebuia sp.*, y *Jacaranda sp.* y las denominadas maderas comunes) aportaron el 58,6% (72.540 m³) de la oferta de madera del bosque natural, y el 33,2% del consumo total de madera en el Área Metropolitana. Por regiones, el Oriente Cercano (Guarne, El Retiro, La Ceja) aportó el 29,5% (64.310 m³) de la madera que se consume en el Área Metropolitana y, el Nordeste Antioqueño, el 20,2% (44.000 m³). Las empresas reforestadoras pertenecientes a la Organización Ardila Lülle (Cipreses de Colombia S.A, Industrias Forestales Doña María S.A y Núcleos e Inversiones Forestales de Colombia S.A) aportan el 23,5% (55.500 m³/año) de la demanda regional de madera para aserrío. La empresa Reforestadora El Guásimo S.A. aporta el 13,2% (31.250 m³/año). El resto de la demanda (149.000 m³/año) es aportado por otros reforestadores de la región. Estas mismas empresas suministran a Papelsa S.A. el 81,7% (52.000 m³/año) de su consumo; los 11.670 m³ restantes son suminis-

trados por otras empresas reforestadoras (Gobernación de Antioquia, 2005). El consumo de madera aserrada en el Valle de Aburrá, procedente de bosques naturales y de plantaciones, se ha estimado en 123.780 y 238.670 m³/año, respectivamente (Gobernación de Antioquia, 2005).

Por su parte, Corantioquia reportó una movilización anual de 100.000 m³ de madera semielaborada procedente de bosques naturales y 446.661 m³ procedentes de plantaciones comerciales. De acuerdo con Cornare, la demanda del bosque natural ha disminuido constituyendo actualmente el 12% del total de madera movilizada (323.157 m³ de 1999 hasta 2004). Los destinos finales de esta madera son Medellín (39%), Rionegro (16%) y otros municipios (La Ceja, Guarne, Caldas, Barbosa, Sabaneta, Apartadó, Girardota, el Carmen de Viboral, Marinilla y El Retiro) con el 45%. Corpourabá registra la movilización de 12.363 m³ procedentes de bosques naturales y la removilización de 14.946 m³ procedentes del Chocó, hacia Medellín, Bogotá y Cali. Corantioquia registra una removilización de maderas en el periodo 1999-2004 de 439.446 m³ procedentes de varias regiones del país (Gobernación de Antioquia, 2005). Por su parte, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá reporta un abastecimiento total de 222.823 m³ desde 1995 hasta 2001. La especie más comercializada es el pino pátula (40.650 m³), seguido de roble (*Tabebuia rosea*), abarco (*Cariniana pyriformis*), cedro (*Cedrela odorata*), cativo (*Prioria copaifera*), ciprés (*Cupressus lusitánica*) y eucalipto (*Eucalyptus spp*). En menor

cantidad se comercializan cedro güino (*Carapa guianensis*), carresillo o ceiba tolúa (*Bombacopsis quinata*), lechero (*Brosimum spp*), sapán (*Clathrotropis brachypetala*), coco, soto (*Virola spp*), caimo (*Pouteria spp*), algarrobo (*Hymenae courbaril*), laurel (varias especies de la familia *Lauraceae*), y teca (*Tectona grandis*). Las procedencias son, fundamentalmente, el centro y norte de Antioquia, y el departamento del Chocó.

Corantioquia, Área Metropolitana, Cornare y Gobernación de Antioquia (2008, citados por Porras, 2012) determinaron que en el centro del departamento, conformado por 50 municipios, solo quedan bosques densos en el 0,57% del territorio; menos del 19% del área tiene vegetación secundaria; el 10% de municipios tiene bosques secundarios en áreas mayores a 100 ha; de 28 tipos de bosques nativos diferentes que deberían existir, 18 ya no existen, 3 están en inminente riesgo de extinción y a los 7 restantes les queda poco más de 20 años de existencia. Así mismo, que las zonas más afectadas por la pérdida de bosques en Antioquia son Bajo Cauca-Nechí, los municipios Bagre, Segovia, Nechí, Anorí y Zaragoza; Yondó y Remedios; toda la frontera con Chocó Biopacífico, bajo y medio Atrato, los municipios de Urrao, Frontino, Murindó, Vigía del Fuerte, Turbo; el flanco oriental de la cordillera Central, los municipios Sonsón, Argelia, Nariño, San Francisco, San Luis y San Carlos.

Conforme a los lineamientos de ordenación territorial para Antioquia en su segunda fase (Comisión

Tripartita, 2012), el potencial forestal comercial se presenta en todas las subregiones de Antioquia, con predominio del Norte, Urabá y Nordeste. De acuerdo con MyM (2010), el departamento posee 6,3 millones de hectáreas, de las cuales 3,08 millones (49%) tienen aptitud forestal (el 17,8% del potencial forestal identificado para Colombia), y entre estas, 294.133 ha son óptimas para plantaciones comerciales (el doble de lo actualmente plantado en Colombia, y más de siete veces lo plantado en Antioquia en el periodo 2000-2007). Las iniciativas públicas o privadas para el desarrollo del sector aparecen recurrentemente destacando las ventajas comparativas (disponibilidad de tierras, suelos forestales, diversidad climática, entre otras), pero los resultados expresan lo determinante de los factores limitantes (financiación, vías y transporte, titularización de tierras, coherencia ambiental, limitaciones de mano de obra especializada, extracción de madera ilegal, ampliación de incentivos, falencias en socialización y consultas previas, problemas de seguridad).

Existen varios proyectos en marcha para aprovechar ese potencial en El Retiro, Caldas, Jericó, Frontino, Cañasgordas, Urabá, Nordeste, Magdalena Medio y Bajo Cauca, con especies como *Pinus oocarpa*, *patula*, *maximinoi*, *tecunumanii*, *Acacia mangium*, *Tectona grandis*, e incluso varios con especies nativas, realizados por inversionistas locales y algunos internacionales (Chile y Ecuador). Si bien estos proyectos no están dirigidos necesaria y completamente al mercado de Medellín, se espera que, dada la formalidad de las inversiones y los im-

pactos económicos y sociales positivos que puede generar la actividad, en alguna medida, se disminuya la presión extractiva sobre el bosque natural y la deforestación que se ha estimado entre 20.000 y 25.000 ha/año para la última década (Orrego, 2009; Yepes et ál., 2011), y así se pueda mantener la oferta en cantidad y calidad de otros servicios ecosistémicos para Medellín y el departamento.

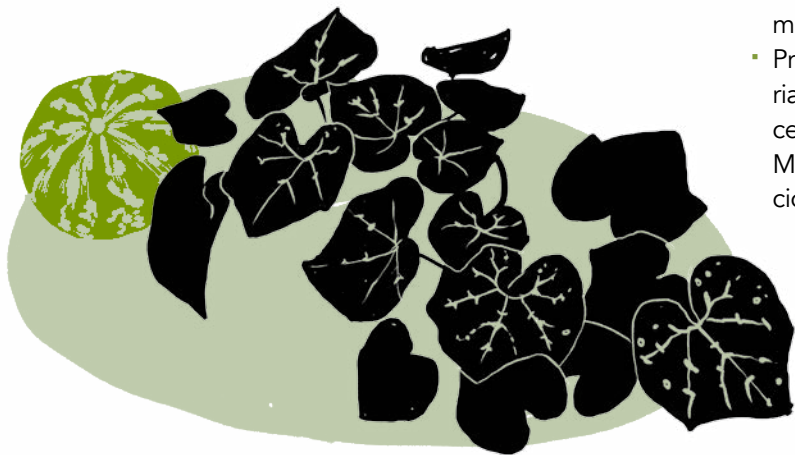
Provisión de alimentos y medicinas

Si bien este es un servicio de los ecosistemas que debe conocerse y conservarse en todo el territorio municipal, se asume que tiene una mayor relevancia en las áreas con uso o vocación fuertemente agrícola y pecuaria dentro de Medellín. No obstante, la magnitud de la demanda diaria de la población de la ciudad implica remitirse a otras espacialidades que ofertan bienes alimenticios en las regiones de Antioquia. En esa medida, se identificaron las siguientes fuentes y atributos de

información, como insumos para determinar las áreas de mayor importancia para la prestación de este servicio ecosistémico en Medellín:

- Plan de Abastecimiento y Distribución de Alimentos para la Ciudad de Medellín -Padam- (Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2011).
- Cartografía general de suelos de Antioquia elaborada por la Gobernación y el IGAC. Específicamente suelos con clasificación agrológica I, II y III en el territorio de Medellín, Valle de Aburrá y Antioquia.
- Suelos con uso agrícola y pecuario (en la actualidad) en Medellín, Valle de Aburrá y Antioquia, con base en la información de los Planes Especiales de Ordenamiento Corregimental de Medellín y el mapa de coberturas vegetales de Antioquia.
- Suelos de protección (PEOC), específicamente el atributo de áreas para la conservación de la actividad agrícola y pecuaria, para los corregimientos de Medellín.
- Propuesta de áreas para la producción agropecuaria en el Valle de Aburrá, realizada por las Directrices Rurales de Ordenamiento Territorial Rural (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad Nacional de Colombia, 2011).

En 2010 la Alcaldía de Medellín y la Universidad Nacional de Colombia estimaron el consumo de alimentos del Valle de Aburrá en 6.000 ton/día. La oferta actual del Valle de Aburrá es apenas el 3%, de ella, el 2,52% corresponde a Medellín.



SUBREGIÓN	PORCENTAJE	SUBREGIÓN	PORCENTAJE
Oriente (15,9% El Santuario)	43,77%	Valle de Aburrá	11,86%
Urabá	15,50%	Suroeste	9,56%
Norte	12,40%	Occidente	3,55%
Bajo Cauca	0,16%	Nordeste	3,11%
Magdalena Medio	0,04%		

Tabla 10. Procedencia de los alimentos cultivados en Antioquia y consumidos en el Valle de Aburrá
Fuente: Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional de Colombia, 2011

Conforme a datos conseguidos en las plazas de mercado Mayorista y Minorista, la procedencia de la oferta es la siguiente: 29% Antioquia; 71% resto de Colombia y otros países. Los alimentos procedentes de Antioquia tienen la siguiente distribución (Tabla 10).

El 71% proveniente de áreas por fuera del departamento, se distribuye así: 37% del Valle del Cauca, Tolima, Cundinamarca, Caldas y Córdoba, y 34% del resto del país y de importaciones (Chile, Argentina, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela, Panamá, Canadá, Estados Unidos, México y China).

Por su parte, Corantioquia-Universidad Nacional de Colombia (2000) estimaron que el valor del flujo anual por abastecimiento de alimentos proporcionado por el Oriente Antioqueño (estimado en ese momento en un 20% de la demanda de alimentos del Valle de Aburrá) era de 1.445 millones de dólares, cifra que sobrevalora el aporte actual, conforme a los datos del Padam (Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2011), pero que es aún muy significativa. No obstante, los autores de la

estimación advertían sobre la alta variabilidad en las áreas cultivadas, debida a fenómenos de urbanización, suburbanización, instalación de florifactorías y otras formas de uso del suelo no agrícolas, lo que afectaría en gran medida el valor estimado.

El Padam (Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2011) estimó que diariamente se transan 3.700 toneladas de alimentos en las dos principales centrales de acopio y comercialización de la ciudad. Resalta que es un mercado dinamizado por la especulación y la “expectativa de lucro”, lo que en buena medida es causal del desperdicio de 20-25 toneladas diarias de alimentos (Javier Humberto Ramírez Vergara, de la Central Mayorista de Antioquia, en Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2011), lo cual resulta más que preocupante en una ciudad donde se estima que un 58,9% de hogares padece de inseguridad alimentaria (inseguridad leve: 36,7%; moderada: 13,7%; severa: 8,2% –que supera en 4,8% la nacional–; rural: 72,9%; urbana: 55,6%), pudiendo ser esta una de las manifestaciones de vulnerabilidad social que genera un inadecuado flujo de este ser-

vicio ecosistémico de provisión. En relación con la diversidad de la demanda real, el Padam realizó una estimación de 1.300.000 toneladas anuales de alimentos para Medellín (basada en proyecciones del DANE en 2010 para la ciudad de 2.343.049 habitantes), considerando los 50 principales productos de la canasta familiar, lo que significa 3.750 toneladas diarias. Las verduras son, en peso, el primer producto en consumo, seguido de frutas y cereales. No obstante, existe un déficit en estos tres grupos al realizar la comparación con la canasta recomendada: se requiere aumentar el consumo de verduras en 80%, frutas en 145% y cereales en 17%.

Finalmente, la información espacial que se consolida en la PGIBSE Medellín consiste en la combinación de la información más relevante de las citadas fuentes. En ellas se recomienda la realización de acciones de valoración integral de este servicio ecosistémico. Dicha información es la que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) generó con la Gobernación de Antioquia (escala 1:25.000) para todo el departamento y, particularmente, para las áreas que a 2007 presentaban uso agrícola y pecuario. Se excluye de esta información la correspondiente al Valle de Aburrá, dadas las condiciones de mayor detalle y actualidad de nuevos datos con que se cuenta para esta subregión. Así, para el caso de Medellín, se asume integralmente la propuesta que los planes especiales de ordenamiento corregimental realizaron (escala 1:5000), y que resulta del análisis de uso actual, pero también de las viabilidades técnicas, económicas y

políticas para que esta actividad permanezca y se fortalezca en el mediano plazo. Estas áreas pasan a integrar la propuesta de suelos de protección, toda vez que el Decreto 3600 de 2007 las reconoce dentro de las áreas de protección y conservación ambiental. Para los demás municipios del Valle de Aburrá, se asumió como fuente más idónea de información la propuesta generada por la Universidad Nacional de Colombia para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el proceso de generación de directrices metropolitanas de ordenamiento territorial rural (escala 1:25.000), soportada en el análisis de lo existente, pero también en las posibilidades de continuidad de estos usos, dadas las transformaciones culturales, la fragmentación predial, el aumento en los precios del suelo, las dinámicas de mercado y la viabilidad técnica de continuar desarrollando esta actividad.

El resultado de integrar y articular esta información se presenta en las **figuras 12 y 13**, donde se espacializa la oferta actual de este servicio en Medellín y Antioquia.

Es importante mencionar, para posterior consideración, otras fuentes de información complementarias a las consultadas, pues aportan nuevos datos para continuar el análisis vinculado con este servicio ecosistémico, a saber: Lineamientos de Ordenamiento Territorial de Antioquia –Fase II–; planes estratégicos subregionales del Norte, Suroeste, Bajo Cauca, Oriente, Urabá y Zona Nus; modelos subregionales de Oriente y Urabá Antioqueño, y el proyecto “Dinámicas de articulación

Figura 12. Aproximación a la espacialidad de la oferta actual del servicio de provisión de alimentos en Medellín.
Fuente: PGBSE Medellín, con base en fuentes secundarias.

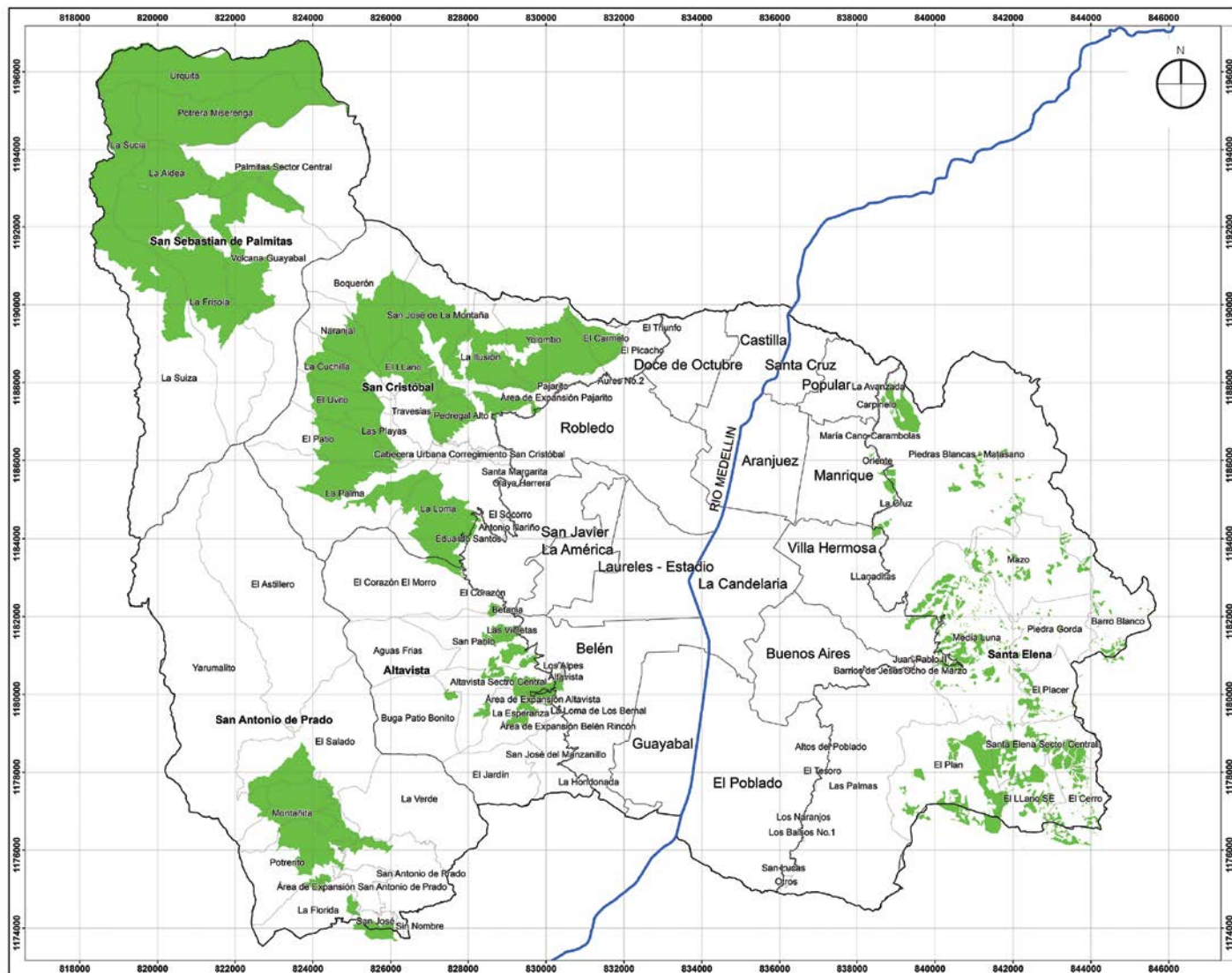
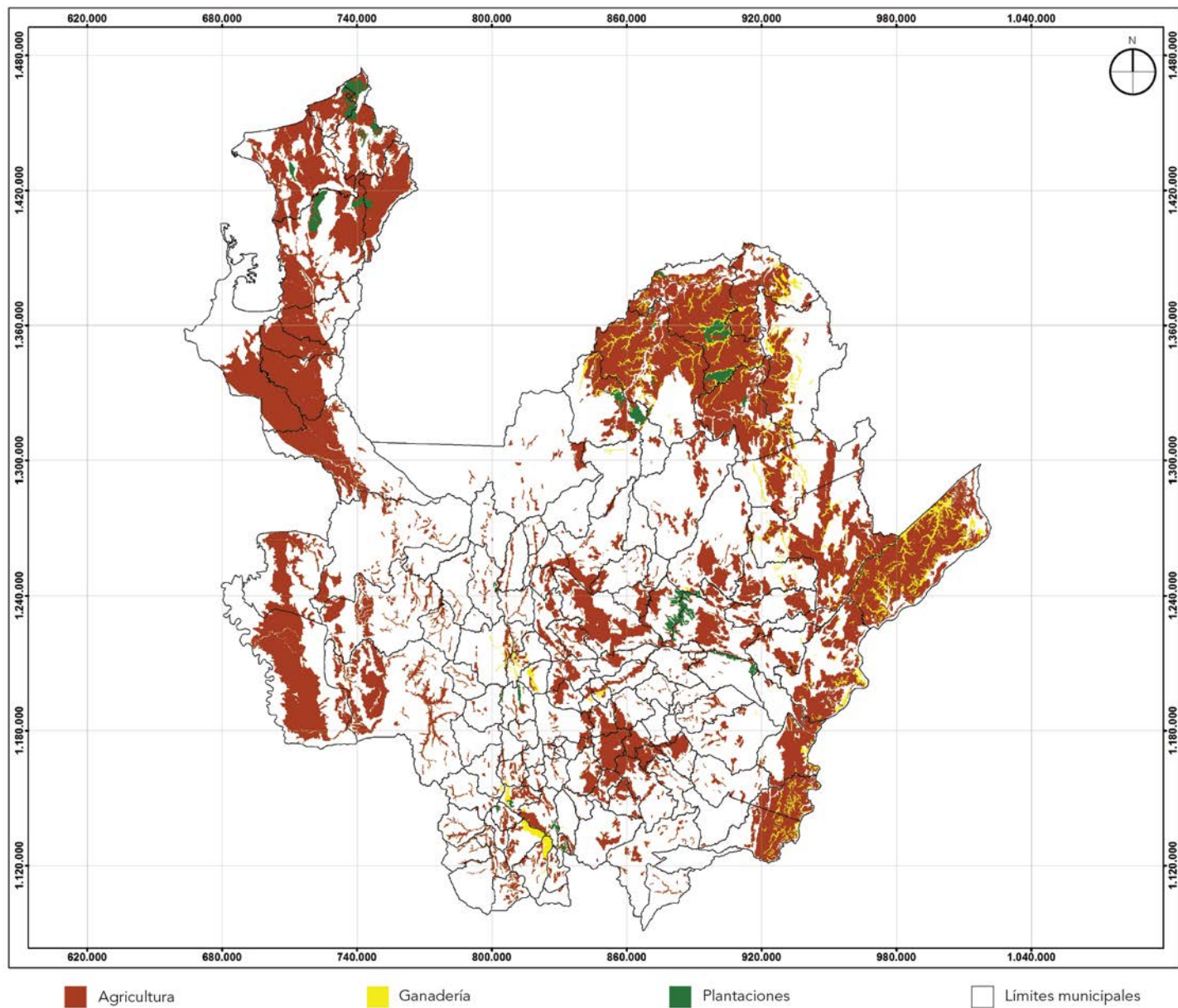




Figura 13. Aproximación a la espacialidad de la oferta actual del servicio de provisión de alimentos en Antioquia.
Fuente: PGIBSE Medellín, con base en fuentes secundarias.



regional entre el Valle de Aburrá y los municipios cercanos de los valles de San Nicolás y del Cauca". Todos ellos, con diferentes aproximaciones conforme a sus enfoques, objetivos y circunstancias de desarrollo, ofrecen datos o analizan aspectos vinculados directa o indirectamente con este servicio ecosistémico.

La oferta potencial de este servicio ecosistémico se asume como en la **Figura 14**, donde se incluyen los suelos de alta capacidad productiva en Antioquia (específicamente, los suelos con clasificación agrológica I, II, y III) y sobre los cuales deberían ser realizados análisis de detalle en el marco de la implementación de la PGBSE Medellín, toda vez que desde sus condiciones naturales son aquellos que, bien manejados, tienen la posibilidad de una mayor productividad agropecuaria que Medellín podría capitalizar para su seguridad alimentaria y para el beneficio socioeconómico de las regiones de suministro.

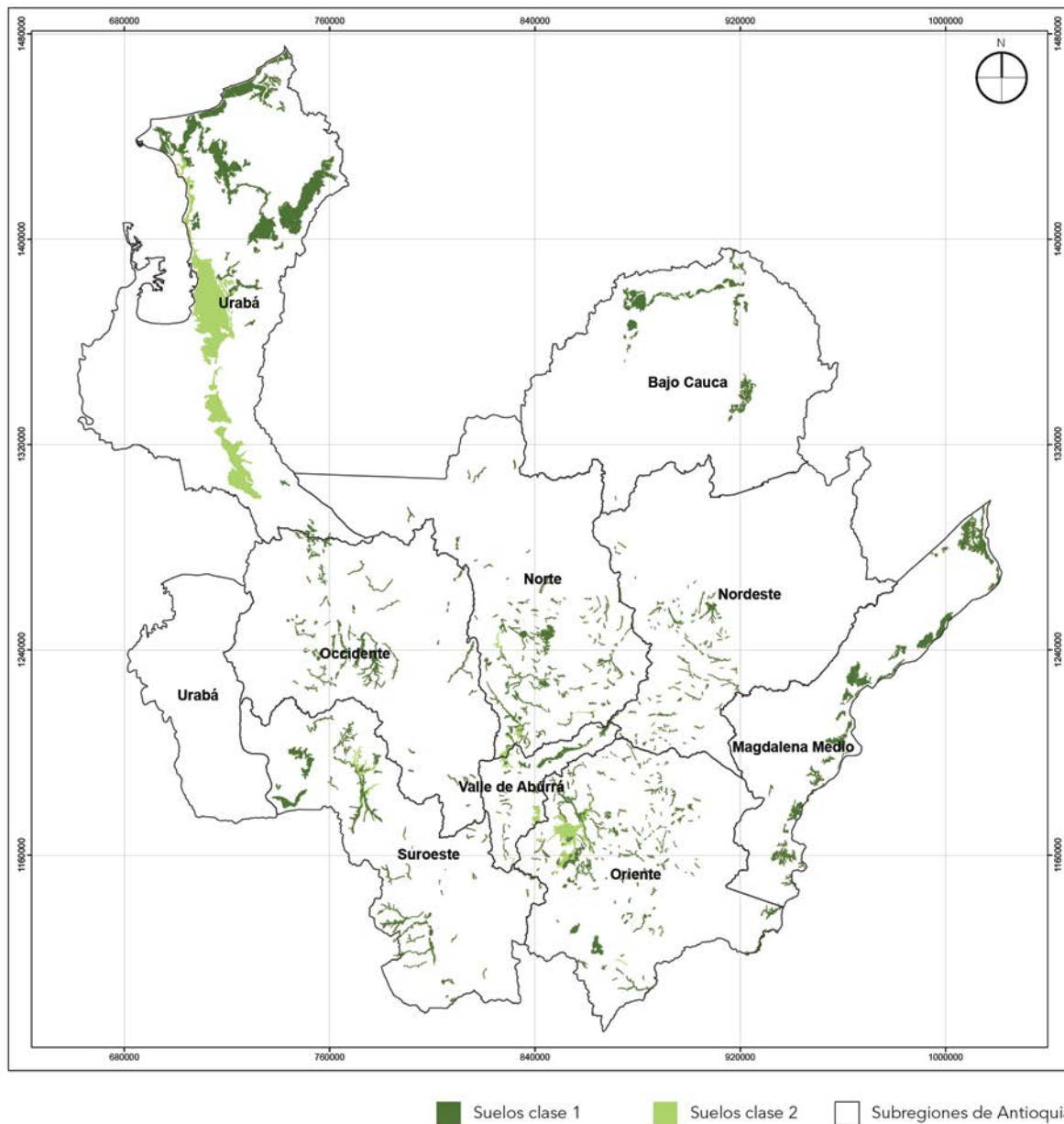
La PGBSE Medellín considera que es especialmente sobre las áreas de máxima oferta actual y potencial donde deben focalizarse acciones de conocimiento, intervención y seguimiento, no solo en relación con el servicio de provisión de alimentos, sino también con aquellos de formación del suelo, control de la erosión, y ciclaje de nutrientes, polinización y control biológico. La mayoría de estos servicios y de las funciones y procesos ecosistémicos asociados a ellos, son aun pobremente comprendidos y, en consecuencia, sus métodos de mapeo, su valoración y gestión integral se en-

cuentran en un estado muy incipiente, y no van más allá de algunos trabajos de ecología teórica, de la esfera de problemáticas puntuales de los sectores productivos afectados, o de intervenciones remediales para atender contingencias derivadas de eventos extremos, en el contexto del cambio ambiental global. En el marco de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos resulta cada vez más necesario que todos los actores involucrados comprendan la importancia de una gestión acoplada de estos servicios.

Los **insectos** también pueden ser una muy buena fuente de alimento. Contrario a las creencias populares, son mucho más que "alimentos de hambruna" (que se consumen en épocas de escasez de alimentos o cuando la compra de alimentos "convencionales" se vuelve difícil). Muchas personas alrededor del mundo se alimentan de ellos por elección, en gran parte debido a su palatabilidad, su disponibilidad y su lugar establecido en las culturas alimentarias locales (Van Huis *et ál.*, 2013; Chakravorty *et ál.*, 2011). Se estima que el consumo de insectos es practicado regularmente por lo menos por dos mil millones de personas en todo el mundo (102 países). Se han documentado en la literatura más de 1.900 especies de insectos comestibles, la mayoría de ellos en los países tropicales y aproximadamente 700 especies en América (Ramos-Elorduy, 1997 y Viejo Montesinos, 2007; Van Huis *et ál.*, 2013). Los grupos de insectos más consumidos son escarabajos, orugas, abejas, avispa, hormigas, saltamontes, langostas, grillos, cigarras, pulgones de las plantas y las hojas,



Figura 14. Suelos de mayor potencial agrológico en Antioquia.
Fuente: IGAC, 2007.



cochinillas y chinches, termitas, libélulas y moscas (Van Huis et ál., 2013).

En general, el consumo de animales silvestres en las ciudades es muy bajo, además, el comercio de la mayoría de las especies consumidas en Colombia es ilegal (Valencia et ál., 2012), por lo que es poco documentado. En Colombia, se consumen larvas de coleópteros ("chisas" o "mojojoy"), generalmente de las familias *Melolonthidae* y *Curculionidae* (*Rynchophorus palmarum*), hormigas ("hormigas culonas"), las más comúnmente consumidas son del género *Atta* (Rivas Abadía et ál., 2010) y termitas ("comején").

Recientemente la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) hizo una recomendación a nivel mundial que promueve el consumo de insectos (Van Huis et ál., 2013), dando varias razones: 1) la salud, pues son alternativas nutritivas; 2) el medio ambiente, pues emiten muchos menos gases de efecto invernadero (GEI) que la mayoría del ganado, no requieren degradar hábitats naturales para ampliar la producción y son muy eficientes en la conversión de alimento en proteína (los grillos, por ejemplo, requieren doce veces menos alimento que el ganado, cuatro veces menos que las ovejas y la mitad que los cerdos y pollos, para producir la misma cantidad de proteína); pueden ser alimentados con desechos orgánicos; 3) los modos de vida (económicos y sociales), ya que la cría y cosecha de insectos es una opción de baja tecnología y de bajo capital de inversión, a la que

pueden acceder incluso los sectores más pobres de la sociedad, como los campesinos sin tierra.

De otro lado, algunos insectos producen alimentos al procesar el propio; por ejemplo, la miel y el llamado "pan de las abejas" (*beebread*). Además de esto, el consumo de polen colectado por abejas ha mostrado ser efectivo para el tratamiento de problemas de próstata: desde infecciones hasta tumores cancerosos (Denis, 1966; Ask-Upmark, 1967). También existen reportes empíricos de mejoramiento de asimilación digestiva, vitalidad general, apetito e incremento del contenido de hemoglobina en sangre, entre otros (Krell, 1996).

Hasta hace algunos años el consumo de adultos de *Tenebrio molitor*, comúnmente llamado escarabajo de la harina, era popular para tratar afecciones como el asma. Actualmente se usa en tratamientos homeopáticos para fortalecer el sistema inmunológico; aunque en las colecciones no se tienen registros de esta especie, el GEUA tuvo colonias y existen personas que los crían como fuente de alimento para mascotas (peces) o para el consumo humano. Son varias las ventajas que puede traer el consumo de esta especie, sin embargo, siempre debe cocinarse, pues puede ser vector del parásito *Hymenolepis nana* (*Platyhelminthes: Cestoda*).

De otro lado, hasta hace algunos años existían reportes en Medellín del consumo de larvas de escarabajos melolontidos (mojojois), principalmente en el oriente de la ciudad. En años recientes, el Zoológico Santa Fe y la Universidad Eafit han pro-

movido procesos de educación y uso culinario de insectos (Bermúdez Tamayo, *com. pers.*).

Conviene señalar que una de las causas más frecuentes de consulta externa en Medellín para el año 2010 en mujeres fue el crecimiento fetal lento, desnutrición fetal y trastornos relacionados con la gestación corta y el bajo peso al nacer. Igualmente se presentaron ese año un total de ocho casos de muerte por desnutrición en personas de varias edades, en diferentes lugares del municipio, incluyendo los corregimientos Altavista y Santa Elena (Alcaldía de Medellín, 2011b). Como se mencionó anteriormente, la promoción del consumo de insectos podría contribuir a disminuir o, incluso, a evitar estos casos de desnutrición (Van Huis *et ál.* 2013). Para esto sería necesario incluir en los planes de educación el fomento de la entomofagia.

En Medellín el servicio de provisión de alimento lo ofrecen principalmente especies de **aves** domésticas introducidas como las gallinas, las codornices y los pavos, entre otros, que son criadas en grandes cantidades y de forma continua. Aunque en los corregimientos de San Cristóbal, San Sebastián de Palmitas y Santa Elena el clima es muy favorable para la explotación de especies menores, de baja escala, por el tamaño de las propiedades y la limitación de capital (Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional de Colombia, 2011), su aporte de carne de pollo y huevos a la demanda de estos productos es limitado. En zonas rurales de Medellín, como Santa Elena, las comunidades campesinas tradicionalmente han en-

contrado en las poblaciones de paloma collaraja (*Patagioenas fasciata*) una importante fuente de proteína, que complementa su alimentación (A. Castaño, *com. pers.*).

Por otro lado, en Medellín se reporta la cacería de **mamíferos** como alimento en los corregimientos de Santa Elena y San Antonio de Prado (PIOM Doña María). Entre las especies reportadas están dos especies de guaguas para Medellín, el armadillo, el puercoespín, el conejo y el cusumbo. Aunque se reporta su cacería por parte de los campesinos, no hay estimados de la cantidad de animales cazados o de la dependencia de estas comunidades de la carne de animales silvestres como fuente de proteína. Es probable que debido a las abundancias potencialmente bajas de los mamíferos en las áreas boscosas del municipio, este servicio se preste únicamente para una pequeña porción de la población, sin embargo, el tema requiere más estudio.

Por otro lado, a causa del disminuido tamaño de los hábitats y las poblaciones de las especies de mamíferos cazados, entre las cuales hay varias con requerimientos altos de cantidad y calidad de hábitat, este es un servicio muy vulnerable en Medellín. De encontrarse que es importante para algún sector de la sociedad, sería indispensable formular e implementar planes de manejo sostenible con tasas de cacería concertadas con las comunidades, para que la explotación de las poblaciones de presas sea sustentable y no se acaben este servicio y los otros que estas especies también prestan.

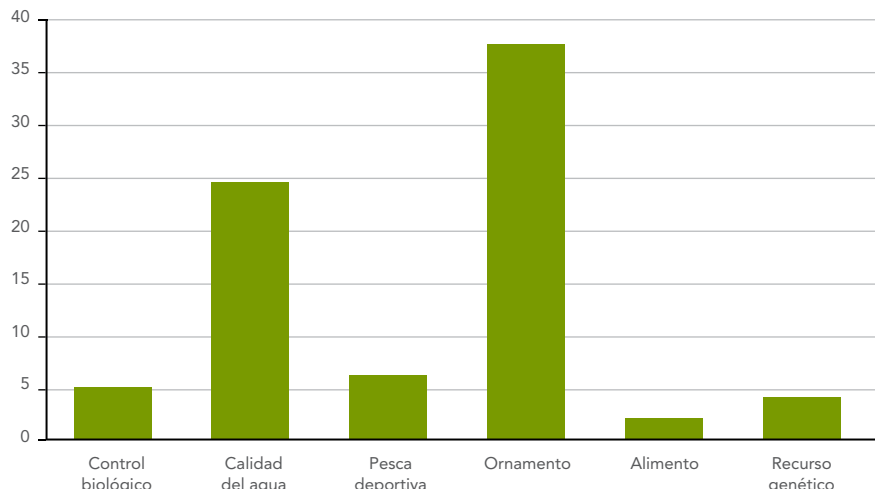


Figura 15. Porcentajes de préstamo de servicios ecosistémicos por parte de los peces en la cuenca de río Medellín-Porce.

Los mamíferos domésticos, especialmente el ganado porcino y bovino, proveen alimento para toda la población del municipio. Aunque la mayoría de esta carne proviene de otras localidades, en Medellín hay porcicultura, ganadería y, en menor medida, cría de otros animales domésticos, y una porción importante de su territorio es catalogada como apta para la porcicultura⁶.

Aunque no se encontró documentación de consumo de **anfibios** y **reptiles** en Medellín, no se desconoce su uso. Al parecer, la carne y otras partes consumidas provienen de las zonas bajas del valle interandino del Magdalena y de las regiones costeras.

Otro elemento importante de la fauna que provee alimento son los **peces**. El río Medellín-Porce posee

varias especies que cumplen potencialmente con el servicio de alimentación ya que son de tallas medianas y grandes (se establecieron medianas entre los 15 y los 30 cm, y grandes superiores a 30 cm). Se hallaron ejemplares de las familias *Characidae* (mojarra), *Prochilodontidae* (bocachico), *Pimelodidae* (bagre) y algunos peces de especies exóticas africanas como *Tilapia rendalli* (tilapia) que se han introducido con el fin de servir a actividades económicas alternativas, dado los cambios que sufrió esta cuenca al construirse los embalses Porce II y Porce III, sustituyendo la agricultura tradicional de la zona por la pesca.

Para determinar los servicios ecosistémicos que prestan los peces del río Porce se usaron sus rasgos funcionales como la talla, la dieta y la coloración. Adicionalmente a los mencionados antes, para los peces, algunos otros servicios que potencialmente

⁶ <http://www.antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/agricultura/atlas/proyecto%20atlas%20%20porcicultura.pdf>

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Control	Calidad	Pesca	Ornamento	Alimento	Recurso
GÉNEROS DE PECES	Biológico	del agua	deportiva			genético
<i>Andinoacara</i>						
<i>Apteronotus</i>						
<i>Astroblepus</i>						
<i>Astyanax</i>						
<i>Brachyhyopomus</i>						
<i>Brycon</i>						
<i>Bryconamericus</i>						
<i>Cetopsorhamdia</i>						
<i>Chaetostoma</i>						
<i>Characidium</i>						
<i>Cordylancistrus</i>						
<i>Creagrutus</i>						
<i>Hemibrycon</i>						
<i>Hoplosternum</i>						
<i>Hyphessobrycon</i>						
<i>Lasiancistrus</i>						
<i>Leporellus</i>						
<i>Oreochromis</i>						
<i>Parachromis</i>						
<i>Parodon</i>						
<i>Pimelodella</i>						
<i>Poecilia</i>						
<i>Prochilodus</i>						
<i>Pseudancistrus</i>						
<i>Rhamdia</i>						
<i>Roeboides</i>						
<i>Saccodon</i>						
<i>Tilapia</i>						
<i>Trichomycterus</i>						
<i>Xiphophorus</i>						

Tabla 11. Listado de géneros de peces que prestan servicios ecosistémicos en la cuenca del río Medellín-Porce.

ofrece la ictiofauna de este río se muestran en la **Tabla 11** y en la **Figura 15**.

En relación con las **plantas medicinales**, la Alcaldía de Medellín-Universidad de Antioquia (2012) reportan, luego de entrevistar a 74 conocedores (la mayoría de ellos con edades entre los 60 y 80 años) de este tipo de plantas en los cinco corregimientos de Medellín, 302 especies, con 255 usos, para 241 enfermedades o síntomas. Se propone que sobre este grupo poblacional, así como sobre el de comercializadores de plantas medicinales dispersos por la ciudad, se realicen labores de conocimiento sistemático de la biodiversidad asociada a este servicio ecosistémico, así como acciones de investigación, apropiación social y regulación comercial.

El mayor número de citaciones de especies de plantas medicinales se encontró en los corregimientos de San Cristóbal (veredas El Llano, Pajarito, San José de la Montaña, Pedregal Alto, Las Playas, La Loma, Travesías), Altavista (vereda Buga-Patio Bonito) y Santa Elena (vereda Piedras Blancas-Matasano). 37 especies fueron las más comúnmente reportadas y se presentan, en orden descendente, en la **Tabla 12**. Las enfermedades o síntomas más reportados por los conocedores tradicionales son la gastritis, la gripa, la tos, los parásitos, la fiebre, las enfermedades del hígado o riñón, el dolor de estómago y la diarrea.

El trabajo citado recuerda el gran potencial teórico de desarrollo de una cadena productiva basada en plantas medicinales, aprovechando la oferta

local e internacional de estos productos, para los sectores cosmético, alimentos (sabores y aromas) y farmacéutico. Reclama investigaciones de mayor detalle, que suplan los grandes vacíos de información existentes en Medellín, y con las cuales se logre dimensionar el potencial real existente. Investigaciones en los campos agronómico, transformación industrial, mercados, transferencia tecnológica, entre otros, son necesarias. No obstante las limitaciones de conocimiento y gestión, el Ministerio de Comercio Exterior reportó en 2010 que Colombia es el primer exportador de productos herbarios de América Latina y el Caribe.

Con base en entrevistas y consultas de mercado, dicho trabajo señala la mayor demanda de aceites esenciales (derivados de naranja, limón, canela, mandarina, hierbabuena, limoncillo, vainilla, eucalipto, cidrón y jazmín), plantas aromáticas (albahaca, canela, cardamomo, clavo, eucalipto, limón, limoncillo, mandarina, menta, naranja, romero y té) y plantas medicinales (caléndula, valeriana, alcachofa, anís, artemisa, boldo, castaño de indias, cola de caballo, diente de león, gualanday, hinojo, limoncillo, ortiga, poleo, romero, sábila, sauco y hierbabuena). Por razones de competencia, y específicamente de orden tecnológico (aceites esenciales sintéticos), los autores enfatizan que el mayor potencial de mercado se encuentra en la industria cosmética y de alimentos, dejando la farmacéutica en un segundo plano.

Un estudio de mercado para Medellín encontró diversos aspectos de interés para el conocimiento

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	<i>Citrus x limón</i>	Limón
<i>Aloe vera</i>	Penca de sábila	<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Plantago major</i>	Llantén	<i>Cinnamomun zeylanicum</i>	Canela
<i>Aloysia triphylla</i>	Cidrón	<i>Apium graveolens</i>	Apio
<i>Ambrosia peruviana</i>	Altamisa	<i>Impatiens walleriana</i>	Caracucho
<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanillo	<i>Sisyrinchium micranthum</i>	Espadilla
<i>Menta x piperita</i>	Hierbabuena	<i>Ocimum micranthum</i>	Albahaca
<i>Equisetum bogotense</i>	Colecaballo	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Eucalipto
<i>Cymbopogon citratus</i>	Limoncillo	<i>Clinopodium nubigenum</i>	Poleo
<i>Hypochaeris radicata</i>	Diente de león	<i>Myrsine coriácea</i>	Espadero
<i>Malva parviflora</i>	Malva	<i>Allium sativm</i>	Ajo
<i>Petroselinum crispus</i>	Perejil	<i>Cynara scolymus</i>	Alcachofa
<i>Bidens pilosa</i>	Masequia	<i>Lippia americana</i>	Prontoalivio
<i>Calendula officinalis</i>	Caléndula	<i>Eriobotrya japónica</i>	Níspero
<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo	<i>Petiveria alliaceae</i>	Anamú
<i>Oxalis sp</i>	Acedera	<i>Cordyline fruticosa</i>	Carey
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	<i>Eryngium foetidum</i>	Cilantro de sabana
<i>Citrus vulgaris</i>	Naranja agria	<i>Tragia volubilis</i>	Ortiga
<i>Justicia pectoralis</i>	Amansaguapos		

Tabla 12. Especies vegetales con uso medicinal más comúnmente reportadas por conocedores rurales de Medellín.
Fuente: Alcaldía de Medellín-Universidad de Antioquia, 2012.

to de la producción, transformación y comercialización de estos bienes derivados de las plantas aromáticas y medicinales. De acuerdo con la estructura de costos propuesta por Aranda y Sánchez (2007, en Alcaldía de Medellín-Universidad de Antioquia, 2012) para Anolaima (Cundinamarca), citada en el mencionado estudio y construida con base en producción de invernadero, con altas inversiones para preparación de

suelos, maquinaria y equipos, plántulas de mejores procedencias supuestas, insumos químicos, entre otros, las plantas promisorias, por tener una mayor viabilidad económica actual, son tomillo, orégano, mejorana, menta, albahaca y estragón, con valores de utilidad entre \$2 millones (menta y albahaca) y \$13 millones (orégano) de pesos/hectárea/año.

Provisión de productos forestales no maderables

Este servicio hace alusión a la amplia gama de bienes diferentes a la madera ofertados por los bosques. Incluye productos como resinas, aceites, follaje, leña, hongos, semillas, plantas o partes de ellas para usos ornamentales o medicinales, fragancias, fibras, entre otros. En un contexto como el de Medellín, donde las demandas urbanas de calidad ambiental y la fragilidad de muchos territorios rurales reclaman la ocupación forestal de los suelos, especialmente para propósitos de conservación ambiental, este servicio ecosistémico resulta de alto interés estratégico, si asumimos que un uso sostenible de los bosques puede aumentar la viabilidad de la generación y conservación de estas coberturas y ecosistemas, y de los servicios que se derivan de su existencia (provisión y regulación hídrica, moderación de eventos extremos, regulación climática, dispersión de germoplasma, entre otros). El aprovechamiento sostenible de los bosques debería ser un proyecto estratégico para la ciudad, por los beneficios económicos, ambientales y socioculturales que de ello se pueden derivar.

La revisión de literatura permite concluir la casi total ausencia de ejercicios de investigación básica o aplicada sobre productos forestales no maderables. Los pocos trabajos existentes se enfocan en el oficio de los tierreros y los cosecheros de musgo del corregimiento de Santa Elena. No existe, de acuerdo con lo consultado, una evaluación ni estimación del consumo de leña en las

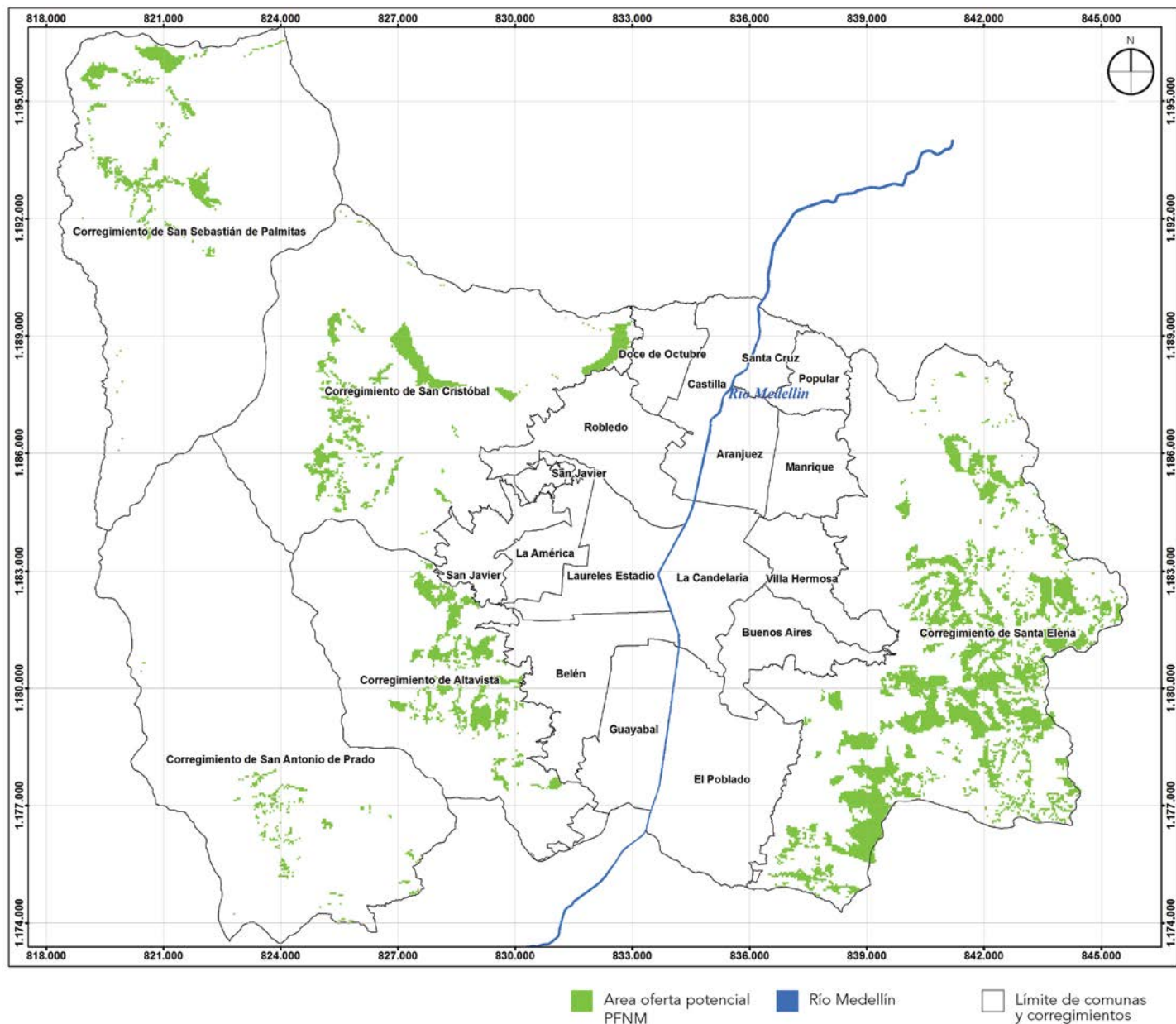
zonas rurales de Medellín (asociada a la vivienda campesina o campestre) ni de la demanda de semillas para el mercado artesanal de la ciudad.

Con el fin de tener una aproximación básica a las áreas que actualmente son susceptibles de ofertar este servicio en el territorio de Medellín, se tomaron los bosques naturales identificados, por los planes especiales de ordenamiento corregimental, como áreas donde teóricamente existe una oferta en la actualidad. A estas áreas se adicionaron las que el POT determinó como de uso forestal protector y protector-productor, y se sustrajeron aquellas que el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Nare determinó como de preservación y el Plan de Manejo del DMI Divisoria Aburrá-Río Cauca, como de oferta de bienes y servicios ambientales, por los niveles de restricción al uso que ellas presentan.

El resultado expresado en la **Figura 16** contempla las áreas que actualmente presentarían una oferta susceptible de aprovechamiento en el territorio rural de Medellín, bajo el estado actual de las coberturas vegetales y de las regulaciones existentes sobre dichos territorios. Estas se encuentran fundamentalmente en los corregimientos de Santa Elena y San Cristóbal, si bien la oferta potencial es mucho mayor, y dependen en buena medida de estudios consistentes de factibilidad que demuestren la real competitividad de este tipo de aprovechamientos en el suelo rural e incluso urbano, como una oportunidad de uso sostenible, económica, ambiental y socialmente adecuada.



Figura 16. Aproximación a las áreas de oferta potencial del servicio ecosistémico de provisión de recursos forestales no maderables. **Fuente:** PGBSE Medellín, con base en fuentes secundarias.



Otros productos derivados de la biodiversidad que no se reportan para Medellín, aunque sí se consumen, son, entre otros, seda, laca, colorantes, cera para uso cosmético, veneno de abejas utilizado para curar o tratar enfermedades inflamatorias y artritis (Van Huis et ál., 2013), todos provenientes de algún proceso o función que involucra insectos. Además de los productos que recibimos directamente de los insectos, existen otros que provienen de su función como polinizadores; así por ejemplo, las fibras de plantas como el cestillo (*Asplundia uncinata*) y la palma iraca (*Carludovica palmata*), plantas cuya reproducción depende exclusivamente de un grupo de escarabajos para su polinización (ej. Franz y Valente, 2005; Franz, 2007), son utilizadas por los campesinos de Santa Elena y otras regiones de Antioquia y Colombia para fabricar escobas, sombreros, canastos y otro tipo de artesanías.

Servicios ecosistémicos culturales

Ocio, recreación y goce estético

Los servicios culturales incluyen el uso de la naturaleza para motivar libros, películas, pinturas, folclore, símbolos nacionales, propagandas, ecoturismo, su utilización para propósitos históricos o religiosos y para la investigación científica (De Groot, 2002). Se agrupan bajo este nombre todos los servicios asociados a los beneficios intangibles o inmateriales provistos por los ecosistemas y que

derivan en usos y actividades como el ocio, la recreación, el turismo, la contemplación y el goce espiritual, el valor estético, y el desarrollo cognitivo. Es reconocido que la adecuada cantidad y calidad de áreas para el desarrollo de estas actividades y experiencias tiene un papel clave en la salud física y emocional de los pobladores urbanos.

La revisión de antecedentes locales y regionales de planificación condujo a la selección de las siguientes fuentes relevantes para una aproximación a la oferta de este servicio ecosistémico en Medellín:

- Plan Especial de Espacios Públicos y Equipamientos (PEEP, Alcaldía de Medellín, 2007), particularmente los elementos asociados a espacio público natural.
- Plan Especial de Protección Patrimonial de Medellín (PEPP, Alcaldía de Medellín, 2009), particularmente los relacionados con el patrimonio ecológico y paisajístico.
- Plan Director Bio 2030 (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011), y particularmente las áreas designadas como espacios para la recreación y el encuentro propuestas.
- Planes especiales de ordenamiento corregimental (2012), particularmente las áreas de espacio público natural, actuales y propuestas.
- Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial Rural (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad Nacional, 2011), y específicamente los parques metropolitanos de borde propuestos.

- Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos (PMEPVU, Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Concol, 2007), y particularmente las áreas del sistema orográfico, los ecosistemas estratégicos y las áreas de especial interés ambiental, científico y paisajístico, las áreas verdes asociadas a espacios públicos articuladores, y las áreas verdes asociadas a edificios públicos y equipamientos colectivos.

Algunos resultados de esta indagación de insumos se presentan a continuación:

Plan Especial de Espacio Público y Equipamientos:

ofreció lineamientos para la planeación, generación, mantenimiento y gestión del espacio público como estructurante del territorio municipal, e incluyó dentro de sus principios, además de los de integridad, equilibrio, mayor prelación, apropiación social y aprovechamiento económico, el de equilibrio ambiental, con relación al cual hacía un llamado a la recuperación de los elementos naturales del espacio público. Reiteró y contribuyó a consolidar la noción del río y sus quebradas como los principales elementos estructurantes naturales del espacio público en la ciudad, planteando políticas y proyectos para su recuperación y consolidación como sistema. Planteó, además, la necesidad de incorporar los cerros tutelares a la estructura de espacio público de la ciudad y de recuperar para el goce público algunos equipamientos educativos, recreativos e institucionales. Señaló los principales problemas del espacio público urbano, a saber: ocupación indebida, inseguri-

dad, deterioro, falta de articulación, segregación socioespacial, pérdida de democratización, baja accesibilidad, pérdida de apropiación ciudadana, expansión urbana que genera afectación ambiental sin generar estructura pública natural o construida, baja articulación del espacio rural y escasa valoración de sus patrimonios ambientales, y falta de instrumentos jurídicos y financieros para la generación y mantenimiento del espacio público. Si bien reconoció el papel de algunas estructuras naturales como las quebradas y los cerros, este plan no logró contribuir a suplir el vacío en relación con la conceptualización y tratamiento de la noción de espacio público en el territorio rural porque enfatizó, en especial, en el espacio urbano, atendiendo seguramente sus mayores demandas de generación, mantenimiento y articulación.

La PGBSE Medellín rescata, para su aproximación espacial, algunos de los elementos contentivos del PEEP, pues sobre ellos se asume mayor la oferta del servicio ecosistémico cultural asociado a espacios para el ocio, la recreación y el goce estético. Son estos los ordenadores naturales del espacio público identificados en el plan (específicamente los cerros tutelares, las cuchillas y los drenajes estructurantes), así como algunos equipamientos (hitos y equipamientos) con un componente importante de espacio verde.

Resaltan, además de los cerros tutelares urbanos y periurbanos, algunos drenajes especialmente localizados en las zonas nororiental y noroccidental, así como un buen número de áreas

de equipamientos privados de uso público que hoy presentan limitaciones de acceso y uso. En la zona rural occidental, están la serranía de las Baldías, el cerro del Padre Amaya y algunas áreas de El Romeral. En zona rural oriental, la quebrada La Aguacatala, La Presidenta y algunos hitos orográficos como Cerro Verde, Pan de Azúcar y la cuchilla del Seminario-Mirador del Plan.

Planes Especiales de Ordenamiento Corregimental:

de esta serie de cinco estudios contratados por Planeación Municipal, la presente propuesta retoma, para el ejercicio de espacialización de la oferta, aquellos elementos que dichos planes recomendaron, por su condición actual y por su viabilidad, en el horizonte de los planes (2024), como espacios públicos naturales. En estas áreas se presume alta la funcionalidad para el servicio ecosistémico cultural que hemos denominado *Ocio, recreación y goce estético*. Se observa claramente la dominancia que los elementos del sistema orográfico y los bosques tienen en la propuesta realizada para el corregimiento de Santa Elena. En lo concerniente a los corregimientos occidentales de Medellín, la divergencia de criterios es amplia y se presentan casos como el de San Antonio de Prado, donde la propuesta se fundamenta en toda la red hídrica, sin discriminación alguna, omitiendo las limitaciones o inconveniencia de algunas de estas áreas como espacios públicos efectivos, y casos como el de San Cristóbal o Palmitas, donde se hace una propuesta bastante selectiva de áreas. En el occidente de Medellín resaltan entonces las áreas que corresponden a la Reserva El Ro-

meral, límites ente San Antonio de Prado y La Estrella, la cuchilla El Barcino, las riberas de La Iguaná y San Francisco, el Alto del Padre Amaya y la cuenca alta de la quebrada La Sucia. Algunos de estos planes proponen instrumentos para la generación y consolidación de la función pública de estas áreas, para que presten el servicio social y ambiental que están en capacidad de ofrecer.

Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana:

de este plan, la PGBSE Medellín ha considerado los elementos que identificó como ecosistemas estratégicos, áreas de especial interés ambiental, científico y paisajístico, áreas para la conservación del sistema orográfico, áreas verdes asociadas a edificios públicos y equipamientos colectivos, y áreas verdes asociadas a espacios públicos articuladores, por considerarse que concentran en mayor medida los atributos funcionales que les permiten ofertar el servicio ecosistémico cultural de ocio, recreación y goce estético. Resalta la relevancia de las áreas verdes asociadas a espacios públicos articuladores. Constituyen, en número, el elemento dominante, a escala barrial, zonal y de ciudad, con un gran potencial para satisfacer las demandas de espacio público verde accesible a todos los ciudadanos. Zonas relictuales de desarrollos urbanísticos, parques de barrio y áreas de retiro a drenajes conforman, esencialmente, esta categoría. Estas áreas presentan muchas demandas en términos de mantenimiento y diseño paisajístico, pero aun así constituyen un oferente del servicio de la mayor importancia. Resaltan por su extensión las áreas para la conservación del sistema

orográfico, asumidas con mayor decisión desde el año 2005 como elementos estructurantes del espacio público urbano, y algunas de las cuales han sido recientemente declaradas como áreas protegidas (Nutibara, La Asomadera, El Volador), o con intenciones de serlo (Pan de Azúcar), asignándoles objetivos de conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y reconociendo su papel como espacio recreativo público. Son elementos jerárquicos esenciales de la estructura del espacio público metropolitano y sus retos de conservación están asociados a su reconocimiento ciudadano, su apropiación, accesibilidad, su restauración ecológica y paisajística, su seguridad, y su sostenibilidad física y financiera. Merecen destacarse algunas áreas verdes asociadas a edificios públicos y equipamientos colectivos que, si bien no tienen funciones de recreación activa, sí contienen amplios espacios con predominio o presencia importante de vegetación, ofreciendo confort y calidad ambiental a los espacios donde se encuentran y contribuyendo al bienestar emocional de los ciudadanos (usuarios o transeúntes). Son especialmente significativas en este componente las áreas ocupadas por universidades, algunas de las cuales no son solo valiosas en términos de la cantidad de árboles, sino de la colección de la diversidad biológica colombiana que muestran, tales como el Arboretum y el Palmetum de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín y la Universidad de Antioquia.

Plan Especial de Protección Patrimonial: el patrimonio ecológico y paisajístico es uno de los cin-

co componentes del patrimonio cultural inmueble de Medellín. Fue definido como el conjunto de bienes y riquezas constituido por zonas verdes, con valor histórico, cultural, paisajístico y ecológico. Es una base heredada que ofrece bienes y servicios a una sociedad, que debe preservarse para el disfrute tanto de las actuales como de las generaciones futuras, y que es viable para el desarrollo de la investigación ecológica, la lúdica, el ocio, el esparcimiento y la recreación pasiva en condiciones de respeto y armonía con los valores del bien. Aporta a la regulación microclimática, a la diversidad biológica representativa del municipio y a su calidad ambiental en general (Alcaldía de Medellín, 2009). De este componente, la PGIBSE Medellín retoma los elementos correspondientes a los espacios verdes urbanos y rurales de valor patrimonial.

Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial Rural (DMOTR): fijadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para actualizar y desarrollar las que, mediante Acuerdo Metropolitano No. 015 de 2006, fueron adoptadas como normas obligatoriamente generales, y determinantes del ordenamiento territorial para todos los municipios de su jurisdicción. Contiene directrices específicas y estratégicas en torno a cinco aspectos: sistema ecológico estructurante metropolitano, ruralidad tradicional metropolitana, corredores viales suburbanos, centros poblados rurales y parques metropolitanos de borde urbano. Estos últimos son considerados por la PGIBSE Medellín como un elemento importante a considerar en el ejercicio de espaciali-

zación de la oferta ecosistémica relacionada con el servicio cultural de ocio, recreación y goce estético. Las DMOTR los definen como una estrategia orientada a incorporar, al espacio público de los municipios del área metropolitana, áreas de recreación tradicional de la población que aún tienen potencial recreativo, gracias a que no han sido urbanizadas. En general se localizan cerca a las cabeceras, lo que determina que sus usuarios sean fundamentalmente urbanos. Dicho trabajo propone en el territorio de Medellín uno de los once parques metropolitanos de borde: la antigua Vía al Mar, desde el territorio periurbano hasta el Paso de Boquerón en el corregimiento de San Sebastián de Palmitas. Propone que se consolide como una vía parque, a través del fortalecimiento y realización de actividades de recreación pasiva, ciclismo y otras asociadas a sus calidades escénicas y paisajísticas.

Este espacio, y los que están en vía de identificación, análisis y proyección, por parte de intervenciones municipales y metropolitanas como el Cinturón Verde y el Jardín Circunvalar, deben hacer parte de una política de planificación de la expansión urbana que empiece a aceptar los patrones y subyacentes del fenómeno, y consecuentemente, a aprender las formas y métodos para remediar situaciones ya complejas de ocupación de áreas de borde, así como acompañar estratégicamente las incipientes y anticipar las que aún no se han desatado por diferentes razones. En la PGIBSE Medellín pueden estar cifradas las oportunidades de un mejoramiento sustancial de los índices de espacio público verde de la ciudad, como escenarios

de la mayor oferta potencial de los servicios ecosistémicos culturales y, complementariamente, de una intervención creativa e inteligente que logre impactar otros servicios, tales como la regulación hídrica, la moderación de eventos extremos por movimientos en masa, la conservación de hábitats para la biodiversidad, entre otros.

Plan Director Bio 2030: Medellín, en su condición de municipio núcleo del área metropolitana, y el AMVA, en su proceso de fortalecimiento como autoridad de planificación y ordenamiento territorial metropolitano, asumieron la responsabilidad de convocar a los municipios del Valle de Aburrá, sus instituciones, la ciudadanía y sus dirigentes, con el fin de pensar el futuro de la región en los próximos veinte años. Para ello formularon un Plan Director que marcara la pauta para que los próximos planes de ordenamiento territorial de la región metropolitana tengan objetivos y propósitos comunes, reconozcan y aprovechen las oportunidades que les ofrecen las dinámicas de metropolización y, de manera conjunta, asociada y solidaria, enfrenten los problemas y los desafíos que este fenómeno, irreversible, les impone, particularmente desde la perspectiva de la sostenibilidad. (Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Eafit, 2011).

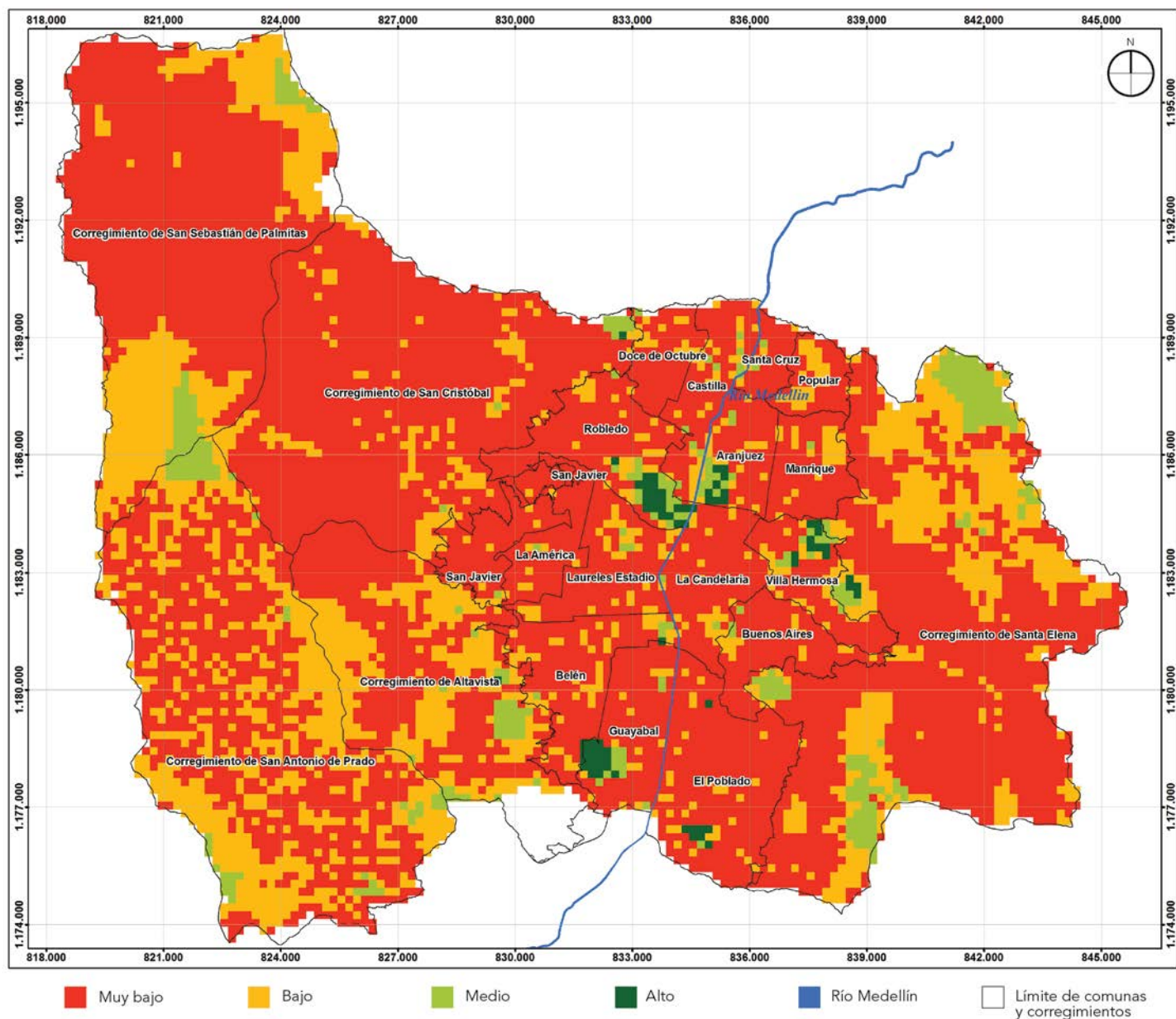
En este contexto, Bio 2030 identificó dos sistemas estructurantes de carácter metropolitano: el sistema ambiente, paisaje y espacio público, el cual articula elementos de carácter natural con otros de índole artificial, y el sistema de movi-

lidad y transporte. Dentro del primero identificó un subsistema de espacios articuladores y de encuentro, que la PGIBSE Medellín asume como elementos con alta funcionalidad para el ejercicio de espacialización de la oferta del servicio ecosistémico cultural que hemos denominado Ocio, recreación y goce estético. Estos espacios fueron clasificados bajo las siguientes denominaciones: parque central urbano, parque ecológico de borde formal, parque ecológico de borde informal, parque ecológico de borde minero, parque ecológico metropolitano, parque escenario metropolitano, parque fundacional y centros históricos, y parque recreativo metropolitano. Para Medellín señala 34 espacios (16 al oriente de la ciudad, 18 al occidente), la mayoría de los cuales basan su condición actual y/o su estrategia de desarrollo futuro en el mantenimiento o fortalecimiento de sus atributos ecológicos y paisajísticos, por lo que es importante considerarlos como elementos significativos para la oferta del servicio ecosistémico cultural asociado al ocio, la recreación y el goce estético.

Luego de cruzar la información pertinente seleccionada y tratada a partir de las fuentes que se identificaron y analizaron, se configura el mapa de la **Figura 17**. Este es una aproximación a la espacialización de la oferta actualmente identificada en la ciudad para la prestación de este servicio ecosistémico, de alta prioridad para la ciudadanía, conforme al proceso de construcción participativa de la PGIBSE Medellín y señalado claramente por su valor para el bienestar y la salud de la población.

Conforme a esta aproximación, resulta evidente el peso que para los estudios y planes considerados tienen las comunas de Guayabal, Robledo, Aranjuez, Villa Hermosa, y los corregimientos de Santa Elena, San Antonio de Prado y San Sebastián de Palmitas. Específicamente, las áreas urbanas de mayor solapamiento en los instrumentos técnicos, señaladas en color verde, corresponden a la presencia de elementos como el cerro El Volador y el corredor que conforma con las universidades Nacional y de Antioquia, y con el Jardín Botánico de Medellín. También corresponden a las áreas verdes asociadas a equipamientos institucionales en la comuna de Villa Hermosa y Buenos Aires (parque La Ladera-cerro Pan de Azúcar-Seminario Mayor) y Guayabal (aeropuerto Olaya Herrera-cementerio Campos de Paz-Club El Rodeo). En la comuna El Poblado destaca el Club Campestre. En la zona rural, son relevantes la parte más septentrional de la cuenca alta de la quebrada Piedras Blancas, los bosques de La Eca y algunas áreas de la vereda El Plan en el corregimiento de Santa Elena, donde las condiciones de accesibilidad y los atractivos ecológicos, escénicos, históricos y culturales se mantienen y son ampliamente reconocidos por la población y por los instrumentos técnicos que han abordado el tema. Al occidente de Medellín, la cuenca alta de la quebrada La Suiza en el corregimiento de Palmitas, el cerro del Padre Amaya (Palmitas y San Antonio de Prado), su extensión hacia el suroriente (la cuchilla El Barcino-Manzanillo), y la divisoria de aguas de la cuenca Doña María en las veredas Potrerito y Montañita en el corregimiento de San Antonio de Prado.

Figura 17. Aproximación a la oferta actual del servicio ecosistémico cultural: Ocio, recreación y goce estético.
Fuente: PGIBSE Medellín, con base en fuentes secundarias.



Los mayores retos de gestión, para que estas áreas consoliden su valor como unidades suministradoras del servicio ecosistémico de ocio, recreación y goce estético, están relacionados con su seguridad, su accesibilidad, su dotación como espacios públicos, su restauración ecológica y paisajística y, esencialmente, con su adecuada apropiación social colectiva.

Es necesario recordar que este servicio ecosistémico, de la más alta importancia para los pobladores urbanos, involucra otras áreas por fuera del territorio municipal. La amplia demanda de espacios recreativos naturales se extiende a todo el departamento, involucrando territorios en el Occidente, Suroeste, Norte, Nordeste, Oriente, Bajo Cauca, Urabá y Magdalena Medio Antioqueño. En estas subregiones, la existencia de numerosas cascadas, ríos, praderas, bosques, páramos, embalses, cerros y miradores naturales, entre otros, son ocupados, con diferente intensidad y periodicidad, por la población de Medellín y el área metropolitana. No obstante, las condiciones de acceso a estos espacios, por razones físicas, económicas o culturales resultan limitadas. En consecuencia, la sustituibilidad de este servicio ecosistémico es baja, con lo que la gestión del servicio debe tener en cuenta, de manera categórica, una integración vertical y horizontal de las políticas de recreación, salud, espacio público, vivienda, movilidad y planeación, para considerar de manera integral las demandas de espacios de ocio, recreación y goce estético de la población medellinense. En estos lugares se juegan también el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental que le subyace.

Por otra parte, uno de los servicios culturales más estudiado y reconocido en la actualidad es el aviturismo, que se está convirtiendo en el segmento de ecoturismo de mayor crecimiento y conciencia en biodiversidad y que, además, provee un ingreso económico para muchas poblaciones en áreas con procesos acelerados de transformación en el mundo (Şekercioğlu, 2002), principalmente en países en vía de desarrollo (Şekercioğlu, 2003). Un estudio estimó el impacto económico anual de cinco sitios de observación de aves importantes en el planeta: entre 2,4 y 40 millones de dólares el ingreso anual, ingresos estimados para Costa Rica de alrededor de 410 millones de dólares por observación de aves al año (Şekercioğlu, 2002).

En 2012 se realizó en Medellín el primer acercamiento al aviturismo, en asocio con la Sociedad Antioqueña de Ornitología y la Secretaría del Medio Ambiente (Alcaldía de Medellín, 2012); se evaluaron cinco zonas en Medellín y el Valle de Aburrá que serían lugares clave para la observación de aves: el cerro El Volador; el cerro Nutibara; El Moral, en el corregimiento de San Cristóbal; el Parque Arví, en el corregimiento de Santa Elena; y el Parque Recreativo y Ecológico Alto de San Miguel, en el municipio de Caldas. Este es el primer acercamiento por parte de un ente oficial, aunque ya en la ciudad existen agencias dedicadas al aviturismo.

Por otro lado, los mamíferos han tenido una compleja relación con los seres humanos a lo largo de la historia, jugando un rol importante en todas

las culturas. Actualmente, son una fuente de recreación y goce estético y generan una economía alrededor de ello. Los animales en parques zoológicos cumplen un papel en investigación y conservación, y además hacen parte de programas de educación y recreación para el público (Patrick et ál., 2007).

En Medellín, y en los bosques de los Andes en general, es difícil el aprovechamiento de las especies de mamíferos para la recreación y el goce estético, debido a que la mayoría son crípticas y nocturnas, difíciles de avistar. Sin embargo, en la ciudad existen varias especies carismáticas que generan interés entre la gente, como el tigrillo lanudo, el perezoso, el cusumbo y el zorro, siendo este último el más fácilmente avistado. El mayor potencial de este servicio en Medellín puede estar representado en el tití gris, especie diurna y de fácil avistamiento que habita zonas urbanas y periurbanas de la ciudad. Además, las especies foráneas, con algunos animales domésticos, especialmente perros y gatos como animales de compañía y los animales mantenidos en el Zoológico Santa Fe, prestan un importante servicio de recreación. Estos últimos, además, un importante servicio de educación ambiental (<http://zoologicosantafe.com/educacion>).

También la herpetofauna ofrece servicios culturales porque algunas especies son utilizadas como mascotas (principalmente iguanas, tortugas y boas) o como animales de exhibición en lugares recreativos. Este es el caso, principalmente, de las

especies carismáticas: tortugas, iguanas, serpientes y algunas ranas (principalmente de la familia *Dendrobatidae*). Los parques zoológicos, los parques temáticos y las áreas para ecoturismo, son los sitios en los que este servicio se puede apreciar más activamente y se encuentra estrechamente relacionado con la educación ambiental, en la que, a través de la exhibición y utilizando la admiración que estos animales despiertan, se sensibiliza sobre la conservación de la naturaleza y la importancia de cuidarla (Hernández et ál., 2011). Así como con otros grupos de animales, el ecoturismo asociado a herpetofauna se centra en especies carismáticas (coloridas o con características particulares) o raras (endémicas, poco abundantes o amenazadas) (Lindberg y Hawkins, 1993). Finalmente, para anfibios y réptiles, el uso como mascotas es frecuente en Europa y Norteamérica, incluso existen revistas dedicadas a describir la crianza de especies en cautiverio, como *Terraria* y *Reptilia*.

En Medellín este servicio es prestado principalmente por especies foráneas, que se encuentran en lugares como el Parque Zoológico Santa Fe, el Parque Explora y en el Serpentario de la Universidad de Antioquia. Estas entidades utilizan sus espacios, que generalmente son visitados en momentos de dispersión y ocio de la gente, para realizar actividades educativas y de concientización ambiental. Adicionalmente, en el corregimiento de Santa Elena, se han fijado carteles, en algunos senderos ecológicos asociados con ecoturismo, para advertir sobre la presencia de especies

nativas, como *Anolis mariarum*, y generar expectativa de observación en los transeúntes. Por otra parte, en Medellín, se registra el uso de muchas especies como mascotas, dentro de las cuales se pueden resaltar principalmente las tortugas (orden *Testudinata*), las boas e iguanas y, en menor cantidad, las ranas de la familia *Dendrobatidae*. Lastimosamente, este pasatiempo da pie al tráfico ilegal de las especies.

Con frecuencia, los insectos son también motivo de curiosidad para las personas, debido a su gran variabilidad en funciones, comportamiento y formas, y en otras culturas han sido fuente de admiración y adoración (ej. para los egipcios, los escarabajos coprófagos eran símbolo de la nueva vida). También han sido fuente de inspiración para las artes, como el cine, la literatura y la música.

En Medellín existen varios lugares dedicados a la recreación, la difusión y la educación sobre los insectos: el Parque Explora, el Insectario y Mariposario del Parque Ecológico Piedras Blancas, el mariposario de Puerta del Norte y del Jardín Botánico, entre otros. En cuanto a educación y divulgación, actualmente el colegio San Juan Bosco adelanta varios proyectos con mariposas como "La magia de las mariposas. Educando en Ambientes Urbanos en el Amor a la Vida y para la Vida" (Salgado, 2012). También se han publicado algunos textos que aprovechan la belleza de los insectos como el *Álbum Ambiental de Yarumalito*, iniciativa del profesor Ignacio Lopera (Alcaldía de Medellín, 2009b), o el álbum de divulgación

Siente el Valle de Aburrá (Agudelo, L., G. Acosta, A. y Valencia, F. L. 2010) y la cartilla pedagógica *Expedición Museo de Ciencias Naturales de La Salle* (Cuero Echavarría y Ruiz Escobar, 2012). De otro lado, actualmente existen varias iniciativas en Medellín que buscan repoblar los jardines con mariposas; estas propuestas incluyen la siembra masiva de plantas nutricias y hospederas; propuestas similares se han realizado en otras partes del mundo como el Reino Unido: "Disfrutando polillas y mariposas en su jardín" (Marren, 2007).

Adicionalmente, el uso de algunos grupos de insectos para determinar el intervalo *posmortem* (tiempo de muerte de una persona) es un servicio que proviene de una función natural del ecosistema y puede ser considerado un servicio cultural: es un beneficio no material obtenido del ecosistema a través del desarrollo cognitivo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). En el área metropolitana del Valle de Aburrá, el Grupo de Entomología de la Universidad de Antioquia ha asesorado casos de la fiscalía con el apoyo de diferentes estudios de la fauna cadavérica en Medellín (Pérez et ál., 2005, Vélez y Wolff, 2008, Wolff et ál., 2001, Wolff et ál., 2004). Finalmente, otro de los servicios ecosistémicos culturales ofrecidos por los insectos en Medellín está relacionado con el uso de especies de mariposas para liberación en eventos sociales, como expresión estética.

Otro grupo que ofrece importantes servicios culturales son los peces. Pueden generar empleo, funcionan como una biblioteca genética para su

posible uso en el futuro en la medicina y la acuicultura, estimulan el interés humano en la naturaleza y proporcionan valores estéticos y recreativos. Para hablar de los servicios culturales que presta el río, se pueden destacar dos grupos de peces: los que son preferidos para la pesca recreativa y los que son de uso de acuario. Los rasgos funcionales evaluados en ellos son la talla y la coloración (que tan conspicuos son).

Desde el siglo XX la pesca deportiva en ríos o en lagos naturales o artificiales se ha convertido en una de las actividades recreativas más populares. El contacto íntimo con la naturaleza es uno de los principales incentivos para la pesca deportiva (Schramm y Mudrak, 1994). En Colombia esta actividad no es representativa para la economía nacional ni regional, pero sí tiene un impacto social y recreativo importante para la población de bajos, medios y altos ingresos. Dada la naturaleza de las capturas, la autoridad pesquera no registra datos estadísticos ni se han establecido planes de ordenamiento para ella (Lasso et ál., 2011). Además, usualmente, la población practica la pesca deportiva en los embalses y algunos ríos, para lo cual la autoridad pesquera nacional expide permisos anuales (FAO, 2003).

La creciente demanda de peces y áreas adecuadas para este propósito está en conflicto con la disminución de la calidad del agua debido a otras actividades humanas. Para la pesca deportiva se prefiere a las familias de peces con tallas más grandes porque implican un reto mayor y la

captura genera más satisfacción en el deportista. Entre ellas están la familia *Loricariidae* (pez gato) y la familia *Cichlidae* (tilapias y mogas o guapotes). En general, poblaciones de peces abundantes y saludables le permiten al sistema acuático equilibrar en un gran porcentaje las algas y plantas presentes en el río y en los embalses donde habitan, adicional a esto proporcionan una actividad recreativa que beneficia a muchas personas de la comunidad que reciben de esta labor una ayuda económica. Desafortunadamente, los peces nativos son el grupo con el mayor número de especies amenazadas y/o extintas localmente en el país, en Antioquia y en el Valle de Aburrá (Mojica et ál., 2012). Si bien la siembra de especies exóticas, como las tilapias que se han adaptado a los ecosistemas acuáticos degradados, representan un servicio ecosistémico de importancia (Parrado, 2012), también constituyen un factor de amenaza para los peces nativos. De tal manera, se hace necesario el control de las poblaciones de tilapias, acompañado de la reproducción y siembra de especies nativas con el objetivo de mejorar estos servicios.

El segundo grupo de peces son los usados con fines de recreación por su coloración y atractivo visual, es decir, los que son utilizados en acuarios públicos o privados. En términos económicos, se estima que la industria mundial de los acuarios puede generar siete mil millones de dólares por año (Moyle y Moyle, 1995) y en Colombia existen muchas posibilidades del cultivo de peces ornamentales que han sido poco

aprovechadas (Observatorio Iberoamericano de Acuicultura, 2013.; Incoder et ál., 2006).

En Medellín, varias especies cumplen con las características de tamaño y coloración (i.e. especies llamativas) y potencialmente pueden prestar este servicio. Algunas de estas son usadas para acuarios públicos o privados, como el acuario del Parque Explora, en donde además del servicio estético que significa la exhibición de algunas de las especies que se pueden encontrar en la cuenca del río Porce, se generan servicios educativos, de conservación e investigación de gran valor para la ciudad.

Para el río Porce las familias de peces que presentan estas características son *Cichlidae* (mojaras), *Apteronotidae* (peces cuchillo, peces perro), *Characidae* (sardinias y mazorca o tuzos), *Hypopomidae* (comelones), *Heptapteridae* (peces gato), *Loricariidae* (corronchos) y *Poeciliidae* (guppys). Dada la belleza de su forma y coloración, estas familias se han usado generalmente para adornar los acuarios públicos y los de hogares y oficinas, tanto del país como del mundo.

Los valores estéticos de muchas de las especies de la fauna y la flora que se encuentran en Medellín ameritan esfuerzos continuados en relación con el desarrollo de estrategias de turismo de naturaleza, rural y urbano, que consideren importante este valor y puedan irradiar beneficios a comunidades y a la conservación de los ecosistemas de los que la actividad depende.

Servicios ecosistémicos de regulación

Moderación de eventos extremos por movimientos en masa

Ha sido documentado el papel de algunos ecosistemas en la regulación de eventos extremos como tormentas, olas, inundaciones, huracanes, tsunamis, deslizamientos, olas de calor (Farber, 1987; Danielsen et ál., 2005; Costanza et ál., 2006a; Kerr y Baird, 2007; Hardin y Jensen, 2007 en Gómez-Barton, 2013). La PGIBSE Medellín consideró el servicio ecosistémico de moderación de eventos extremos por movimientos en masa. La posición y configuración natural del valle donde se asienta Medellín, y los fenómenos históricos, demográficos y económicos que determinan su ocupación, hacen que el enfoque de servicios ecosistémicos sea pertinente y necesario cuando se trata de considerar las amenazas, vulnerabilidades y riesgos de movimientos en masa existentes en la ciudad.

La PGIBSE Medellín se aproximó a la espacialización de este servicio ecosistémico a partir de la demanda que, en teoría, existe del mismo, esto es, a partir de considerar la información relevante sobre áreas con alta amenazas por movimientos en masa de que dispone el municipio, asumiendo que, por los alcances de la presente propuesta y la información disponible, la mayor demanda de este servicio ecosistémico en la ciudad está asociada a dichas áreas. Si bien la regulación de eventos extremos puede derivarse de la biodiversidad

y de los ecosistemas, involucra variables muy diversas entre sí, tales como las condiciones del suelo (material parental, textura, profundidad, entre otros), características morfológicas de la flora (tamaño de la hoja, arquitectura arbórea, sistemas radiculares), entre otras.

Se asumieron para el ejercicio de espacialización de la demanda del servicio ecosistémico de moderación de eventos extremos por movimientos en masa las informaciones derivadas del Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Medellín, 2006), el Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo del Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá *et ál.*, 2009), y los planes especiales de ordenamiento corregimental (Alcaldía de Medellín-Fundación Grupo HTM, 2012a, 2012b; Alcaldía de Medellín-Corporación Terra, 2012, 2012b; Alcaldía de Medellín-Universidad Pontificia Bolivariana, 2012). Particularmente, se retoman los niveles de probabilidad 4 y 5 del estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, las áreas de alto riesgo no recuperables del POT, y las áreas de alta y muy alta amenaza por movimientos en masa en los PEOC.

A través de este ejercicio se busca: a) resaltar elementos relevantes para el servicio ecosistémico, derivados de información ya existente; y b) visualizar coincidencias y divergencias en esta información, frente a la importancia de áreas de mayor demanda de este servicio. El grado de coincidencia entre estas tres propuestas se expresa cromáticamente en la **Figura 18**.

De acuerdo con esta información, los corregimientos de San Sebastián de Palmitas, y las comunas de Villa Hermosa y Manrique son las que mayor atención reclaman en términos de gestión. Ello implica realizar análisis detallados de oferta y demanda del servicio ecosistémico en cuestión, así como de costo-beneficio y soluciones de compromiso en la gestión de estos territorios. Niveles menos críticos de demanda, pero igualmente significativos, se presentan en áreas de los corregimientos San Cristóbal y Santa Elena, y en las comunas San Javier y Robledo.

Se estiman en 35.000 las viviendas en alto riesgo por este fenómeno, localizadas especialmente en las comunas 1, 3, 7 y 8, implicando potencialmente una población afectada de entre 130 y 160.000⁷ personas, lo que hace de este servicio ecosistémico uno de los más sensibles, en términos de su impacto social y económico para la ciudad.

Los estudios especializados en temas de vulnerabilidad y riesgo, realizados en los últimos años por Corantioquia, Universidad Nacional, Universidad Eafit y, más recientemente, por la Universidad de Medellín, EDU y el Municipio de Medellín, tales como *Microzonificación sísmica de Medellín e Identificación y caracterización socioeconómica y geotécnica de las zonas de alto riesgo no recuperable de la ciudad de Medellín y formulación del plan integral para la gestión del riesgo*, coinciden en recomendar, además de exhaustivos estudios

⁷ http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/M/mapa_ubica_35000_casas_en_alto_riesgo/mapa_ubica_35000_casas_en_alto_riesgo.asp

complementarios que puedan precisar mejor las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (aspecto que se ha venido mejorando en algunos casos, vía planes parciales de expansión o proyectos urbanos integrales), la necesidad de generar respuestas en términos de tecnologías adaptadas localmente, que reduzcan la posibilidad de que los pobladores induzcan, a través de malas prácticas de ocupación y construcción, fenómenos de movimientos en masa. Están siempre en discusión los contextos espaciales y temporales y las formas de intervención que deben realizarse sobre estas áreas para garantizar derechos humanos elementales sin incentivar la ocupación de áreas ecosistémicamente frágiles.

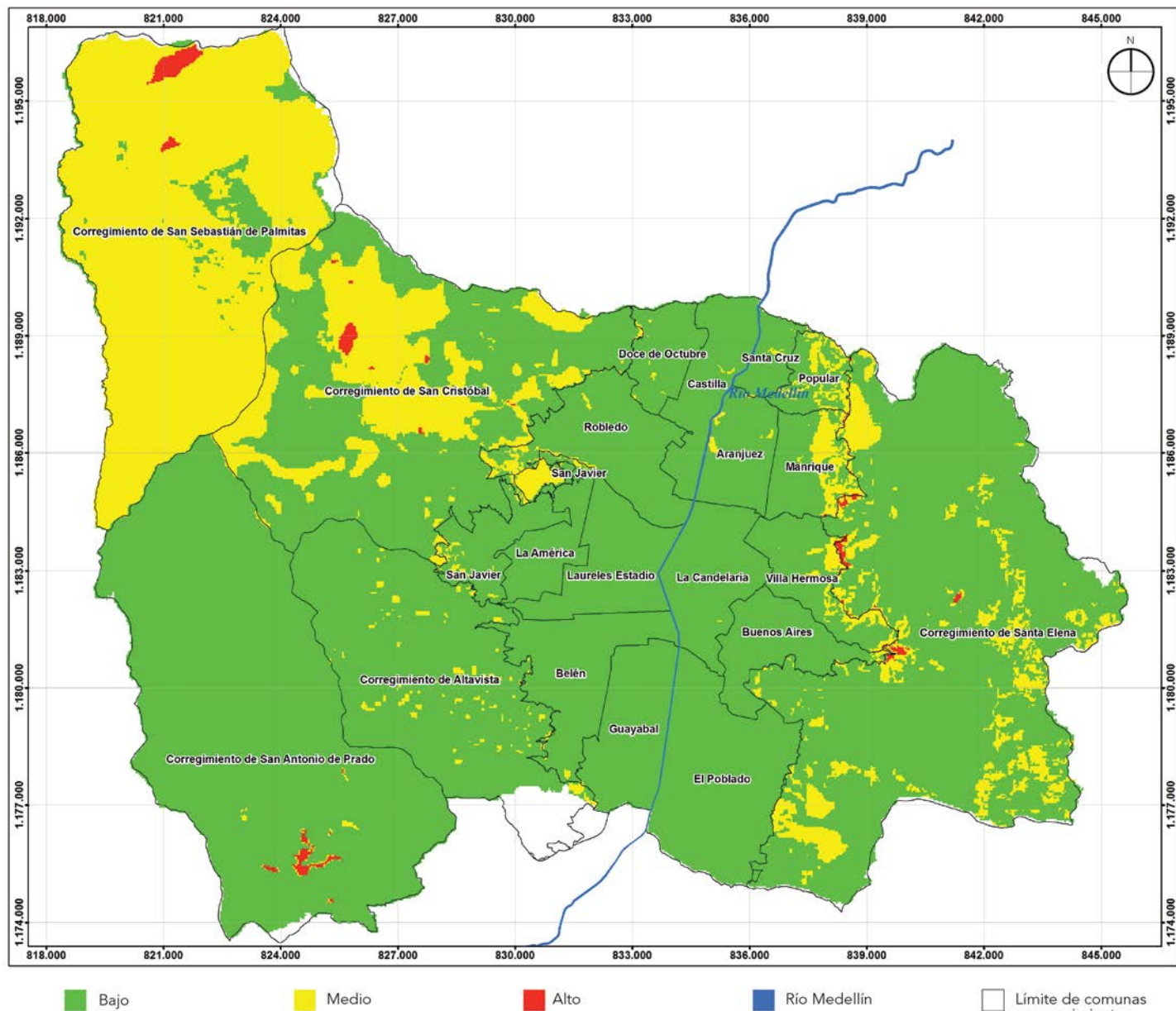
Dicho trabajo, ya desde 2006, señalaba el grado de amenaza y la necesidad de una atención prioritaria en los barrios Santo Domingo Savio 1 y 2, La Cruz, El Popular, La Avanzada, Los Mangos, Llanaditas, Villa Turbay, Las Independencias y Los Conquistadores. La situación, como señalan recientes estudios, se ha acentuado, y es por esto que sobre dichas áreas podrían concentrarse los esfuerzos de valoración integral de este servicio ecosistémico, con el objeto de articular políticas y programas sectoriales (servicios públicos, residuos sólidos, medio ambiente, obras públicas, vivienda, espacio público) e iniciativas de mitigación y gestión del riesgo con aquellas relacionadas con otros servicios ecosistémicos, tales como los de provisión y regulación hídrica, conservación de hábitats para la diversidad biológica, y transporte y dilución de contaminantes líquidos.

El mismo trabajo obtuvo, para cerca de 30.000 viviendas, información física, ambiental, política, económica, institucional y sociocultural que permitió determinar los diferentes grados de vulnerabilidad de la población. No obstante, esta información no ha sido reconocida como útil para obtener mapas de riesgo (utilizándola en conjunto con la información de amenaza con que hoy se cuenta) que direccionen mejor los esfuerzos de gestión. La PGBSE Medellín reitera esta necesidad, que se suma a las solicitudes de diferentes expertos en relación con trabajos como el de microzonificación sísmica, realizados hace varios años, pero aun pobremente incorporados a los ejercicios y, sobre todo, a los instrumentos de planeación territorial y gestión del suelo.

Regulación climática (por almacenamiento de carbono en biomasa aérea)

La regulación climática está directamente relacionada con la regulación de gases como el CO₂ y el O₂, en la atmósfera, lo que directamente provee el mantenimiento de aire limpio y respirable, y la prevención de enfermedades como el cáncer de piel (De Groot et ál., 2002). Los invertebrados del suelo y los organismos detritívoros están relacionados directamente con este servicio. En particular algunas de las características funcionales que influyen en el proceso de descomposición, mineralización y la movilización de nutrientes, son el tamaño del cuerpo, la actividad cavadora, los hábitos alimenticios, entre otros; el tipo de metabolismo del sustrato específico puede tener diferentes efectos (De Bello et ál., 2010). Este servicio está asociado a la dieta de algunos grupos de in-

Figura 18. Aproximación a la espacialización de la demanda del servicio ecosistémico de moderación de eventos extremos por movimientos en masa en Medellín. **Fuente:** PGBSE Medellín, a partir de fuentes secundarias.



sectos; específicamente los que se alimentan de material vegetal en descomposición o de madera (xilema secundario) están facilitando el paso del carbono, almacenado en cadenas de celulosa, a otros niveles de la red trófica, al mismo tiempo que mantienen la capacidad productiva del suelo.

Algunos de los grupos de insectos presentes en Medellín que proveen este servicio son escarabajos (*Cerambycidae*; *Prioninae*, *Parandrinae*; *Buprestidae*; *Alleculidae*; *Passalidae*) y termitas (*Dictyoptera*: *Isoptera*); e incluso varios de ellos tienen endosimbiontes (como levaduras o protistas) en el tracto digestivo que facilitan la digestión de la lignina y la celulosa de las plantas, y que en algunos casos pueden aumentar la relación de nitrógeno: carbono en la dieta de las termitas (Korb y Aanen, 2003).

Para el grupo de las plantas, el valor funcional de una especie arbórea para el servicio de almacenamiento de carbono se estimó con base en el rasgo funcional de densidad de la madera, usando cinco clases: muy suave ($< 0,30 \text{ g/cm}^3$), suave ($0,30 - 0,44 \text{ g/cm}^3$), mediana ($0,45 - 0,59 \text{ g/cm}^3$), densa ($0,60 - 0,74 \text{ g/cm}^3$) y muy densa ($\geq 0,75 \text{ g/cm}^3$). Para el cálculo de la densidad de la madera se utilizó la base de datos Global Wood Density Database (Zanne et ál., 2009), la cual cuenta con más de 16.000 registros. De esta manera fue posible asignar la densidad de la madera a nivel de especie a aproximadamente el 28% de ellas (211), a nivel de género a aproximadamente el 58% (430) y a nivel de familia a cerca del 14% (102); al resto se le asignó la densidad media de todas las espe-

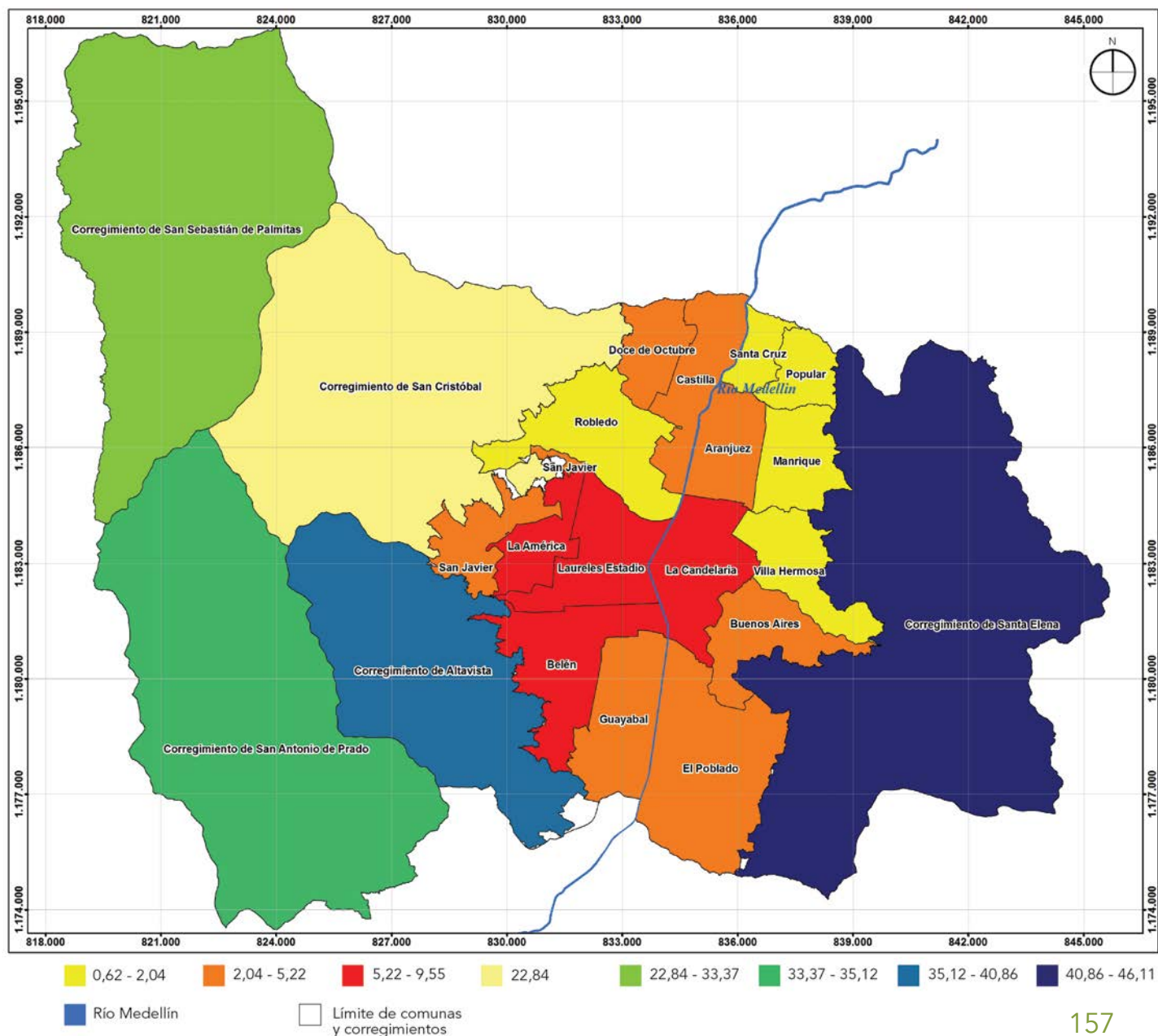
cies. Utilizando las cinco clasificaciones anteriores, el análisis de densidad de la madera muestra que la mayoría de las especies reportadas para Medellín presentan densidad mediana ($0,45 - 0,59 \text{ g/cm}^3$) a densa ($0,60 - 0,74 \text{ g/cm}^3$).

Con datos del diámetro y densidad de la madera se estimó la biomasa por individuo con base en ecuaciones para bosques premontanos de Colombia reportadas por Álvarez et ál. (2012). La biomasa fue convertida en carbono, multiplicándola por un factor de 0,48 de acuerdo con lo recomendado por los mismos autores. Finalmente, se llevó a unidad de área mediante la suma del carbono (ton) total de los árboles en cada una de las comunas de Medellín y se dividió por el área de este para obtener el valor en toneladas por hectárea (ton/ha) (Figura 19, Tabla 13).

Es importante destacar el aporte que realizan los árboles grandes y viejos en Medellín, capturando el 25,51% del total de CO_2 almacenado por el árbol urbano, 12.317,984 ton de carbono; es decir, 45.083,822 ton de CO_2 . Por tanto es viable considerar que el servicio de regulación del clima en la ciudad está siendo ofrecido, principalmente, por los árboles grandes. Además, es innegable su valor cultural, asociado a la historia de los barrios y, en general, de la ocupación en la ciudad.

La evaluación del papel de la vegetación en la oferta de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea vegetal leñosa de la zona rural de Medellín, se generó a partir del levantamiento de co-

Figura 19. Stock de carbono por comuna en Ton/ha.
Valores en rojo indican mayor contenido de carbono por unidad de área.



berturas de los cinco corregimientos del municipio de Medellín en los Planes Especiales de Ordenamiento Corregimental (Alcaldía de Medellín-Grupo HTM, 2012, 2012b, Alcaldía de Medellín-Corporación Terrha, 2012, 2012b, Alcaldía de Medellín-Universidad Pontificia Bolivariana, 2012) y de valores de biomasa por coberturas, recopilados de datos de campo de inventarios de estructura y dinámica de la vegetación, lo que permite tener el mejor estimativo posible. Para cada cobertura se calculó un promedio de stock de carbono por hectárea con ecuaciones reportadas por Álvarez et ál. (2012) para bosques premontanos y montano bajos; y extrapolando los valores al total del área de cada cobertura, más el almacenamiento de carbono en la vegetación del área metropolitana del Valle de Aburrá (informe técnico sin publicar). A detalle de niveles 1 y 2 se asignaron a las coberturas los valores de biomasa y se estimó su contenido de carbono; luego se agruparon en cinco categorías cuantitativas a las que se les asignaron, de mayor a menor, las siguientes categorías cualitativas: Muy alto, Alto, Medio, Bajo, Muy bajo (Figura 19 y Tabla 14).

Las comunas donde se presta con mayor eficiencia el servicio de regulación del clima, por su capacidad de secuestro de carbono en la flora urbana, son Laureles-Estadio, La América, La Candelaria, Belén y Castilla, y las que tienen menor almacenamiento de carbono y, por tanto, menor regulación del clima son Manrique, Villa Hermosa, Santa Cruz y Popular. Esto muestra el gran desbalance que existe en la ciudad de espacios verdes y, principalmente, de árboles y arbustos que puedan realizar un ba-

lance de CO₂/O₂ adecuado (Tabla 13). Así mismo, en los corregimientos la regulación de clima, por el secuestro de carbono (ton/ha) en los bosques y coberturas, está siendo aportada, principalmente, por el corregimiento de San Antonio de Prado, seguido de Altavista, Santa Elena, San Cristóbal y, por último, San Sebastián de Palmitas (Tabla 14).

Al realizar el balance para el área metropolitana del Valle de Aburrá, se estima que su huella ecológica equivale a 47 veces su área, con una tasa de emisión de CO₂ a 2011 de 3'488.655 ton, tanto de fuentes fijas como móviles, de las cuales 39% (aproximadamente 1'360.575,45 ton CO₂) corresponden a fuentes fijas en Medellín; sin embargo, las fuentes móviles son las que representan mayores emisiones, pero no se conoce el dato exacto de ellas para Medellín, mientras que en el área metropolitana las fuentes móviles contribuyen con el 74% de emisiones de CO₂ (Toro et ál., 2013). Si se consideran los cálculos del stock de carbono en el área urbana y rural, los árboles sembrados en la ciudad almacenan actualmente 48,3 ton de carbono, equivalente a 176,7 ton de CO₂ (12,98% de CO₂ de las fuentes fijas), mientras que las coberturas almacenan 293,5 ton de carbono, o 1'074, 1 ton de CO₂ (78,94% de CO₂ de las fuentes fijas), 53,01% (599.468,7 ton CO₂) en bosques naturales intervenidos, 31,18% (334.922,81 Ton CO₂) en plantaciones forestales y 15,47% (166.234,15 ton CO₂) en rastrojos bajos, de acuerdo con el área reportada para cada polígono en el mapa de coberturas; sin embargo, es necesario calcular estos valores directamente en las coberturas actuales, pues los resultados anteriores fueron estimados con los pro-

NOMBRE COMUNA	BIOMASA TOTAL (kg)	CARBONO TOTAL (Ton)	CARBONO (Ton/ha)	ÁREA COMUNA (ha)
Laureles-Estadio	14.748.403	9,5549	9,5549	740,90
La América	7.380.720,06	8,9096	8,9096	397,63
La Candelaria	9.918.470,55	6,4621	6,4621	736,73
Belén	11.029.691,1	5,9652	5,9652	887,52
Castilla	6.603.359,62	5,2226	5,2226	606,91
Doce de Octubre	3.362.318,79	4,1807	4,1807	386,04
El Poblado	10.670.039,4	3,5343	3,5343	1.449,13
San Javier	3.490.339,49	3,4442	3,4442	486,43
Aranjuez	3094334,28	3,0406	3,0406	488,48
Guayabal	4.115.192,00	2,5996	2,5996	759,85
Buenos Aires	3.193.427,59	2,5304	2,5304	605,77
Robledo	4.024.048,78	2,0405	2,0405	946,63
Manrique	1.259.709,06	1,1860	1,1860	509,81
Villa Hermosa	1.199.950,54	1,0065	1,0065	572,24
Santa Cruz	376.272,65	0,8215	0,8215	219,87
Sin nombre	93.643,33	0,7620	0,7620	58,99
Popular	399.592,91	0,6187	0,6187	310,01
Sin nombre	7.950,26	0,5043	0,5043	7,57
Sin nombre	1.462,60	0,2860	0,2860	2,45
Sin nombre	4.200,82	0,1210	0,1210	16,66
Sin nombre	189,57	0,0061	0,0061	15,00

Tabla 13. Estimaciones del stock de carbono para cada una de las comunas de Medellín.

medios reportados para las coberturas y no corresponden a datos de las localidades, por tanto, pueden sobreestimar los valores reales.

De esta manera, una ciudad como Medellín puede obtener un balance CO₂/O₂ mediante la conservación de la vegetación urbana y rural, para mantener y mejorar los sumideros de carbono, recono-

ciendo los beneficios de los árboles sobre el clima. Sin embargo, es claro que la vegetación sembrada y las coberturas solo están contribuyendo al balance de las fuentes fijas, mientras que no alcanzan a contribuir con los balances de las fuentes móviles que son las de mayores aportes de gases efecto invernadero (GEI); esto genera una desproporción entre fuentes y sumideros (Figura 20).

CORREGIMIENTO COBERTURA VEGETAL	CARBONO (ton/ha)	TOTAL CARBONO (ton)	TOTAL ÁREA COBERTURA (ha)
ALTAVISTA		47044,297	773,491
Áreas sin o con poca vegetación (0.0)	0	0,000	39,461
Bosque natural (150.7)	72,3360	25576,856	353,584
Bosque plantado (140.4)	67,3920	13734,619	203,802
Cultivos permanentes (20.3)	9,7440	4,001	0,411
Cultivos transitorios (10.1)	4,8480	2,212	0,456
Mosaicos de cultivos (15.4)	7,3920	4,384	0,593
Mosaicos de pastos (5.3)	2,5440	3,018	1,186
Pastos (5.1)	2,4480	17,205	7,028
Rastrojos (96.1)	46,1280	7702,004	166,970
SAN ANTONIO DE PRADO		69036,623	1089,099
Áreas sin o con poca vegetación (0.0)		0,000	59,811
Bosque natural (150.7)	72,3360	43693,795	604,039
Bosque plantado (140.4)	67,3920	21512,053	319,208
Cuerpos de agua (0.0)	0,0000	0,000	0,021
Cultivos permanentes (20.3)	9,7440	15,558	1,597
Cultivos transitorios (10.1)	4,8480	10,616	2,190
Mosaicos de cultivos (15.4)	7,3920	21,245	2,874
Mosaicos de pastos (5.3)	2,5440	8,356	3,285
Pastos (5.1)	2,4480	36,742	15,009
Rastrojos (96.1)	46,1280	3737,737	81,030
Zonas verdes artificializadas (30.2)	14,4960	0,520	0,036
SAN CRISTÓBAL		61923,264	1082,102
Áreas sin o con poca vegetación (0.0)	0,0000	0,000	32,184
Bosque natural (150.7)	72,3360	22557,366	311,841
Bosque plantado (140.4)	67,3920	23001,349	341,307
Cuerpos de agua (0.0)	0,0000	0,000	0,063
Cultivos permanentes (20.3)	9,7440	24,893	2,555
Cultivos transitorios (10.1)	4,8480	75,639	15,602
Pastos (5.1)	2,4480	67,119	27,418
Rastrojos (96.1)	46,1280	16196,860	351,129
Zonas verdes artificializadas (30.2)	14,4960	0,037	0,003
SAN SEBASTIÁN DE PALMITAS		36208,758	669,815
Áreas sin o con poca vegetación (0.0)	0,0000	0,000	45,150
Bosque natural (150.7)	72,3360	19537,876	270,099
Bosque plantado (140.4)	67,3920	4302,411	63,842
Cuerpos de agua (0.0)	0,0000	0,000	0,127
Cultivos permanentes (20.3)	9,7440	87,571	8,987
Cultivos transitorios (10.1)	4,8480	16,366	3,376
Pastos (5.1)	2,4480	31,940	13,047
Rastrojos (96.1)	46,1280	12232,594	265,188

CORREGIMIENTO COBERTURA VEGETAL	CARBONO (ton/ha)	TOTAL CARBONO (ton)	TOTAL ÁREA COBERTURA (ha)
SANTA ELENA			
Áreas sin o con poca vegetación (0.0)	0,0000	0,000	7,648
Bosque natural (150.7)	72,3360	44226,647	611,406
Bosque plantado (140.4)	67,3920	28958,533	429,703
Cuerpos de agua (0.0)	0,0000	0,000	0,042
Cultivos permanentes (20.3)	9,7440	1,334	0,137
Mosaicos de cultivos (15.4)	7,3920	21,245	2,874
Mosaicos de pastos (5.3)	2,5440	15,436	6,068
Pastos (5.1)	2,4480	481,360	196,634
Rastrojos (96.1)	46,12799927	5549,973	120,317
TOTAL GENERAL			

Tabla 14. Estimaciones del stock de carbono en los corregimientos del municipio de Medellín.

Por otro lado, aunque la regulación del clima, a través de la captura de carbono por parte de la flora en Medellín, solo está balanceando las emisiones de fuentes fijas, la disminución de las coberturas boscosas en las zonas rurales y de árboles en la zona urbana podría incrementar aún más la huella de carbono que presenta la ciudad que actualmente equivale a la huella de una ciudad con 47 veces más área que Medellín.

Adicional a lo que se deriva de estos resultados, se considera importante continuar los esfuerzos de gestión en curso, particularmente el proceso de inventario de gases de efecto invernadero de Medellín y el proyecto Más Bosques para Medellín, que ha identificado áreas de oferta potencial de prestación de este servicio ecosistémico. Lo anterior con el objeto de estructurar proyectos de reforestación con especies nativas (y, eventualmente, con exóticas de conocido manejo en vivero y plantación) que sean elegibles en los mercados de carbono, sea bajo el Protocolo de Kyoto o bajo el mercado

voluntario. Las áreas que se ven en la **Figura 21** son aquellas que resultarían elegibles.

Transporte y dilución de contaminantes líquidos

Este servicio ecosistémico es el producto de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas que se dan en los ecosistemas acuáticos y terrestres (Balvanera y Cotler, 2009). Tales aspectos de calidad y oportunidad del servicio están limitados por las actividades antrópicas y la capacidad de los ecosistemas para depurar la carga de contaminantes producidos por dichas acciones humanas (Alcamo et ál, 2003). Es importante mencionar que la demanda de agua, tanto para consumo humano como para actividades productivas, viene en aumento, mientras que la disponibilidad, la calidad y la oportunidad del recurso han venido en retroceso (Diez y Burbano, 2006).

Los ecosistemas contribuyen al filtrado, retención y descomposición de nutrientes y desechos orgá-

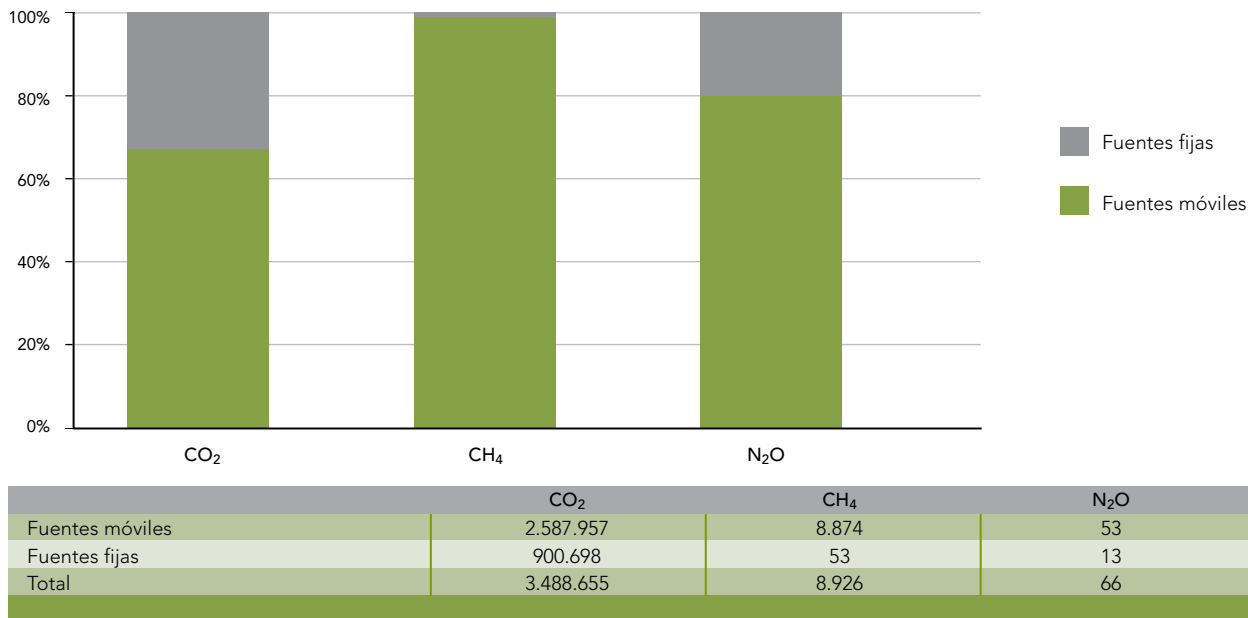


Figura 20. Distribución de gases de efecto invernadero por tipo de fuente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente: Toro et ál., 2013

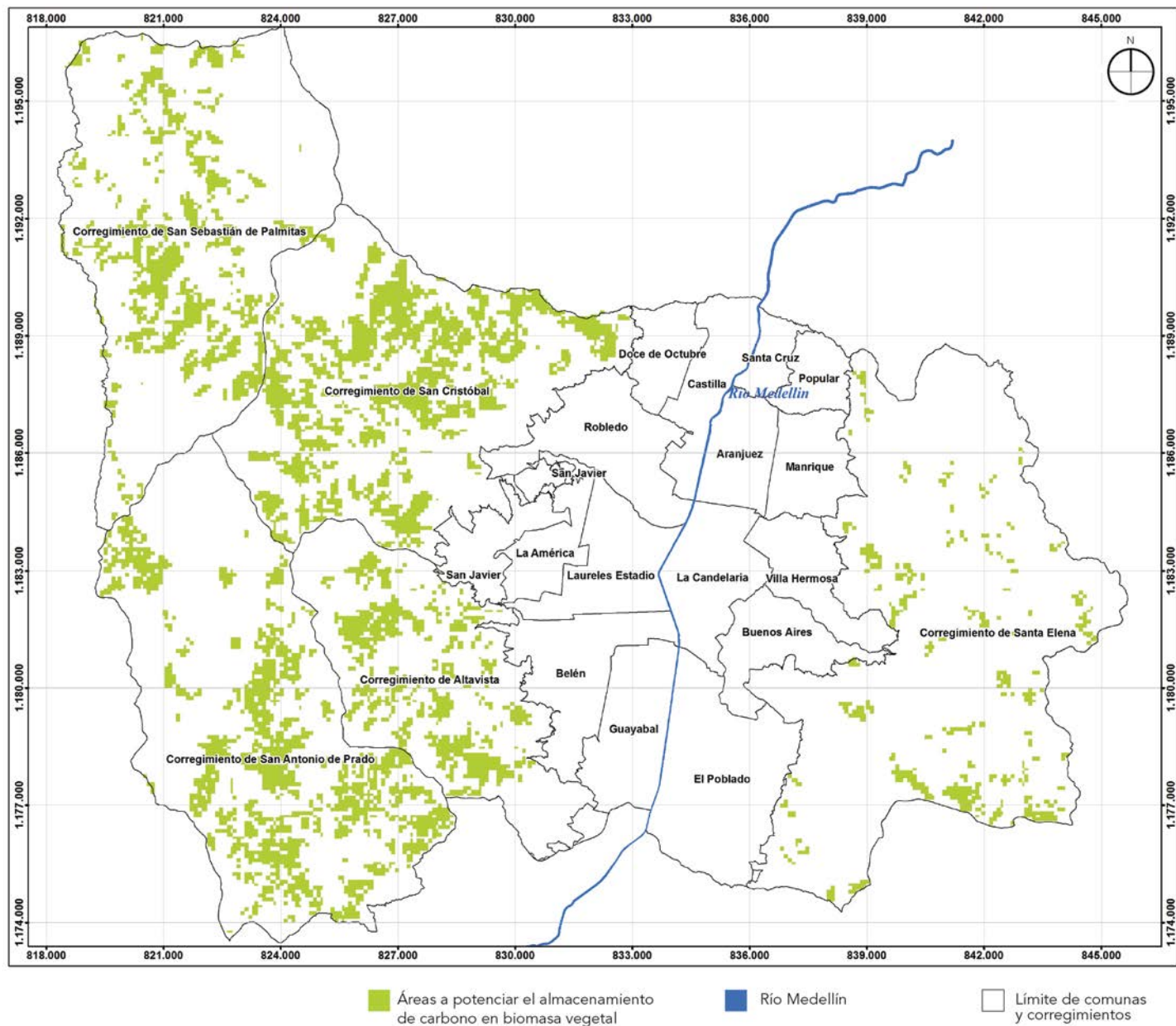
nicos para los efluentes urbanos mediante la dilución, la asimilación y la recomposición química (Teeb, 2011 en Gómez-Barton, 2013). El río Medellín es el principal receptor de las aguas residuales generadas en todo el valle, lo que ha dado como resultado la “muerte” del río, reportada desde hace más de tres décadas (Matthias y Moreno, 1983). Para resolver este problema se ha venido ejecutando un plan de saneamiento que complementa la operación actual de la planta de tratamiento San Fernando que recolecta aguas residuales del sur del Valle de Aburrá (hasta el municipio de Itagüí). Actualmente se encuentra en fase de construcción la nueva planta en el municipio de Bello que tra-

tará aguas residuales de Medellín. Con este plan de saneamiento se espera mejorar las condiciones del agua permitiendo a futuro que dicho afluente pueda ser utilizado en otras actividades (Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013).

Por tal razón, el servicio ecosistémico de transporte y dilución de contaminantes líquidos es de suma importancia para muchos sectores rurales y urbanos de Medellín, pues la red hídrica, a pesar de los notorios avances en términos de cobertura de saneamiento básico, sigue actuando como vertedero y colector de muchos de los contaminantes que las diferentes actividades humanas generan.

Figura 21: Áreas elegibles para proyectos MDL Forestal en Medellín.

Fuente: Proyecto Más Bosques para Medellín, 2012.



Por su parte, el proyecto Corantioquia-Unal (2000) define que las áreas prestadoras corresponden a la red de drenaje de la cuenca del río Medellín y privilegian la corriente principal, dado el aporte a la recepción, transporte y dilución y, en un sentido más general, “a la exportación de los contaminantes”. Además de la red hídrica, se propone que mediante las redes de alcantarillado (sean estas manejadas o no por EPM) puedan conocerse áreas de demanda crítica de este servicio ecosistémico debido a la ausencia de cobertura que muchas áreas periurbanas o rurales presentan. Esto hace más relevante su adecuada gestión.

El impacto de la urbanización de Medellín en la contaminación del recurso hídrico de toda la cuenca del río Porce, determina problemas territoriales muy diversos aguas abajo del territorio municipal. Esto es explícito en la evaluación de la huella hídrica de la cuenca:

[...]Se hizo evidente la afectación generada en toda la cuenca, en términos de calidad, a causa de los vertimientos en la cabecera que coincide en este caso con la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá, y se visualiza cómo, pese al aumento de caudal y a la regulación del caudal de la cuenca, el problema de calidad generado en la parte alta condiciona la capacidad de asimilación en todo el recorrido del río. (Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013)

Es claro que el saneamiento de los ríos Aburrá y Grande (el segundo mayor aportante de contaminación de toda la cuenca) es una necesidad ambiental, económica y social, no solo local, sino de

orden subregional, que todos los municipios del Área Metropolitana deben abordar, con el liderazgo de Medellín y la participación medular de la empresa privada (EPM en primer lugar).

Como parte de los análisis ambientales, económicos y sociales realizados en dicho trabajo, se identificaron más de 100 puntos clave en la cuenca, denominados *hotspots*, que resultan críticos en términos de las demandas de gestión que plantean, dada su situación actual. Las variables ambientales consideradas resaltaban puntos donde la huella azul o verde superaba la oferta de agua azul o verde, es decir, puntos donde se identificó excedida la capacidad de asimilación de la cuenca. En lo económico, se identificaron puntos de la cuenca con una baja productividad aparente del agua relativa a otros usos competitivos del recurso. En lo social, los *hotspots* identificaban zonas con bajos niveles de calidad de vida y zonas donde se identificaron problemas asociados a la voluntad política, en las que existen recursos suficientes pero se presentan problemas de acceso al agua y saneamiento, además de la incidencia de enfermedades de origen hídrico y transmitidas por vectores. De esos puntos críticos, 18 se encuentran en la cuenca del río Aburrá y 9 en la cuenca del río Grande (aguas arriba de los embalses).

Como conclusión, este trabajo plantea la necesidad de que en el corto plazo se trabaje por una reducción de la contaminación industrial y doméstica aportada por la cuenca del río Aburrá, así como por un control y seguimiento frente a usos del suelo y competencias por acceso al agua verde que es-

tán comprometiendo la sostenibilidad de los ecosistemas y del sector productivo agropecuario. Se han identificado como críticas las cuencas del río Aburrá y como muy delicadas las situaciones en la cuenca de río Grande, entre otros. Con el inadecuado uso del recurso hídrico, la industria está poniendo en juego su reputación y aumentando sus riesgos regulatorios, financieros y físicos. Se invita a las empresas a emprender acciones de responsabilidad social con fines ambientales (con una mirada interinstitucional y una visión amplia del territorio y sus actores) que están ampliamente justificadas y sustentadas desde el análisis de los resultados de huella hídrica para todos los actores (Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013).

Una fuente importante de información en relación con este servicio es la Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá (Red Río), que el Área Metropolitana ha financiado y operado con ayuda de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín desde el año 2004, como parte de sus acciones de gestión, las que, complementadas con las que han realizado Corantioquia y EPM, buscan atenuar las condiciones de degradación del río.⁸

La PGIBSE Medellín no logró una aproximación espacialmente explícita, pero se construyó un modelo conceptual para realizar dicha aproximación y valoración en el futuro, lo que puede generar criterios e información complementaria para la ges-

tión de este servicio ecosistémico. Estas variables deberían ser consideradas como información clave a obtener, tratar y monitorear en la gestión de este servicio ecosistémico (Tabla 15).

Es importante, finalmente, destacar el papel que tienen los peces en el servicio de regulación de la calidad del agua: los peces detritívoros como, por ejemplo, los bocachicos (*Prochilodus magdalenae*), son consumidores de materia orgánica y ayudan a evitar procesos de eutrofización del agua por una desoxigenación mayor del río y aportan al reciclaje de nutrientes dentro del sistema acuático. Adicionalmente, asimilan muchos metales pesados, entre ellos el mercurio (Mancera y Álvarez, 2006), que perturban las condiciones fisicoquímicas del agua como el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad, entre otras.

Para la estabilidad del ecosistema del río Porce se recomienda realizar siembras, en su parte alta, de peces nativos, en especial detritívoros, con el fin de proveer una ayuda adicional a la limpieza que se busca con el proceso de recuperación del río Medellín. Además se debe controlar la descarga de vertimientos y materia orgánica de las zonas pobladas en la parte alta y media de esta cuenca. Así se contribuye, en forma natural, con las plantas de tratamiento de San Fernando y Bello (en construcción).

Captación de material particulado del aire

La contaminación del aire en las ciudades es un problema ambiental importante, que afecta a la salud y el bienestar humano. Los efectos de la ex-

⁸ http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/C/calidad_del_rio_medellin_mejora_despacio_va_entre_mala_y_regular/calidad_del_rio_medellin_mejora_despacio_va_entre_mala_y_regular.asp.

posición a la contaminación del aire pueden variar: desde muerte prematura hasta muchos efectos crónicos tales como disminución de la capacidad física, tos, problemas de las vías respiratorias, daño permanente a los pulmones y enfisema. Se ha demostrado que la contaminación es un factor de riesgo moderado para el cáncer de pulmón en regiones industriales (López-Cima et ál., 2011, Samet et ál., 2009). Los efectos se manifiestan en costos para la sociedad: días de trabajo perdidos, aumento de los gastos médicos y disminuciones de la productividad. La contaminación del aire también reduce la visibilidad, daña la infraestructura y puede afectar negativamente, o incluso matar, la vegetación (Romero et ál., 1999, Carpio y Fath, 2011).

Al igual que el clima, la calidad local del aire cambia de un día a otro, o incluso de una hora a otra. Una parte importante del material particulado del aire está constituido por polen y esporas de hongos que son contaminantes naturales y en muchos casos, pueden ser importantes detonantes de alergias y asma, causando además síntomas nasales (Badrrek et ál., 2012). Los óxidos de nitrógeno del aire pueden incrementar la sensibilidad a estos contaminantes en asmáticos (Faiz et ál., 1990) y el polen de algunos géneros específicos de plantas puede tener efectos negativos según la edad de las personas (Fuhrman et ál., 2007). Por esta razón, en otras regiones cuantifican en varias horas del día la carga polínica que tiene el aire, con el objeto de mantener informada a la población sobre los cambios.

Por su parte, algunos animales que se alimentan de polen o esporas pueden reducir la carga de es-

tos elementos del aire y, consecuentemente, sus contaminantes. Así mismo, los bosques urbanos pueden afectar la calidad del aire local y regional mediante la eliminación de los contaminantes atmosféricos, las emisiones atmosféricas de sustancias químicas de su mantenimiento y de la vegetación. De igual manera, alteran el microclima urbano mediante la reducción de la temperatura (por la sombra y la evapotranspiración) y el cambio de los patrones de viento, y reducen el consumo energético de los edificios y las emisiones de las plantas eléctricas. Los bosques urbanos también influyen en el cambio climático global a través de la eliminación directa de gases de efecto invernadero y al afectar las emisiones procedentes de la producción de energía (Nowak et ál., 2006).

Varios estudios han cuantificado la eliminación de la contaminación del aire gracias a los bosques urbanos (Freer-Smith et ál., 1997; McPherson et ál., 1999). Por ejemplo, Nowak et ál. (2006) estudiaron la eliminación de contaminantes y descubrieron que la calidad del aire mejora a partir del aporte de los bosques urbanos de varias ciudades de Estados Unidos; así mismo, el uso de variables de la estructura del bosque, como el índice de área foliar, permitió estimar que la eliminación de PM10 (partículas suspendidas en el aire menores de 10 micras) por árboles en Los Angeles fue 8,0 g/m². Por otra parte, Freer-Smith et ál. (1997) y otros autores discuten la eliminación de partículas de vegetación leñosa en Gran Bretaña, mientras que McPherson et ál. (1999) analizaron los beneficios y costos de la gestión de los bosques urbanos municipales para múltiples beneficios y servicios, incluyendo la calidad del aire.

VARIABLE	INTERPRECIACIÓN	FUENTE
Red de alcantarillado	< densidad (ml/m ²) > demanda potencial de servicios ecosistémicos	EPM – SMA
Vertimientos	> densidad (#/m ²) > demanda potencial de servicios ecosistémicos	SMA – SIAMED- PIOMS
Consolidación urbana	< consolidación (nivel 1, 2, 3) > demanda potencial de servicios ecosistémicos	POT
Red hídrica	> densidad (ml/m ²) > oferta potencial de servicios ecosistémicos	SMA – Actualización red hídrica
Cobertura del canal	> artificialidad (menor rugosidad) > oferta potencial de servicios ecosistémicos	SMA – Actualización red hídrica + PIOM
Número de orden de drenaje	> número de orden > oferta potencial de servicios ecosistémicos	SMA – Actualización red hídrica + PIOM
Altura sobre nivel del mar	> a s.n.m. > oferta potencial de servicios ecosistémicos	Cartografía base
Precipitación	> pp (promedio anual multianual) > oferta potencial de servicios ecosistémicos	Ideam-Siata
Capacidad hidráulica	> capacidad hidráulica > oferta potencial de servicios ecosistémicos	Actualización red hídrica
Pendiente media	> pendientes > oferta potencial de servicios ecosistémicos	Cartografía base
Información control (para chequear resultados de la modelación espacial)		
	Cuencas críticas de acuerdo con el PMSV	EPM
	Morbilidad (enfermedades de origen hídrico)	Metrosalud
	Cobertura del servicio de alcantarillado (por barrios)	EPM – Secretaría de Servicios Públicos
	Calidad del agua (< calidad (DBO) > demanda potencial servicio ecosistémico)	Red Río

Tabla 15. Variables clave para construir un modelo conceptual para la construcción espacialmente explícita de la oferta del servicio ecosistémico Transporte de contaminantes líquidos.

Los estudios sobre la relación costo-beneficio del uso de los bosques urbanos para mejorar la calidad del aire presentan resultados mixtos. McPherson et ál. (1999, 2007) encontraron que la plantación de árboles no era costo-efectiva. Escobedo et ál. (2008) determinaron que los programas de manejo forestal urbano y las políticas dirigidas a la reducción de material particulado en Chile eran rentables.

En relación con la reducción de polen y esporas como contaminantes del aire, cabe señalar que algunas de las especies de insectos de Medellín se alimentan de ellos y pueden reducir la carga de tales contaminantes del aire. En la ciudad, algunos escarabajos como las familias *Erotylidae*, *Endomychidae*, y algunos *Cerambycidae* y *Curculionidae*, pueden ser prestadores de este servicio, pues en sus dietas están el polen y/o esporas de hongos. Incluso familias como *Coccinellidae* (*Coleoptera*), donde la mayoría de las especies son depredadoras, pueden ser consumidoras significativas de polen. Igualmente, algunos géneros de *Lepidoptera*, como *Heliconius* y *Laparus*, son consumidores sistemáticos de polen (Beltrán et ál., 2007).

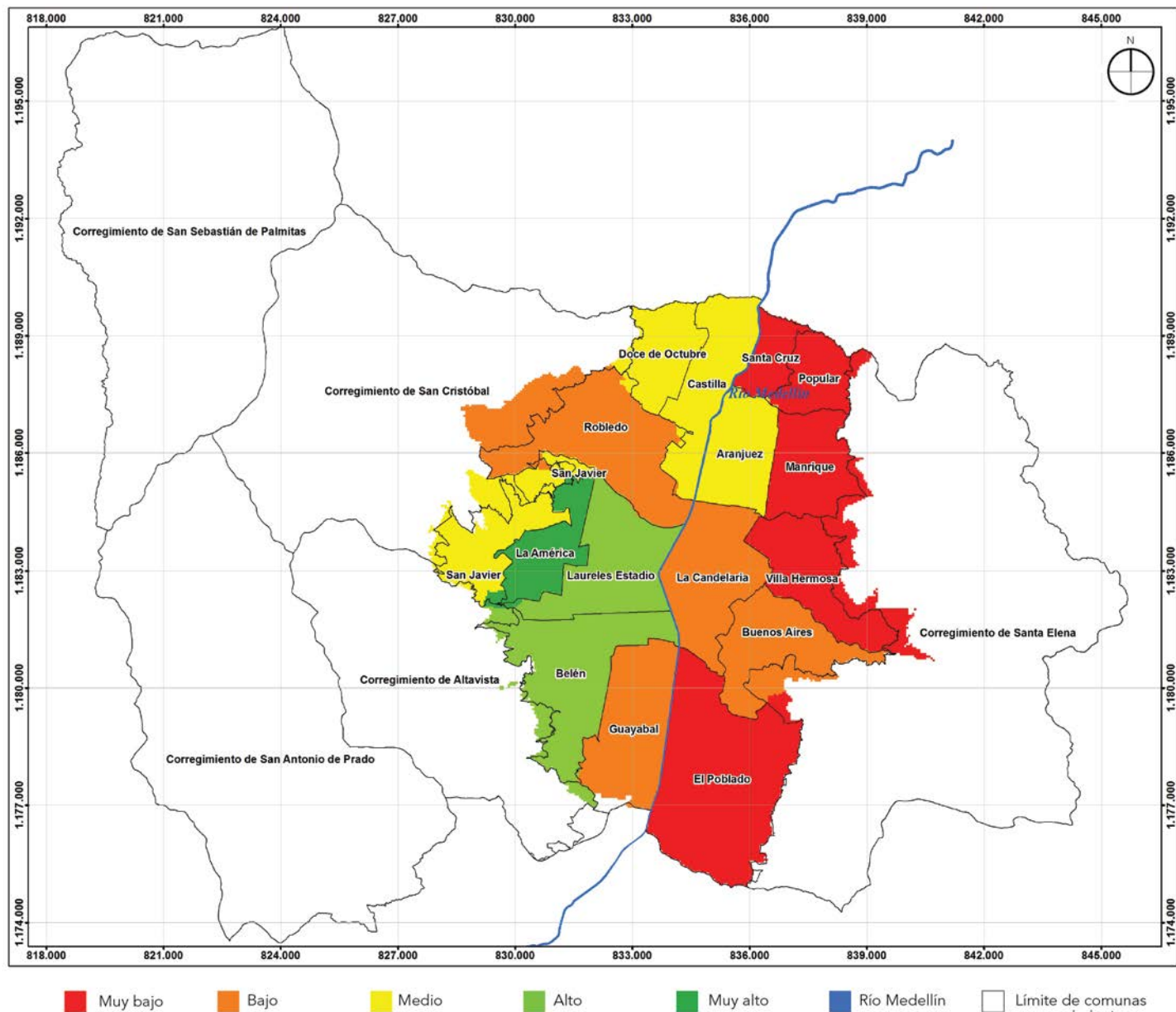
Por otro lado, una gran proporción de las plantas que hacen parte del ornato de Medellín corresponden a plantas introducidas, y se ha observado que el establecimiento de ellas puede traer consigo el riesgo de sensibilización alérgica de las poblaciones expuestas (D'Amato et ál. 2007; Bartra et ál., 2007). Esto podría estar relacionado con la mortalidad por enfermedades respiratorias agudas en 2010 en la zonas urbanas de Medellín, la cual fue alta en algunos barrios, en comparación con los índices de los corregimientos que fueron más bajos (Alcaldía de Medellín, 2011). Esto podría ser un indicador indirecto de la calidad del aire en estas áreas.

Para evaluar este servicio, prestado por el bosque urbano en Medellín, se utilizó una aproximación gruesa para estimar la remoción de contaminantes atmosféricos por el arbolado urbano, a partir del

inventario realizado por la SMA y datos preliminares sobre la remoción de contaminantes por 50 especies de árboles que se siembran frecuentemente en la ciudad. El listado de las especies y el peso promedio de material particulado se presentan en la **Tabla 16**. Se encontró una alta variación en el peso del MP entre las especies, con valores entre 0,006 gr/hoja para *Licania triandra* y 0,083 gr/hoja para *Anacardium excelsum*, con un promedio de 0,029+-0,008 gr/hoja para todas las especies.

Con el objetivo de extrapolar estos valores a todo el arbolado urbano, se utilizó una ecuación que estima el valor promedio de las hojas de los árboles con base en la circunferencia del tronco a la altura del pecho. La ecuación fue construida, por Durán y Alzate (2009), a partir de modelos individuales de cinco especies de árboles (*Syzygium malaccense*, *Psidium guajava*, *Zygia longifolia*, *Mangifera indica* y *Lagerstroemia speciosa*), comunes en el arbolado urbano de Medellín. El balance de estos cálculos muestra que la vegetación arbórea tiene un potencial de captación de MP en el aire de 516.689,61 kilogramos/año, de las 2.830 toneladas emitidas de MP (PM, PM10 y PM2,5), reportadas para área metropolitana por Toro et ál. (2013). Así mismo, la espacialización de los datos, muestra que la ladera oriental de la ciudad es donde se presenta en menor grado este servicio, mientras que comunas como Laureles, Belén, La América y San Javier, pueden tener una disponibilidad de aire más limpio, gracias a la labor que los árboles prestan captando material en suspensión (**Figura 22**).

Figura 22. Estimaciones de la capacidad de captación de material particulado en árboles y arbustos de Medellín.
Fuente: PGIBSE Medellín.



NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	DAP	PROMEDIO DE PESO MATERIAL (gr/hoja)	DESVEST DE PESO MATERIAL	CV
<i>Adenaria floribunda</i>	Lythraceae	30.0	0.01000	0.00100	10%
<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	41.0	0.08333	0.01692	20%
<i>Apeiba tibourbou</i>	Malvaceae	33.0	0.02200	0.00361	16%
<i>Bunchosia armeniaca</i>	Malpighiaceae	50.0	0.00800	0.00346	43%
<i>Calophyllum inophyllum</i>	Calophyllaceae	26.9	0.03000	0.00361	12%
<i>Caryodendron orinocense</i>	Euphorbiaceae	27.8	0.02533	0.01079	43%
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Sapotaceae	21.0	0.03067	0.00611	20%
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	19.7	0.02133	0.01002	47%
<i>Diospyros digyna</i>	Ebenaceae	18.5	0.02300	0.00608	26%
<i>Erythrina fusca</i>	Fabaceae	39.9	0.06233	0.03197	51%
<i>Eucalyptus saligna</i>	Myrtaceae	22.6	0.01900	0.00173	9%
<i>Flacourtia indica</i>	Flacourtiaceae	25.5	0.01633	0.00321	20%
<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae	27.8	0.01367	0.00493	36%
<i>Hamelia patens</i>	Rubiaceae	6.9	0.01067	0.00416	39%
<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae	27.0	0.06517	0.02539	39%
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	21.3	0.03167	0.01159	37%
<i>Lafoensia punicifolia</i>	Lythraceae	16.0	0.02000	0.00872	44%
<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	25.1	0.01233	0.00808	66%
<i>Licaria triandra</i>	Lauraceae	26.4	0.00567	0.00231	41%
<i>Luehea seemannii</i>	Malvaceae	15.0	0.00867	0.00153	18%
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	13.6	0.00967	0.00723	75%
<i>Margaritaria nobilis</i>	Phyllanthaceae	15.2	0.01500	0.00656	44%
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Sapindaceae	14.2	0.05100	0.01453	28%
<i>Ormosia colombiana</i>	Fabaceae	24.3	0.06067	0.00551	9%
<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	16.2	0.08300	0.01562	19%
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	25.3	0.05100	0.00608	12%
<i>Persea caerulea</i>	Lauraceae	15.3	0.00933	0.00603	65%
<i>Piper daniel-gonzalezii</i>	Piperaceae	15.3	0.01400	0.00265	19%
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Fabaceae	12.6	0.02567	0.01021	40%
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	20.9	0.00733	0.00208	28%
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	27.7	0.01067	0.00681	64%
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	15.8	0.05200	0.01082	21%
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	33.3	0.03167	0.00493	16%
<i>Tabernaemontana divaricata</i>	Apocynaceae	11.9	0.02800	0.00200	7%
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	19.1	0.02267	0.01589	70%
<i>Terminalia ivorensis</i>	Combretaceae	29.8	0.01400	0.01127	80%
<i>Trichanthera gigantea</i>	Acanthaceae	25.5	0.04267	0.00493	12%
<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae	30.2	0.06733	0.00802	12%
<i>Zygia longifolia</i>	Fabaceae	30.1	0.00933	0.00252	27%
Promedio total			0.02882	0.00792	33%

Tabla 16. Especies y promedio por hoja de material particulado (gr/hoja) en especies de árboles que crecen en la ciudad de Medellín.

Por otra parte, la disminución de poblaciones de insectos que consumen polen podría aumentar la carga polínica del aire, lo que a su vez repercute en el incremento de afecciones respiratorias. En el municipio de Medellín, los principales motivos de consulta externa y de urgencias en 2010 fueron afecciones respiratorias, incluyendo asma (Alcaldía de Medellín, 2011). Un aumento en las poblaciones de insectos consumidores de polen podría disminuir la incidencia de dichas afecciones, principalmente las de origen alérgico.

Regulación del microclima y mitigación del ruido

Aunque no se desarrolló una aproximación a la valoración de estos servicios ecosistémicos desde la PGBSE Medellín, es necesario resaltar la importancia que tienen en nuestro particular contexto urbano, dadas las condiciones socioeconómicas, urbanísticas y culturales de la ciudad. En Medellín, es cada día más evidente el aumento de la temperatura (León, 2000) y de las condiciones de contaminación acústica en muchos sectores residenciales, comerciales e industriales. Esto ocasiona conflictos sociales, perjuicios ambientales y afectación del bienestar físico y emocional de muchos de sus habitantes. El denominado “efecto de isla de calor urbana” ha sido ampliamente documentado en la literatura y consiste en un aumento de la temperatura causada por la emisión de gases de efecto invernadero derivada del parque automotor, en conjunción con el aumento de absorción de calor debido al aumento en las superficies construidas e impermeables

(Gómez-Barton, 2013). Los espacios públicos verdes, así como las superficies acuáticas, naturales o artificiales, contribuyen a disminuir este efecto en la ciudad, a través de la evapotranspiración y la sombra que proveen las plantas. Por otra parte, el tráfico, la construcción y otras actividades humanas hacen que el ruido sea uno de los principales problemas de polución en las ciudades, afectando procesos fisiológicos y psicológicos de las personas. El suelo y la vegetación urbana pueden atenuar el ruido a través de absorción, desviación, reflexión y refracción de las ondas de sonido (Aylor, 1972; Krag, 1981; Ishiii, 1994; Fang y Ling, 2003 en Gómez-Barton, 2013).

En el marco de la implementación de la PGBSE Medellín, son necesarias valoraciones de estos servicios provistos por la flora urbana, e intervenciones físicas soportadas en dicha valoración, especialmente en sectores urbanos donde la impermeabilización del suelo por causa de usos comerciales, industriales y de servicios es notoria. Implica también una evaluación cada vez más certera sobre los efectos indeseables de las prácticas convencionales de diseño y generación de espacios públicos, equipamientos e infraestructuras viales. Con ello se debe aumentar la conciencia sobre el valor del arbolado urbano y las superficies de agua en el bienestar de los ciudadanos. Así mismo, son necesarios estudios que aborden, desde una perspectiva económica, las vinculaciones estrechas que tienen los problemas de salud pública con la pérdida de estos servicios.

Consideraciones finales

La PGIBSE Medellín realizó un esfuerzo muy significativo de acopio y tratamiento de información dispersa, esencial para un adecuado manejo y gestión de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas de Medellín, y de los que aun estando por fuera de su jurisdicción administrativa constituyen sistemas proveedores de bienestar para la ciudad. Esta información expresa claramente el interés diferencial en cuanto a temas y localidades objeto de estudio, investigación y análisis. Tener un panorama más claro del estado de conocimiento y de los actores de gestión de ese conocimiento es un aporte de la PGIBSE a la ciudad.

El prisma que impone el enfoque de servicios de los ecosistemas es un camino que, con la PGIBSE, continúa fortaleciéndose en el contexto nacional y local. Implica nuevas lógicas de pensamiento y nuevas preguntas, tanto para investigadores, como para los tomadores de decisiones, el sector productivo y toda la ciudadanía. El propósito común de estos actores, bajo este prisma, debe ser explicitar y valorar la magnitud de las conexiones entre la pérdida de biodiversidad, la pérdida de los servicios de los ecosistemas y la pérdida del bienestar de las comunidades locales y de la sociedad en su conjunto. Esto abre numerosas, interesantes y cruciales preguntas y perspectivas de investigación y gestión, desde campos profesionales tan variados como la sociología, la antropología, la economía, la ecología o la microbiología.

La PGIBSE realiza un aporte significativo en términos del conocimiento de la biodiversidad de Medellín y de los servicios ecosistémicos que esta proporcio-

na, así como de su distribución espacial, dado que la oferta y demanda de estos servicios no es uniforme en el territorio. En términos generales, y de forma muy esquemática, la oferta de servicios ecosistémicos puede ser diferenciada jerárquicamente de acuerdo con la escala territorial.

Las demandas de servicios ecosistémicos de provisión se suplen a nivel regional. Esto es especialmente válido para el agua, los alimentos y los recursos forestales. Los corregimientos de Medellín, por su parte, están concentrando la mayor oferta de servicios ecosistémicos de regulación y soporte, pero su ritmo de deterioro es cada vez mayor. Servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, la moderación de eventos extremos por movimientos en masa e inundaciones, la conservación de hábitats para la biodiversidad, y la polinización son especialmente significativos en esta escala territorial. En el ámbito urbano, son muy importantes los servicios ecosistémicos originados en el espacio público, el arbolado y la red hídrica urbana, tales como la captación de material particulado del aire, el transporte y dilución de contaminantes líquidos, y la mitigación del ruido.

En función de este nuevo enfoque, de las amenazas y presiones territoriales, del aporte cualitativo diferencial en términos de la oferta de los servicios ecosistémicos y de las demandas colectivas de bienestar, la PGIBSE Medellín propone un marco estratégico y operativo que aspira a orientar las acciones de política en estos temas, ineludibles en las estrategias modernas de competitividad económica, y sostenibilidad ambiental y social de las ciudades.



CAPÍTULO 5

CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE LA PGIBSE MEDELLÍN¹

Como resultado del enfoque por ecosistemas² promovido por la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, la conservación de la biodiversidad deja de ser un asunto exclusivamente del sector ambiental y con jurisdicción solo de las ciencias naturales, para pasar a ser un objeto de gestión basado en la corresponsabilidad social y sectorial.

Para continuar con el propósito de promover la gestión de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos derivados de esta como un “asunto de todos”, y reconociendo su carácter público (valor público), la PGIBSE Medellín desarrolló una estrategia de construcción participativa. En este capítulo se exponen algunos elementos de este proceso de construcción.

Como ya se ha mencionado, la PGIBSE Medellín se ocupó de acopiar, ordenar y analizar un volumen significativo de información técnica, derivada de inventarios y colecciones de biodiversidad existentes en museos y grupos de investigación de la ciudad y del mundo, así como de datos, in-

formaciones y propuestas de planeación y ordenamiento sobre los servicios ecosistémicos ofertados y demandados por la ciudad. Pero además y dado que esta propuesta busca constituirse en una política pública local, el proceso estaba llamado a ser una construcción participativa, donde todos los actores de la gestión en Medellín pudiesen contribuir a la elaboración de un estado actual sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, las presiones y amenazas que sobre ellos existen, y las respuestas técnicas y políticas que debían hacer parte de una propuesta de gestión integral.

Los principales objetivos del proceso de construcción participativa fueron entonces la identificación y vinculación de actores; la identificación de sus percepciones sobre elementos y componentes de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; el análisis de sus problemáticas y factores de cambio; y la propuesta de líneas estratégicas de acción desde diferentes perspectivas fortaleciendo así el ejercicio de la gobernanza³.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden al análisis integrado de la informa-

1 Connie Paola López Gómez, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Equipo técnico Parque Explora PGIBSE Medellín.

2 Estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueven la conservación y el uso sostenible. Esta se basa en la aplicación de las metodologías científicas adecuadas, enfocándose en los niveles de la organización biológica que abarcan estructuras esenciales, procesos, funciones y las interacciones entre organismos y su medio ambiente. En dicho enfoque se reconoce como componente integral de muchos ecosistemas a los seres humanos con su diversidad cultural (Alcamo et ál, 2003).

3 Las interacciones entre estructuras, procesos y tradiciones que determinan cómo el poder es ejercido, cómo las decisiones son tomadas respecto a temas de interés público y cómo los ciudadanos u otros actores participan (Graham et ál. 2003). Es el conjunto de condiciones sociales, administrativas y financieras necesarias para instrumentar y aplicar decisiones políticas adoptadas con el objeto de ejercer la autoridad (Fontaine, Van Vliet y Pasquís, 2007).

ción que resultó de la interacción de diferentes actores durante el desarrollo de la estrategia de construcción participativa y las bases conceptuales sobre el bienestar humano entendido desde el enfoque de Amartya Sen como el estado en que los individuos tienen la capacidad para procurarse una vida valorada por una diversidad de libertades instrumentales, que incluye seguridad personal y ambiental y acceso no solo a bienes materiales sino también a la buena salud y las buenas relaciones sociales, esto vinculado a la libertad para tomar decisiones y actuar. En el vínculo con la biodiversidad, los ecosistemas son esenciales para el bienestar humano gracias a sus servicios de suministro, regulación, culturales y soporte (Alcamo et ál, 2003). Dichos resultados se discuten bajo (i) el marco conceptual que adoptó la PGIBSE Medellín, el cual reconoce el valor de los diferentes sistemas de conocimiento en la ordenación del territorio a través de la apropiación de información que va desde la evolución institucional como tal del municipio otorgada por entidades, hasta las recomendaciones de los expertos y académicos y los aportes desde el conocimiento local propiamente dicho; (ii) la información secundaria recopilada por la PGIBSE Medellín, especialmente en términos territoriales y socioeconómicos, y (iii) el análisis y síntesis por parte del comité técnico y el equipo de trabajo interno de la PGIBSE Medellín.

Actores asociados a la PGIBSE Medellín

Específicamente, para la PGIBSE Medellín, se adoptó la clasificación de actores de la política nacional, enriquecida con la propuesta de la Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación que relaciona a otro tipo de actores denominados mediadores de conocimiento, los cuales corresponden a las organizaciones e instituciones públicas o privadas que promueven y participan en procesos de generación y apropiación de conocimiento. Esta clasificación es coherente para el contexto del municipio de Medellín porque incluye a todos los grupos de interés que tienen influencia sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

A continuación se presentan algunos de los actores identificados para el contexto del municipio:

Elaboradores de política

Son los relacionados con la gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, los elaboradores de política y administradores, es decir, las instituciones públicas encargadas de generar la política sectorial ambiental y la respectiva instrumentación técnica y normativa directamente relacionada:

- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia)
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)
- Secretaría del Medio Ambiente de Medellín (SMA)

- Comités temáticos interinstitucionales que conforman el Sistema de Gestión Ambiental de Medellín (Sigam)
- Secretaría de Medio Ambiente - Gobernación de Antioquia

A escala nacional se contó con la asesoría y el apoyo de Parques Nacionales Naturales de Colombia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Órganos de reglamentación

Instituciones de orden nacional que generan directrices relacionadas con la PNGIBSE; Congreso de la República, DNP, DANE, asambleas departamentales, concejos municipales, entre otros.

Generadores y mediadores de conocimiento

Se encargan de producir y gestionar el conocimiento y la información necesarios para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Algunos son:

- Universidad de Antioquia
- Universidad CES
- Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín
- Museo de Ciencias Naturales de la Salle
- Corporación Parque Explora
- Parque Zoológico Santa Fe
- Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe
- Sociedad Antioqueña de Ornitología (SAO)
- Universidad Eafit – Centro de Estudios Urbanos y Ambientales
- Fundación Grupo HTM
- Mesas ambientales

Colaboradores nacionales e internacionales

Tienen una incidencia importante en los diálogos internos del municipio en materia de biodiversidad, bien sea por su papel como entidades cooperantes, como entidades financiadoras de políticas o, incluso, como ejecutoras de ellas. En esta categoría se incluyen los siguientes:

- CAS International
- Sociedad Mundial para la Protección Animal (WSPA por sus siglas en inglés)
- Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el Área Metropolitana (ACI)
- WWF Colombia
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)
- Red de Información sobre Especies Invasoras (I3N) de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (Iabin)
- Centro de Resiliencia de Estocolmo
- Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT)

Entes de control

Contraloría General de la República, la Fiscalía General de la Nación, el Ministerio Público (Procuraduría General de la República, la Defensoría del Pueblo y personerías) y las veedurías ciudadanas, entre otras.

Usuarios directos

Aquellos que utilizan la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos como principal elemento para

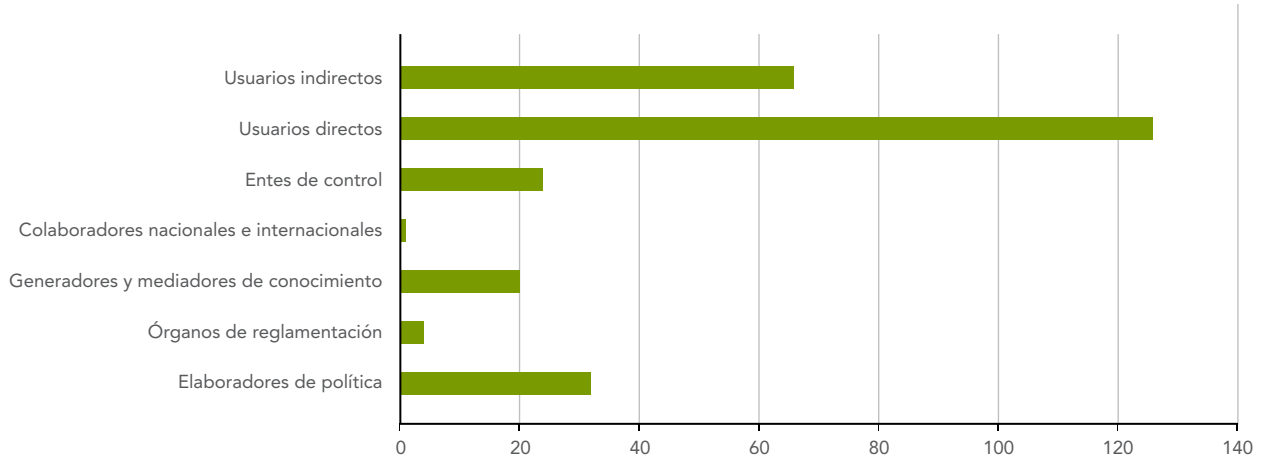


Figura 23. Balance por tipo de actor

el desarrollo de sus actividades, o como fuente de materias primas o insumos para la producción a pequeña, mediana y gran escala: sectores productivos agropecuario y forestal; industrial extractivo (minas y energía); infraestructura vial y portuaria; vivienda y desarrollo territorial; comercio y turismo; consumidores que demandan productos y servicios derivados de la biodiversidad; reservas campesinas y asociaciones de pequeños productores rurales; los campesinos no asociados y las ONG (Fundación AMA, F.A.U.N.A, Defenzoors, Sociedad Protectora de Animales, Amigatos, Fundación Unau, Corporación Raya, Fundación Bienestar Animal, Antitaurinos x la vida, Agape, Fundación Orca, entre otras que trabajan y defienden los animales en todo el municipio de Medellín).

Usuarios indirectos

Se benefician de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, no extraen bienes de la diversidad bioló-

gica o sustentan su actividad productiva principal en ella: sector industrial de transformación (manufacturas), el sector servicios y la sociedad civil.

El balance (Figura 23) muestra que la mayor parte de actores cuya información se ha recopilado corresponde a usuarios directos e indirectos de la biodiversidad, seguidos de elaboradores de política, lo cual es coherente ya que estas dos primeras categorías son las que más agrupan diferentes tipos de población civil, no gubernamental y de sectores económicos. Como resultado, se consolidó una base de datos con 273 registros. El listado completo se encuentra en los documentos técnicos de soporte de la PGBSE Medellín y en el portal de biodiversidad del Siamed.

Cada uno de estos actores se inscribió en los cuatro grupos de servicios ecosistémicos establecidos por Alcamo et ál. (2003), encontrándose que la relación

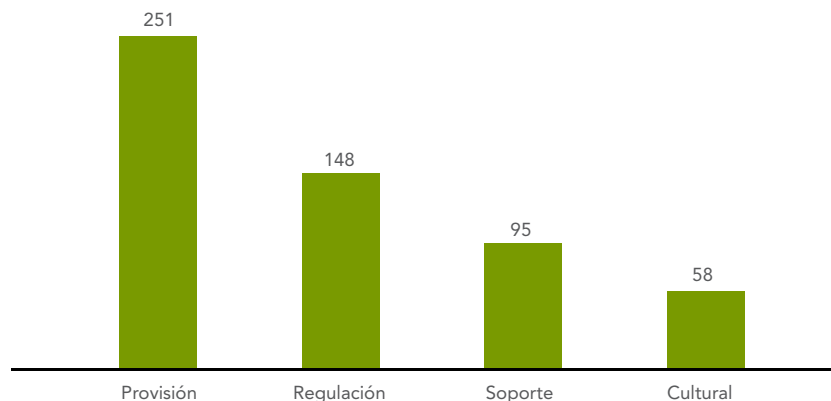


Figura 24. Balance relación actor y servicios ecosistémicos

entre los diferentes actores y los servicios ecosistémicos es principalmente hacia los servicios de provisión, como puede verse en la [Figura 24](#).

Estrategia de construcción participativa para la PGIBSE Medellín

El enfoque general propuesto fue desarrollar actividades específicas y, en la medida en que avanzó el proceso, se consolidaron espacios de construcción colectiva. El balance de la estrategia, con las actividades realizadas y los alcances y limitaciones del proceso, se presenta en la [Tabla 17](#) y la [Figura 25](#).

Si bien el proceso de la estrategia de construcción participativa de la PGIBSE Medellín generó espacios importantes de inclusión y logró una

participación equilibrada a nivel territorial, aún deben fortalecerse la vinculación e interlocución de los diferentes actores en espacios múltiples para motivar así una interlocución plural. Esta necesidad se hizo evidente en el proceso. Por ello es fundamental asegurar la continuidad mediante la consolidación de una estrategia de apropiación social amplia. Este reto no solo exige la apropiación de un nuevo enfoque para la gestión de la biodiversidad en Medellín en las instituciones públicas, sino su apropiación por parte de la sociedad civil.

Las actividades realizadas en la estrategia de construcción participativa para la PGIBSE Medellín se enfocaron hacia la participación de todos los grupos de actores identificados para el contexto de biodiversidad y servicios ecosistémicos del municipio de Medellín, los cuales se vincularon en todas las fases del proyecto de manera diversa. ([Ver Figura 25](#))

TIPO DE ACTOR	INSTITUCIÓN / ENTIDAD	ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN	HALLAZGOS DE CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA
Elaboradores de política	- Alcaldía de Medellín - AMVA - Corantioquia	- Reuniones de socialización y entrevistas - Socialización del proyecto en el AMVA	- Retos para la gestión de la biodiversidad - Priorización de servicios - Buenas prácticas - Necesidad de afianzar el vínculo entre la generación de conocimiento y la toma de decisiones
Órganos de reglamentación	Concejo de Medellín	Comisión accidental	Aportes al acto administrativo
Generadores y mediadores de conocimiento	- Universidades e institutos de investigación - Jardín Botánico - Parque Explora - Urbam - Grupo HTM	- Entrevistas - Acceso a registros biológicos	- Vacíos de información - Principales amenazas - Retos para gestión integral de la biodiversidad - Base para el análisis del componente de biodiversidad
Entes de control	- Veedurías ciudadanas - Mesas ambientales	- Recorridos de campo 2 talleres mesas ambientales	Factores directos e indirectos que afectan la biodiversidad y sus Servicios ecosistémicos
Usuarios directos	- Mesas ambientales zona rural - Corporación Pro Romeral - Corporación Penca de Sábila - EPM	- Salidas de campo - Talleres - Entrevistas - Seminario de servicios ecosistémicos	- Construcción del concepto de biodiversidad - Conocimiento acerca de la PNGIBSE - Conocimiento acerca de la PGIBSE Medellín
Usuarios indirectos	- Mesas ambientales zona urbana - Grupo de jardineras de Moravia - Corporación Prosocial	- Recorridos de campo 2 talleres mesas ambientales 1 taller grupo de jardines de Moravia 1 Concurso de fotografía	- Priorización servicios ecosistémicos - Tipo de uso que hace la biodiversidad - Factores directos e indirectos que afectan la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos - Experiencias de uso sostenible de la biodiversidad en Medellín - Tipo de uso que hace la biodiversidad - Potencial económico de los servicios ecosistémicos
Colaboradores nacionales e internacionales	Oficina de Cooperación Internacional de la Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Medellín	- Entrevista - Seminario de servicios ecosistémicos	Prioridades de inversión desde la cooperación internacional
Todos			Contextualización y el marco estratégico que orienta la gestión de la biodiversidad, con énfasis en sus servicios ecosistémicos

Tabla 17. Balance estrategia de construcción participativa

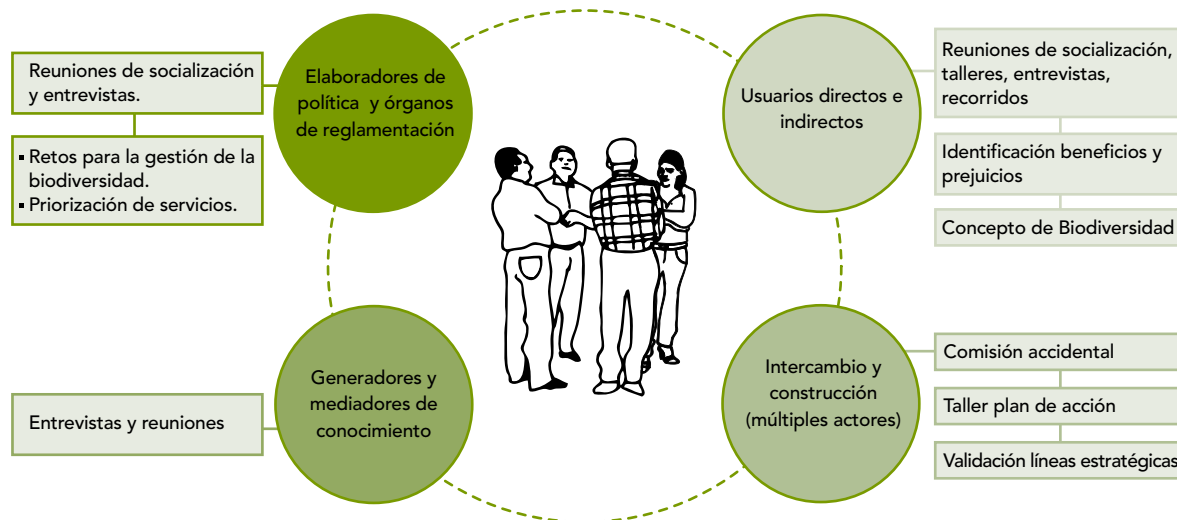


Figura 25. Esquema balance estrategia de construcción participativa

Percepciones sobre biodiversidad

Con el objetivo de identificar las percepciones sobre servicios ecosistémicos asociados a la biodiversidad del municipio de Medellín, reconocidos y nombrados por la comunidad en general, se llevaron a cabo algunas actividades dentro del proceso de articulación con el Observatorio Ambiental de Medellín (OAM). Este proceso de articulación se realizó con la Secretaría del Medio Ambiente y consistió en la inclusión de los temas biodiversidad y servicios ecosistémicos en talleres de discusión y formación y en reconocimientos territoriales que hacen parte de la consolidación del OAM.

Como objetivos específicos se propusieron: i) Reconocer en los miembros de las mesas ambientales las nociones de biodiversidad y servicios ecosistémicos; ii) construir colectivamente la definición de las nociones que aplican al territorio; iii) listar los bienes y servicios que las comunidades perciben en su territorio. Este proceso es importante ya que las mesas ambientales se están consolidando en Medellín como actores claves en la implementación de acciones y toma de decisiones que buscan incidir positivamente en el entorno y lograr transformaciones dirigidas a mejorar el bienestar de la población. En esta instancia las mesas son representantes del conocimiento del contexto ambiental y de propuestas de participación ciudadana, y crean espacios para la reflexión de situaciones ambientales presentes en el territorio y para la gestión ambiental participativa.

ZONA	¿QUÉ ES LA BIODIVERSIDAD?	¿EN NUESTRA ZONA?	BENEFICIOS
ZONA 1 PARTE ALTA Comunas Popular, Santa Cruz, Aranjuez y Manrique	Todo lo que compone la vida	- Alta diversidad climática, la cual permite la existencia de múltiples ecosistemas y actividades productivas (cultivos y frutales de tierra caliente y tierra fría). - Diversidad cultural; tradiciones rurales, y de zonas costeras del país. - Abundancia de árboles - Gran cantidad de ranas e insectos - Microorganismos - Animales domésticos - Quebradas	- Aire puro, libre de vehículos - Zonas verdes para el disfrute de los niños - Salud - Educación - Diversión - Diversidad de producción
ZONA 1 PARTE BAJA Comunas Popular, Santa Cruz, Aranjuez y Manrique		- Quebradas - Pulmón del municipio: Jardín Botánico - Universidades - Zona más urbana	
ZONA 2 Robledo, Doce de Octubre y Castilla	Diferentes tipos de vida; microorganismos, agua, aire, suelo y ser humano	- Zonas verdes - Aves - Quebradas y ríos - Roedores - Aire - Suelo - Orquídeas - Ecohuertas - Cerros tutelares: El Picacho y El Volador	- Hábitat de especies migratorias - Sitios turísticos - Recreación - Calidad de aire: pulmón
ZONA 3 La Candelaria, Villa Hermosa, Buenos Aires	Vida de los seres vivos; fauna, flora y seres humanos	- Cerro La Asomadera - Especies exóticas (pinos y eucaliptos) considerados como positivos y elementos de la biodiversidad - Parques (5 en particular) - Especies propias del territorio (helecho cola de príncipe) - Riqueza hídrica - Presencia de árboles nativos y en condición de amenaza	- Calidad del aire - Espacio público - Parques
ZONA 4 San Javier, La América, Laureles Estadio	La flora, la fauna y los seres humanos	- Abundancia de árboles, gran diversidad - Alta valoración de la biodiversidad	- Amortiguadores de ruido - Salud - Paz
San Antonio de Prado	Variedad de relaciones de los seres vivos	- Flora: bromelias, orquídeas, epifitas - Fauna: mamíferos, aves, reptiles, marsupios, crustáceos, peces, anfibios, reptiles, insectos. - Zonas con grandes áreas de bosque y microclimas. - Diversidad cultural, de pensamientos críticos y constructores, y diversidad de creencias.	- Sustento de la vida - Polinización - Control de plagas

Tabla 18. Síntesis técnica de resultados de reconocimiento territorial con mesas ambientales y comunidad

PRINCIPALES FACTORES DE PRESIÓN SOBRE TERRITORIO RURAL
Proceso de expansión urbana con el crecimiento demográfico asociado, y de la frontera agropecuaria sobre áreas prioritarias para el recurso hídrico
Modificación del modo de vida campesino tradicional
Procesos de erosión causados por las actividades agropecuarias
Uso residencial y recreativo
PRINCIPALES FACTORES DE PRESIÓN SOBRE TERRITORIO URBANO
Presencia de zonas de riesgo tanto recuperable como no recuperable
Retiros de quebradas muy reducidos o invadidos por asentamientos humanos
El uso del suelo predominante es el residencial, seguido por los usos de equipamientos, actividades múltiples y espacio público
* Fuente: Uribe, 2012

Tabla 19. Principales factores de presión sobre el territorio rural y urbano

Así mismo, se generaron espacios de interacción comunitaria para identificar las nociones construidas socialmente sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, nociones que fueron recopiladas por zonas para brindarle un carácter territorial a la información y determinar las acciones necesarias de intervención para garantizar su conservación en el marco de la PGBSE Medellín.

Se conformaron 6 zonas para agrupar (por cercanía geográfica y porque comparten referentes territoriales y procesos sociales) las 16 comunas urbanas. Cada uno de los 5 corregimientos en el área rural del municipio de Medellín se abordó de modo particular. Como resultado de estas interacciones, se construyó una noción de biodiversidad amplia e integradora, el reconocimiento de la expresión territorial de la biodiversidad y la identificación preliminar de los principales servicios ecosistémicos que de ella se derivan. A partir de la división por zonas, a cada grupo se le solicitó que

discutiera y que llegara a un acuerdo acerca del concepto de biodiversidad, la biodiversidad que poseen en su zona y los beneficios que les presta. En la [Tabla 18](#) se sintetizan las ideas centrales de este ejercicio.

Con el OAM se realizaron recorridos en todos los corregimientos y algunas de las comunas de la zona urbana que permitieron observar diferencias significativas en cada una de las laderas de Medellín. Así mismo, se evidenció que las zonas rurales del municipio cuentan con potencialidades territoriales importantes en términos de provisión de servicios ecosistémicos debido a que en ellas se ubica la mayor parte de las coberturas vegetales del municipio.

Como se sintetiza en la [Tabla 19](#), las zonas rurales de los corregimientos cuentan con áreas de bosque en las partes altas, importantes para la provisión de agua a acueductos veredales. Como usos

RANGO DE EDAD	GÉNERO	ZONA
16 a 25: 44%	Femenino: 50%	Urbana: representación de 8 comunas
26 a 35: 30%	Masculino: 50%	Rural: 2 corregimientos
36 a 40: 13%		Lugares significativos: Cerro Nutibara,
41 a 49: 4%		Jardín Botánico, Parque Explora.
Mayores de 50: 9%		

Tabla 20. Aspectos sociales y espaciales de la población participante

de la tierra están los bosques nativos en las cimas; plantaciones forestales de pino, ciprés y eucalipto en las cimas y partes medias; ganadería extensiva y semi-intensiva en las partes medias y altas que son las actividades causantes de los mayores impactos ambientales negativos; agricultura en las partes medias y bajas y asentamientos humanos concentrados en las partes bajas y dispersos en las partes medias. Existe, además, una incipiente y localizada actividad de minería de arenas, gravilla y piedras, así como de disposición de escombros, que impacta fuertemente el medio ambiente (Corporación Prosocial & Alcaldía de Medellín, 2013).

En la zona 2 —comunas noroccidentales Doce de Octubre (12 barrios) y Castilla (18 barrios) — y 7 —Robledo (26 barrios) —, se observa, en la mayor parte de la zona urbana, un espacio público verde reducido en proporción al número de habitantes y aunque cuenta con parques lineales, en general son pequeños y se encuentran en relativo abandono, especialmente porque sufren disposición de basuras, escombros y pérdida de ornato. Esto refleja debilidad en cuanto a la formación y consolidación de prácticas ambientales y empo-

deramiento ciudadano del territorio (Uribe, 2012). En general, en la zona urbana de Medellín se presentan problemas con relación a la calidad del aire tanto por ruido excesivo como por material particulado en vías principales. En cuanto a las áreas proveedoras de servicios, la población reconoce a los cerros tutelares y parques lineales, que cumplen su función con limitaciones por problemáticas sociales y poca inversión para su mantenimiento, pero que acogen a gran parte de la población urbana.

Como una actividad piloto para la comunicación y apropiación social de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, fue diseñado y realizado en el marco de la PGIBSE Medellín, el concurso fotográfico “La Cámara Suelta” que tuvo como objetivo recopilar las percepciones de la comunidad en general sobre lo que considera es biodiversidad, dónde se encuentra en la ciudad y qué beneficios presta. La audiencia objetivo de este concurso estuvo definida dentro de un rango de edad amplio y distribuida espacialmente en todo el municipio. En total participaron 59 personas, con imágenes que identifican los principales servicios ecosistémicos reconocidos socialmente y las zonas que los prestan. En

BIODIVERSIDAD	ELEMENTO	BENEFICIO	UBICACIÓN
Lista priorizada porcentaje	1. Aves	1. Ocio, recreación y goce	Cerro Nutibara
	2. Flora	estético	Comuna 11
	3. Insectos	2. Control biológico,	Comuna 12
	4. Ecosistemas o entornos	polinización y dispersión de	Comuna 14
	en general	germoplasma	Comuna 4
	5. Hongos	3. Conservación de hábitats	Comuna 7
	6. Herpetos	4. Conservación de hábitats	Comuna 8
	7. Mamíferos, peces y		Comuna 9
	crustáceos		Comuna 16
			Jardín Botánico
			San Antonio de Prado
			Santa Elena
			Acuario Parque Explora

Tabla 21. Resultados del concurso fotográfico “La Cámara Suelta”

las **Tablas 20 y 21** se presenta una síntesis de los aspectos sociales y de los resultados del concurso.

El desarrollo de la estrategia de construcción participativa reafirmó la importancia de llevar a cabo un proceso de apropiación continuado, ya que, una vez generado el interés, el proceso de la PGIBSE Medellín logró un cambio en el relacionamiento con diferentes actores y facilitó los espacios de formación, aprendizaje y generación de confianza. Además, motivó la apropiación del enfoque de la gestión integral. Como principal balance, es evidente la necesidad de fortalecer la inclusión de mayor número de actores (mayor diversidad de intereses y escalas), así como la generación de más espacios de construcción participativa, para avanzar en la efectiva implementación de la PGIBSE Medellín.

El reconocimiento territorial permitió identificar, desde la comunidad, los elementos de biodiversidad con alto grado de importancia y las áreas donde estos se localizan, así como especificidades territoriales que deriven en la necesidad de plantear acciones diferenciadas en el marco de la PGIBSE Medellín. Las zonas rurales se reconocen como valiosas por su riqueza hídrica pero con altas presiones por los procesos de urbanización. En las comunas se identifica la presencia de un ecosistema estratégico, como los cerros y áreas verdes de gran extensión como elemento diferenciador del territorio. Sobresalen, entonces, por calidad ambiental los corregimientos (porque mantienen coberturas vegetales) y las comunas que poseen cerros y parques en sus zonas urbanas. Finalmente, se identificó a la comuna 10 como particular a nivel territorial

ELEMENTO VINCULADO A LA BIODIVERSIDAD	FACTOR DE CAMBIO
Bosques y áreas verdes: flora y fauna	Procesos de urbanización acelerada y en altura
Agua y suelo	Contaminación por vertimientos domésticos e industriales
Aire	Urbanización en altura
	Viviendas de interés social no cumplen criterios ambientales
	Contaminación sonora – ruido

Tabla 22. Factores de cambio hacia la biodiversidad identificados desde la estrategia de construcción participativa

por poseer altos niveles de contaminación en sus fuentes hídricas y no contar con espacios verdes.

A partir de los recorridos de campo y el taller realizado con miembros de la comunidad y mesas ambientales fueron identificados factores de cambio que influyen sobre la biodiversidad en el municipio de Medellín (Tabla 22).

Los datos recopilados desde la información primaria permiten observar un alto grado de valoración de la biodiversidad en la comunidad. Buena parte de los beneficios hacen referencia a valores culturales de la biodiversidad y aparecen asignados a elementos naturales de flora y fauna, a escala de grupos taxonómicos y de ecosistemas (como los cerros y zonas de bosque en las laderas), y a espacios públicos (como los parques). Es de resaltar las nociones tan amplias de la biodiversidad y la inclusión del ser humano como un elemento integrado dentro de esta y no separado o aislado. También es importante notar la clara referencia y reconocimiento que la comunidad hizo de los microorganismos y su importancia para mantener las relaciones dentro de los ecosistemas.

Igualmente se identificó que la comunidad, además de los beneficios, reconoce la existencia de percepciones negativas hacia algunas especies en el territorio (como roedores y varios insectos con los que se plantean relaciones de convivencia, denominadas des-servicios) y que, para las comunidades, son evidentes e impiden un relacionamiento o connotación positiva de la biodiversidad. Estas percepciones son el resultado combinado de procesos de gestión deficientes y de presiones antrópicas.

A partir del análisis de la información primaria recopilada mediante la estrategia de construcción participativa (entrevistas, talleres, recorridos y el concurso “La cámara suelta”), se construyeron las Tablas 23 y 24, de acuerdo con la mención e importancia que cada uno de los actores daba a un servicio ecosistémico. Por ende, de la interacción con la sociedad civil se tiene que los servicios culturales, de soporte y de provisión son referenciados con frecuencia, mientras que los de regulación son de difícil reconocimiento. Para las instituciones públicas los servicios prioritarios son referidos al agua, el suelo y el aire. En los gremios

SERVICIO	FACTOR DE CAMBIO
Soporte	Hábitat de especies migratorias
	Salud
Culturales	Polinización y control de plagas
	Sitios turísticos
	Recreación
	Espacio público
	Educación
	Paz
Regulación	Amortiguadores de ruido
	Regulación climática
	Calidad de aire
Provisión	Riqueza hídrica
	Diversidad de producción

Tabla 23. Servicios ecosistémicos identificados como prioritarios: Usuarios directos e indirectos: sociedad civil

económicos las percepciones recopiladas señalan que sus intereses se inclinan hacia los servicios de soporte de la capacidad del suelo, la regulación para la dilución de contaminantes y la provisión hídrica y de madera. Con relación a la academia, la información secundaria muestra que se han llevado a cabo estudios de todos los servicios ecosistémicos señalando su relevancia. Es clara la importancia que se le da a la provisión y regulación hídrica desde todos los actores indagados mediante la estrategia de construcción participativa.

El análisis de la información suministrada por diferentes tipos de actores tiene como hallazgo principal e insumo para la implementación de la política que, desde la sociedad civil, los servicios culturales cobran gran importancia debido a la cercanía

y cotidianidad con ellos. Sin embargo, al articular esta visión con la de otros actores, no se identifican prioridades comunes. La priorización varía por competencias, roles y experiencias específicas y significativas para cada actor: cada uno de ellos da cuenta de sus necesidades. Es entonces evidente la importancia de una gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, que permita construir prioridades colectivas más allá de intereses coyunturales para el municipio y su entorno periurbano y regional.

Cabe reafirmar que esta síntesis se construye a partir de un balance de los resultados de la estrategia, como indicativo para la priorización de acciones en el plan que se presenta en este documento y que no es un producto acabado porque proviene

SERVICIO		ACADEMIA	SOCIEDAD CIVIL	INSTITUCIONES PÚBLICAS	GREMIOS ECONÓMICOS
Soporte	Conservación de hábitats				
	Mantenimiento de la capacidad productiva del suelo				
	Control biológico, polinización y dispersión de germoplasma				
Culturales	Ocio, recreación y goce estético				
Regulación	Moderación de eventos extremos				
	Regulación climática				
	Transporte y dilución de contaminantes líquidos				
	Captación de material particulado del aire				
Provisión	Provisión y regulación hídrica				
	Provisión de alimentos				
	Provisión de madera				
	Provisión de productos forestales no maderables.				

Tabla 24. Servicios ecosistémicos identificados como prioritarios, por grupo de actor

de la interacción con actores, interacción que es cambiante y está siempre en construcción.

De acuerdo con el Plan Estratégico de Antioquia (Planea), el municipio de Medellín se encuentra inmerso en un proceso dinámico de planeación territorial departamental donde es significativa la transición económica que vive, pasando de un énfasis agrícola, luego a uno industrial, para, en la actualidad, enfocarse en el comercio y los servicios. Por ende, la vocación económica del municipio, orientada a la prestación de servicios, genera una relación definida con la biodiversidad y,

en ella, la zona urbana se consolida como usuaria indirecta de los servicios que esta presta.

Por su parte, la zona rural concentra las áreas proveedoras de servicios y la relación con la biodiversidad es de usuarios directos. No obstante, ya que el territorio posee transiciones internas y externas dentro de la zona urbana, también se ubican corredores importantes de prestación de servicios ecosistémicos que la administración municipal, autoridades ambientales y demás entes competentes en la planeación han integrado a los instrumentos jurídicos de ordenación del territo-

rio y demás relacionados. Estas áreas de importancia se reafirman desde el grupo de actor sociedad civil que son usuarios directos e indirectos de la biodiversidad.

El reto que alimentó todo el proceso participativo de la PGBSE Medellín fue consolidar un producto de gestión integral que recoja los intereses y preocupaciones desde toda la sociedad, donde no solo se inicie un proceso de reconocimiento del beneficio que la biodiversidad presta a la ciudad sino que se logre traducir esa idea en acciones necesarias para mantener el bienestar humano mediante la toma de decisiones con enfoque integral. Se considera, entonces, que esta experiencia, desde el nivel social, responde en gran medida a ese reto, reconociendo que la población identifica el beneficio de la biodiversidad en sus vidas pero que no es suficiente si no está articulado a otros como el empleo, la vivienda, los servicios básicos y la salud.

Esta percepción es reafirmada desde las instituciones públicas donde todavía el vínculo y el grado de aporte de la biodiversidad al bienestar humano no están resueltos. Lo anterior se evidencia en el indicador de calidad del vida, cuyas categorías incluidas hacen referencia a variables socioeconómicas como población, viviendas, hogares, actividad económica, educación, salud y seguridad social y percepción de la ciudadanía (Alcaldía de Medellín, 2011). Por su parte, los resultados de la Encuesta de Calidad de Vida para el año 2011 y 2012 (Alcaldía de Medellín, 2011; 2012) indi-

can que los corregimientos poseen los porcentajes más bajos de percepción y demás condiciones socioeconómicas monitoreadas en el municipio. Se reafirma, una vez más, que estas mediciones no incluyen el aporte de la biodiversidad al mejoramiento de la calidad de vida, ya que socialmente son las áreas rurales de los corregimientos y los cerros tutelares del municipio los referentes territoriales de la biodiversidad local. Por tanto, a escala técnica debe ampliarse y profundizarse en los análisis espaciales con variables sociales, así como fortalecer la implementación de ejercicios de valoración integral hacia diversas áreas como la salud pública.

El análisis espacial de la información en biodiversidad muestra igualmente que son las áreas rurales las que albergan los ecosistemas estratégicos para la prestación de servicios ecosistémicos; sin embargo, desde los indicadores oficiales, son estas áreas las categorizadas con bajos niveles de calidad de vida. Así mismo, en la estrategia de construcción participativa se reconoce, desde diferentes ámbitos, la dependencia de la zona urbana de Medellín de las áreas rurales del municipio y de las que están por fuera de este y, por ende, es imperativo reforzar las acciones sobre ellas. Sin embargo, debido a que la medición de la calidad de vida no incluye dimensiones que permitan valorar el aporte de la biodiversidad al bienestar humano, muchos de los recursos y acciones para mejorar el nivel de vida de la población no tienen en cuenta estrategias de gestión integral que incluyan la biodiversidad. Por eso, es la integración

del enfoque y del accionar público y ciudadano en todos sus ámbitos, privados y civiles, la que puede motivar cambios integrales sobre el territorio.

Finalmente, de la estrategia de construcción participativa se dedujo la necesidad de materializar los distintos intereses de los actores y las percepciones diferenciadas en el territorio, en un plan de acción que haga viable la gestión integral de la biodiversidad mediante propuestas para garantizar la corresponsabilidad y el fortalecimiento del valor público e intrínseco de ella para el bienestar humano.



CAPÍTULO 6

GOBERNABILIDAD PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN MEDELLÍN¹

Transcurridos veinte años de la Cumbre de Río, el país ha capitalizado su experiencia en gestión de la biodiversidad en conocimiento científico, normatividad, dificultades y aciertos en la gestión institucional y, por tanto, ha adquirido una visión más actualizada de los conflictos y desarticulaciones que rodean a los actores involucrados en dicha gestión. Por ello, cumpliendo con las exigencias del artículo 6d del Convenio de la Diversidad Biológica que establece la necesidad de que cada una de las partes diseñe y revise permanentemente sus políticas públicas sobre el tema y adopte mecanismos concretos para la protección de la biodiversidad, en 2012 se expide la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), principal marco de referencia del proceso referido en este documento.

Un punto importante a destacar dentro de la moderna concepción de la PNGIBSE es la introducción de conceptos que permiten abordar la elaboración de la normatividad desde una óptica más acorde con la realidad natural y social, precisando que la conservación de la biodiversidad es un concepto que trasciende exclusivamente la preservación. Por otro lado, se enfatiza la expresión territorial de la biodiversidad en la medida en que los servicios ecosistémicos que provee son la base del bienestar humano al garantizar las acciones de producción, extracción, asentamiento y consumo.

¹ Rosangela Calle Vásquez, Equipo Técnico Parque Explora PGIBSE Medellín.

La Constitución de 1991 consagra al Estado el deber de regular y orientar todo lo relacionado con la utilización, manejo y aprovechamiento de los recursos biológicos garantizando su desarrollo sostenible, conservación y restauración. La Constitución introduce el concepto de desarrollo sostenible en más de cuarenta artículos e incorpora una serie de elementos relevantes para el manejo de la biodiversidad del país. Este nuevo paradigma se incorpora como uno de los principios en la Ley 99 de 1993: “La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible”. En Colombia, el Convenio de Diversidad Biológica se ratificó mediante la Ley 165 de 1994, convirtiéndose en la ley marco de biodiversidad.

La Corte Constitucional en reiteradas jurisprudencias ha reiterado el reconocimiento e importancia de la biodiversidad, así en la sentencia C-519-94 señala:

Esta Corporación es consciente de que si bien la protección jurídica del derecho a gozar un ambiente sano es uno de los pilares esenciales del desarrollo social, la Constitución se ocupó también de regular otros temas de orden ecológico como es el caso de la biodiversidad, de la conservación de áreas naturales de especial importancia, del desarrollo sostenible, de la calidad de vida y de la educación y la ética ambiental, los cuales constituyen, de igual forma, el estandarte mínimo para la necesaria convivencia

de los asociados dentro de un marco de bienestar general. Colombia es uno de los países que mayor interés debe tener respecto de los acuerdos internacionales en materia de biodiversidad. La razón es, por lo demás, sencilla: nuestro país ha sido reconocido a nivel mundial como uno de los centros biológicos de mayor diversidad.

En la sentencia C-339 de 2002, la Corte Constitucional se refiere a los servicios que presta la biodiversidad: “[...] se reconoce que la biodiversidad es vital para nuestra existencia, por los servicios ambientales que se derivan de ella y su múltiples usos”, entre los cuales el documento resalta:

Nuestra alimentación proviene de la diversidad biológica, los combustibles fósiles son subproducto de ella, las fibras naturales también. El agua que tomamos y el aire que respiramos están ligados a ciclos naturales con gran dependencia en la biodiversidad, la capacidad productiva de los suelos depende de su diversidad biológica, y muchos otros servicios ambientales de los cuales depende nuestra supervivencia. Desde la perspectiva biológica, la diversidad es vital, porque brinda las posibilidades de adaptación a la población humana y a otras especies frente a variaciones en el entorno. Así mismo, la biodiversidad es el capital biológico del mundo y representa opciones críticas para su desarrollo sostenible.

Como parte del estado actual de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para Medellín, resultó necesario indagar sobre el conjunto de normas y regulaciones que para el efecto se han diseñado y adoptado por parte de los diferentes actores locales competentes. Si bien

la actuación institucional y el buen gobierno no se concretan exclusivamente en la expedición de normas, ello sí expresa de alguna manera los temas, las intencionalidades y los esfuerzos de gobernabilidad que se realizan desde lo público, en función de unas necesidades territoriales y unas demandas sociales manifiestas en los diferentes espacios de participación y construcción ciudadana. Dichas regulaciones constituyen el marco de acuerdos socialmente construidos que orientan el quehacer colectivo en relación con los temas de interés de la PGIBSE Medellín. Este marco, sumado al nacional, es lo que da operatividad y concreción a los acuerdos internacionales firmados por el país en relación con la protección de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el bienestar humano. Una síntesis de estas normas y regulaciones locales se presenta en la **Tabla 25**.

Conforme a esta información, puede decirse, en términos generales, que Medellín, en consonancia con las directrices o tendencias nacionales, y a menudo como ciudad pionera, ha avanzado en procesos de gestión de su biodiversidad con soporte técnico-científico. Si bien antes se habían emprendido acciones, como la declaratoria de Bosque Municipal en 1918 por parte del Concejo Municipal, la gestión ambiental estatal se ha intensificado en los últimos 20 años, a partir de la creación del Sistema Nacional Ambiental. Son relevantes los avances en temas asociados a la gestión del riesgo, especialmente en asuntos de conocimiento de las amenazas y, recientemente, en instrumentación y monitoreo. Igualmente destaca-

dos son los logros en relación con la declaratoria y administración de áreas protegidas urbanas y rurales, la planeación y gestión del recurso hídrico (focalizando acciones sobre cuencas abastecedoras de acueductos veredales), la gestión del espacio público verde urbano, y las acciones de protección de animales de compañía y de trabajo. Además, existe un numeroso corpus de estudios técnicos y de ejercicios de planificación sectorial o territorial de detalle, algunos de los cuales han sido implementados de forma parcial, aunque en general se presentan pobremente articulados entre sí e insuficientemente adoptados como determinantes del ordenamiento territorial y eje de los procesos de planificación del desarrollo.

En el campo de la gestión de la información cabe destacar la constitución del Sistema de Gestión Ambiental de Medellín (Sigam), el Subsistema de Información Ambiental de Medellín (Siamed), el Sistema de Información Territorial (SITE) y el Observatorio Ambiental de Medellín (OAM).

Meritorias son, también, en el campo de la gobernanza, las iniciativas de constitución de instancias coordinadoras como el Consejo Ambiental Metropolitano, el Consejo Ambiental de Medellín, y los esfuerzos de empoderamiento de los procesos organizativos locales como las Mesas Ambientales, los Comités Locales de Emergencias, los Cuidá, los Comités de Educación Ambiental, entre muchos otros. Estos esfuerzos requieren continuidad en su implementación y eficacia en su articulación para demostrar resultados sustanciales.

La tarea es compleja y la traducción de este conocimiento a la toma de decisiones en el territorio no es fácil, requiere esfuerzos y cambios estructurales de todos los actores involucrados en la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, a menudo divergentes en sus intereses y expectativas.

Al respecto, conviene resaltar que en la PNGIB-SE, en el aparte "Tipos de conflictos entre actores", se hace un diagnóstico de la problemática que se presenta en el grupo denominado "elaboradores de política y administradores" y se señalan los principales conflictos de los cuales no escapan a nivel regional las instituciones encargadas de implementar los planes, políticas y programas relacionados con la biodiversidad.

En cuanto a los elaboradores de política, se destacan los siguientes:

- Falta de articulación interinstitucional.
- Falta de claridad práctica de competencias entre dependencias y jurisdicciones.
- Falta de retroalimentación entre los niveles nacional, regional y local.
- Baja operatividad frente a los problemas ambientales.
- Toma de decisiones sectoriales sin considerar la información científica disponible.
- Intereses institucionales sin analizar la sinergia territorial, esto es, enfoque ecosistémico y socioecosistémico.

NOMBRE	NORMA	EXTENSIÓN
SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL		
Bosque Municipal - Piedras Blancas	Acuerdo 63 de 1918	SD
Reserva Forestal	Acuerdo 31 de 1970	8.828 hectáreas totales
Protectora Río Nare	INDERENA Redelimitada por Resolución 1510 de 2010	2.424 hectáreas en Medellín
Distrito de manejo integrado divisoria Valle de Aburra Río Cauca*	Acuerdo 267 de 2007-Consejo Directivo Corantioquia	28.150,47 hectáreas totales 14.251,32 hectáreas para Medellín
Plan de manejo Distrito de manejo integrado divisoria Valle de Aburra Río Cauca	Acuerdo 327, Consejo Directivo Corantioquia	SD
Parque Regional Metropolitano Cerro El Volador	Resolución Metropolitana 510 de 2009 Resolución 0796 de 1998-Lo declara Bien de Interés Cultural de la Nación	107 hectáreas
Área de Recreación Parque Ecológico Cerro Nutibara	Resolución Metropolitana 511 de 2009	35 hectáreas
Área de recreación urbana Cerro La Asomadera	Resolución Metropolitana 857 de 2011	26,63 hectáreas
Parque lineal Bosque La Frontera	Resolución Metropolitana 00218 de 2011	SD
Fuente: http://www.cipav.org.co/pdf/riocali2012/Ana_M_Joya.pdf		
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
Acuerdo Municipal 046 de 2006	Por el cual se revisa y ajusta el Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones.	
Artículo 27- De las áreas y elementos de conservación y protección del sistema orográfico.	Constituyen la base natural del territorio que forman las cadenas montañosas que circundan el municipio y los cerros o accidentes geográficos que hacen parte de ellas.	
Artículo 29- De la clasificación de los ecosistemas por tipos de servicios.	Se definen e identifican los servicios ambientales y los Ecosistemas Estratégicos a escala municipal, metropolitana y regional.	
Artículo 128	El POT se ocupa de establecer las directrices para definir la recuperación y protección ambiental y paisajística de los bordes superiores de las laderas oriental y occidental de la ciudad mediante la configuración de unos cordones verdes que actúen como contenedores del desarrollo urbano.	
PARQUE CENTRAL DE ANTIOQUIA (PCA)		
Acuerdo 04 de 2009- Parque Central de Antioquia	Como complemento al sistema regional de áreas protegidas -SIRAP-, y como estrategia de gestión y ordenamiento ambiental del territorio municipal y regional, el Concejo de Medellín, expide este Acuerdo.	
PLAN DE DESARROLLO DE MEDELLÍN 2012-2015		
Acuerdo 07 de 2012 Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo 2012-2015 “Medellín un hogar para la vida”	Línea 4. Territorio Sostenible: ordenado, equitativo e incluyente. Se plasman los programas y proyectos que buscan equilibrar la demanda de la población de acuerdo a la oferta, en el marco de un territorio ordenado con desarrollo sostenible para todos.	
SISTEMA GESTIÓN AMBIENTAL DE MEDELLÍN (SIGAM)		
Acuerdo 21 de 2007	El Plan de Desarrollo de Medellín, 2004-2007, propuso como una de las herramientas de gestión desarrollar el Sistema de Gestión Ambiental de Medellín (SIGAM) y el Plan Ambiental de Medellín (PAM).	
Acuerdo Municipal 23 de 2012- Por medio del cual se establece la política pública de “Medellín ciudad verde”	Este acuerdo tiene por objetivo reforzar el SIGAM tratando de coordinar todas las políticas ambientales del municipio e implementar soluciones integrales a los problemas ambientales y alcanzar el desarrollo ambientalmente sostenible del Municipio de Medellín.	

SISTEMA GESTIÓN AMBIENTAL DE MEDELLÍN (SIGAM)	
Plan Integral de Desarrollo Metrópoli 2008-2020	Entre sus objetivos están: (i) Estructuración del Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas, (ii) consolidación del Parque Central de Antioquia, (iii) sistema Regional de compensaciones por bienes y servicios ambientales, (iv) manejo integral de la biodiversidad en el Valle de Aburrá.
INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN TERRITORIAL	
Acuerdo 46 de 2006	Adopta Plan de Ordenamiento Territorial
Acuerdo Metropolitano 15 de 2006 complementado con Acuerdo Metropolitano 13 de 2011	Adopta directrices y lineamientos metropolitanos para el ordenamiento territorial. Se establece el sistema estructurar de ambiente, paisaje y espacio público. Son objetivos del sistema estructurar de ambiente, paisaje y espacio público: a) conformar una red de corredores articulados al espacio público que oriente la ocupación del territorio, conformando áreas y corredores que generan y sostienen la biodiversidad y suministran servicios ambientales.
Decreto 0819 de 2009	Adopta políticas públicas para el desarrollo rural en el municipio de Medellín, dirigidas a potenciar, promover y articular en los territorios rurales estrategias, acciones, instrumentos e intervenciones del Estado, la empresa privada y la población para que respondan a las necesidades fundamentales de la sociedad y aseguren su desarrollo humano integral.
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá	Por ser determinante ambiental debe incorporarse en todos los instrumentos de planificación del orden regional.
Planes de ordenamiento de microcuencas en el área metropolitana	De conformidad con la información de la página web de Corantioquia- (http://www.corantioquia.gov.co/), las microcuencas que cuentan con planes de ordenación son: El Hato, El Salado, La García; La Volcana, La Doctora, La Grande, La López, la Doña María, La Picacha, La Valeria, Piedras Blancas, Santa Elena.
Plan Maestro de Espacios Verdes para la región metropolitana	Pretende impulsar procesos de planificación del espacio público conjuntamente con los municipios desde una óptica ecosistémica para que la vegetación se constituya en un eje articulador del paisaje urbano.
Manual de silvicultura Urbana- Área Metropolitana	Herramienta para las intervenciones silviculturales.
INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN TERRITORIAL	
Acuerdo 07 de 2012 Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo 2012-2015 “ Medellín un hogar para la vida”	El Plan de Desarrollo es un eje articulador de programas como el Parque Central de Antioquia; ciudad verde; recuperación del río Aburrá, entre otros.
Directrices metropolitanas territoriales de ordenamiento territorial rural	Propone, entre otros, restaurar la estructura ecológica principal. Establecer parques metropolitanos de borde urbano.
FAUNA Y FLORA	
Acuerdo 38 de 2010 del Concejo de Medellín	Por el cual se crea el programa para establecer un sistema de información para el registro único de animales domésticos.
Acuerdo 39 de 2010-Concejo de Medellín	Crea el Programa Animal Compañía Comunal
EDUCACIÓN AMBIENTAL	
Acuerdo 45 de 2012-Concejo de Medellín	Adopta y reglamenta la política pública municipal de educación ambiental.
INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	
Acuerdo 64 de 2012. Estatuto Tributario	Beneficios del impuesto predial unificado

Tabla 25. Síntesis de las regulaciones locales en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos para Medellín

También en la PNGIBSE, en el aparte “Capacidad de gestión de las instituciones”, se señalan las principales falencias a nivel institucional que han incrementado la pérdida y transformación de la biodiversidad, y en particular se resalta que:

La gestión de las instrucciones públicas se asume y orienta casi exclusivamente a un esquema de gobernabilidad basado en la generación y cumplimiento de normas, es decir, basado casi exclusivamente en comando en control. En este esquema no se tiene una metodología por parte de las instituciones que permita confrontar con certeza la eficacia de la norma frente al comportamiento del grupo al cual va dirigida, o en el peor de los casos, el ente gubernamental no cuenta con instrumentos técnicos, humanos o económicos para ponerla en ejecución quedando muchas veces como dice en ‘letra muerta’ la disposición legal.

Se considera que aunque el enfoque ecosistémico de la Convención de Diversidad Biológica es el que guía la gestión de la biodiversidad en el país (Ley 165 de 1994), esta gestión en Colombia no ha estado enfocada al manejo de la resiliencia de los territorios (socioecosistemas); por el contrario, se ha enfocado especialmente en la declaratoria de áreas protegidas u otras áreas de manejo especial, las cuales, aunque son una estrategia muy importante para la conservación, son solo una porción del territorio donde se distribuye la biodiversidad.

Este diagnóstico de la problemática que se analiza a nivel general es aplicable al sistema regional institucional que administra y regula la

biodiversidad. Así, Corantioquia, Área Metropolitana y Secretaría del Medio Ambiente del Municipio de Medellín, con base en sus competencias, han emitido actos administrativos para regular aspectos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en sus respectivos territorios, especialmente en lo que corresponde a los instrumentos de planificación tales como el Acuerdo 046 de 2006 -POT-, Pomca del río Aburrá, Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial, Plan de Gestión Ambiental de Corantioquia 2007-2019, Plan Ambiental de Medellín 2012-2016 “Hacia una ciudad sostenible”; sin embargo, al analizar algunos de los programas y proyectos, no se encuentra con facilidad su articulación territorial regional.

Esta articulación se enuncia incluso en el Acuerdo 07 de 2012 por el cual se adopta el Plan de Desarrollo 2012-2015 del municipio de Medellín en el enfoque territorio urbano-rural:

Durante los últimos años se han generado avances en el enfoque conceptual de la región para la superación de las inequidades, la gestión integrada del territorio y el camino al desarrollo. Estos pasan por una comprensión sistémica, una apuesta de desarrollo endógeno, y un enfoque de sistemas urbanos, región de ciudades y redes de ciudades, que afiancen un ordenamiento territorial tanto urbano, como de inclusión de un enfoque de ruralidad: que reconozca su función ecológica equilibrante, su contribución ambiental y de sostenibilidad del hábitat, y de los bienes y servicios que provee a la ciudad asociados a la conectividad, producción agropecuaria.

La Administración Municipal impulsará el trabajo coordinado y cooperativo y los acuerdos necesarios con las organizaciones públicas y privadas, con el resto del Valle de Aburrá, el Departamento, la Nación y la Comunidad Internacional y la ciudadanía en general, con el objetivo de fortalecer las capacidades e impulsar las innovaciones tecnológicas, organizativas y socioinstitucionales que se requieren para recorrer el camino hacia la organización y construcción social del territorio.

Enunciados como este sirven de soporte para generar sinergias a nivel institucional que permitan “promover cambios a nivel institucional de manera que se fomente la articulación intra e interinstitucional y se trabaje por mejorar la capacidad adaptativa en las instituciones para, de esta manera, aprender, innovar y ser flexible en los mecanismos de gestión, ante los cambios sociales, económicos, ecosistémicos y políticos que se suceden a diferentes escalas espaciales” (MADS, 2012), al igual que la incorporación de variables como la resiliencia, la incertidumbre y el cambio a la gestión de la biodiversidad a escalas nacional, regional, local y transfronteriza.

Pese a los avances de la política pública en el ordenamiento territorial, en la práctica existe una falta de planificación y articulación intersectorial a la hora de gestionar, planificar y, por ende, transformar un territorio. Es decir, que este se ha entendido y gestionado de manera sectorial y no como un conjunto de ecosistemas y paisajes continentales, rurales y urbano-regionales, integrados y diversos. Para lograr una sinergia que articule los programas y proyectos contenidos en estos instrumentos es

necesario articularlos considerando las actividades humanas y las acciones que inciden en la demanda, uso y transformación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Para ilustrar este postulado, se formulan a continuación algunos ejemplos de proyectos que sería importante articular con la PGBSE Medellín:

Plan Ambiental de Medellín (2012-2019) en su proyecto Redes Ecológicas con el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana y el Plan Especial de Protección Patrimonial. Estos proyectos tienen un mismo objetivo y requieren una gestión pública interinstitucional que establezca, en primer lugar, un concepto y una estrategia unificada de intervención sobre el espacio público verde.

Estos proyectos deben igualmente relacionarse con el Sistema Regional y Metropolitano de Áreas Protegidas, el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá y los planes de ordenación y manejo de microcuencas. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas ha sido la línea fuerte para definir la normatividad en lo ambiental. Las áreas protegidas, de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, deben contar con una zonificación en la cual se incorporen estudios que definan y cualifiquen los servicios que presten. Desde este punto de vista es importante realizar ejercicios de efectividad del manejo de las 5 áreas protegidas ya declaradas, así como valorar integralmente su oferta de servicios ecosistémicos. Todo esto debe cons-

tituir el elemento central de la estructura ecológica metropolitana, aprovechando e integrando los ejercicios de ordenación de cuencas y de planificación sectorial y territorial de detalle, valorándolos de conformidad con lo que plantea el enfoque de gestión integral de servicios ecosistémicos.

Así mismo, es necesario idearse un sistema de gestión interinstitucional de los entes públicos y privados que logre articular los diferentes proyectos de gestión, no limitado únicamente al Sigam, dado que este es un esquema organizacional que se concentra en la administración municipal. También se debe hacer un esfuerzo para asegurar que la biodiversidad sea el elemento estructurador de los procesos de ordenamiento del territorio y la fuente de garantía de servicios ecosistémicos. Esto se logra coordinando los programas, proyectos y acciones de los actores encargados de elaborar políticas.

Otro elemento para conseguir un cambio a nivel institucional es establecer un sistema de información de la biodiversidad que relacione la escala local con la regional, que incorpore instrumentos de planificación y sistemas de seguimiento y evaluación periódica, de acuerdo con variables socioeconómicas que impacten los ecosistemas y la modelación de escenarios que permiten gestionar la incertidumbre y el cambio característicos de los sistemas socioecológicos.

Se tiene fortaleza en los instrumentos de planificación: POT, Plan de Desarrollo Municipal, planes

de acción de Corantioquia y el Área Metropolitana. Estos se cruzan en la definición de zonas y mecanismos de protección; sin embargo, es necesario que se inicie la implementación del plan de acción en biodiversidad y servicios ecosistémicos de Medellín para articularlo con la Estrategia y el Plan de Acción Nacional en Biodiversidad, instrumentos encargados de hacer operativos los lineamientos de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Así, se reitera el carácter pionero de la PGBSE Medellín a nivel nacional para la gestión de la biodiversidad en entornos urbano-regionales, y la clara necesidad de que las instituciones locales se articulen cada vez más estratégicamente en su accionar, en su interacción con el sector privado —comenzando por los usuarios directos de los diferentes servicios ecosistémicos—, y en la promoción continua de procesos de apropiación social amplia de la biodiversidad de Medellín y de los servicios ecosistémicos que produce y demanda, a escala local y regional.



CAPÍTULO 7

MARCO ESTRATÉGICO Y OPERATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN MEDELLÍN

En el marco de la estrategia de construcción participativa de la PGIBSE Medellín, la cual se desarrolló con distintos actores, a diferentes escalas de trabajo y momentos del proceso, el equipo técnico construyó un listado de cerca de 180 problemáticas (entendidas en sentido amplio, esto es, positiva y negativamente) relacionadas con la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la ciudad. Estas problemáticas se presentan de manera agrupada y sintética en la **Figura 26**. La discusión alrededor de ellas permitió la elaboración de un árbol de problemas que generó las pautas para la definición de los objetivos general y específicos de la PGIBSE Medellín y, consecuentemente, de las líneas estratégicas y proyectos sugeridos que conforman lo que hemos denominado el Marco Estratégico y Operativo para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos en Medellín.

En la parte inferior del árbol se encuentran las dos principales causas de la problemática esencial a abordar en la PGIBSE Medellín, que se presenta en la parte central del árbol: la pérdida de bienestar humano derivada de la pérdida de capacidad de la biodiversidad para proveer servicios ecosistémicos. En la parte inmediatamente superior hay dos grupos de efectos y, por último, el impacto final de una inadecuada gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: la pérdida de competitividad territorial.



Figura 26. Árbol de problemas de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Medellín.

Para cada una de estas causas se plantearon los siguientes descriptores (Figura 27):

LIMITACIONES DE LA GOBERNABILIDAD	ESCASA VALORACIÓN COLECTIVA DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS
▪ Baja articulación y coordinación intra e interinstitucional ▪ Insuficiencia y baja efectividad de instrumentos legales de planeación y gestión ▪ Limitaciones en el ejercicio de la autoridad ambiental y el control sobre lo público ▪ Conflicto armado	▪ Prácticas inadecuadas en el manejo de la biodiversidad en usuarios directos e indirectos ▪ Insuficiente conocimiento científico y ciudadano de la biodiversidad y sus servicios ▪ Baja apropiación social de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas ▪ Limitaciones de gobernabilidad en el territorio

Figura 27. Causas directas e indirectas de la pérdida de bienestar humano derivada de la pérdida de capacidad de la biodiversidad de Medellín para proveer servicios ecosistémicos.

Para cada uno de los efectos se plantearon los siguientes descriptores (Figura 28):

BAJA CONFIANZA DE CIUDADANOS EN LA ACCIÓN ESTATAL	DISMINUCIÓN DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS DE MEDELLÍN
▪ Falta de sentido de pertenencia y valoración de lo público ▪ Alteración y degradación de la biodiversidad ▪ Ineficiencia en uso de recursos y consecuente desequilibrio económico ▪ Pérdida de cohesión social, solidaridad y participación ciudadana	▪ Pérdida de calidad del paisaje ▪ Conflictos por el acceso y uso de recursos naturales ▪ Disminución del bienestar humano y la calidad de vida ▪ Erosión de la calidad ecosistémica local y aumento de la huella ecológica

Figura 28. Efectos directos e indirectos de la pérdida de bienestar humano derivada de la pérdida de capacidad de la biodiversidad de Medellín para proveer servicios ecosistémicos.

El marco estratégico de la PGBSE Medellín constituye el cuerpo de orientaciones estructurales que recoge los retos de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de Medellín. Se materializa en una serie de principios, objetivos y líneas estratégicas que están llamadas a incidir sobre los procesos de intervención de la Secretaría

del Medio Ambiente, la Alcaldía de Medellín y otras instituciones concurrentes en dicha gestión. El marco operativo, por su parte, se concreta en un plan de acción que, a partir de los resultados y hallazgos, propone una serie de intervenciones generales y específicas, ancladas a las líneas estratégicas de esta propuesta.

Principios de la PGIBSE

Medellín

Se adoptan y adaptan algunos de los principios de políticas nacionales o locales, tales como la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, la Política de Gestión Ambiental Urbana y el Plan Ambiental de Medellín, para configurar los principios que deben alentar el proceso de consolidación e implementación de la PGIBSE Medellín:

Prioridad vital de la biodiversidad

La vida es el valor supremo. La supervivencia de la vida en el planeta depende de la protección de los componentes tangibles e intangibles de la biodiversidad y de la comprensión de su carácter dinámico.

Bienestar de la población

La calidad de vida de la población está recíproca e indisolublemente relacionada con la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Desarrollo sostenible y competitividad

La biodiversidad es la fuente, base y garantía del suministro de servicios ecosistémicos indispensables para el desarrollo sostenible del país, para su adaptación ante los cambios ambientales globales y para el bienestar de la sociedad colombiana. La biodiversidad es la base de la riqueza natural y económica del país y es una de sus principales ventajas comparativas frente a otras naciones del mundo.

Integralidad y complementariedad

La biodiversidad debe entenderse desde una perspectiva integral que significa incluir elementos internos y externos de las instituciones y los individuos.

Corresponsabilidad e intersectorialidad

La gestión de la biodiversidad es una responsabilidad compartida pero diferenciada entre todos los miembros de la sociedad. La distribución de los riesgos y beneficios derivados de la gestión ambiental debe ser democrática, justa y equitativa. La gestión eficiente de los componentes de la biodiversidad requiere la concurrencia de todos los sectores y de los actores públicos y privados que derivan su sustento de las actividades económicas, sociales o culturales asociadas con su uso y su protección.

Precaución

Ante situaciones de incertidumbre en la gestión, debe seguirse el principio de precaución.

Respeto a la diversidad cultural

La diversidad biológica está estrechamente vinculada con la diversidad étnica y cultural. El reconocimiento de esta y el respeto por las diferencias culturales son fundamentales en el diseño de estrategias locales de conservación y deben articularse con las políticas de desarrollo y de ordenamiento del territorio para garantizar su uso sostenible.

Sostenibilidad

Los sistemas vivos poseen un carácter dinámico y están en permanente transformación, a la vez

que requieren la preservación de la base natural que los sustenta y el uso racional de sus componentes para asegurar la viabilidad de la vida humana y su perdurabilidad en el tiempo.

Adaptación al cambio

La gestión de la biodiversidad debe aprovechar los márgenes de variabilidad del sistema, de manera que la capacidad de gestión y el uso de recursos sean permanentemente ajustables y sustentados en el aprendizaje continuo de su dinámica.

Dimensión territorial

La dinámica socioecosistémica tiene su expresión a lo largo de ciclos que se desarrollan en escenarios territoriales concretos, por tanto, su gestión debe hacerse en concordancia con las políticas de ordenamiento territorial. El enfoque ecosistémico requiere gestión de biodiversidad a escalas nacional, regional, local y en escenarios transfronterizos, lo cual implica niveles adecuados de descentralización y participación social en su manejo.

Equidad

Al ser la biodiversidad un patrimonio nacional, fuente de servicios ecosistémicos y de beneficios para la sociedad en general, y al tener todos los ciudadanos colombianos los mismos derechos constitucionales, la gestión integral de la biodiversidad debe basarse en la generación de equidad social entre los diferentes sectores, actores e individuos que habitan este territorio.

Democratización del conocimiento

Implica generar posibilidades reales de acceso al conocimiento, la información, la comunicación, la cooperación horizontal, la organización social, el apoyo a las redes productivas regionales y locales y la educación, como condición sine qua non para orientar el cambio político, cultural y tecnológico hacia prácticas ambientales sostenibles.

Objetivo general de la PGIBSE Medellín

Orientar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos de Medellín, brindando las bases conceptuales, estratégicas y operativas para su gestión integral y articulada entre actores públicos, privados y la sociedad civil, como fundamento del bienestar humano y el desarrollo de un territorio sostenible con capacidad de adaptación al cambio climático.

Objetivos específicos de la PGIBSE Medellín

- Promover acciones de intervención diferenciadas acordes a las características de cada paisaje y ecosistema que conforma el contexto municipal de Medellín, sustentadas en criterios de conservación y gestión de la biodiversidad.
- Orientar el modelo de ocupación del municipio de Medellín desde el enfoque socio-ecológico,

- promoviendo la capacidad de adaptación social, cultural y territorial al cambio climático.
- Fortalecer las herramientas conceptuales, metodológicas y de gestión para identificar, definir y valorar, de manera integral, los servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar de los habitantes del municipio de Medellín
 - Promover la gestión y articulación entre los diferentes generadores de la información y el conocimiento en biodiversidad y servicios ecosistémicos del municipio de Medellín.
 - Promover procesos de apropiación social de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sustentados en principios de corresponsabilidad y gobernanza.
 - Fortalecer los procesos educativo-ambientales desde una perspectiva sistémica del territorio, generando valores y actitudes de convivencia con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la propuesta de gestión integral de biodiversidad y servicios ecosistémicos se proponen para Medellín las líneas estratégicas que se presentan a continuación. Subyace a ellas la necesidad de mejorar la eficacia de la acción estatal, a través de procesos idóneos y consistentes de gobernabilidad, basados en información y conocimiento óptimo del territorio, de sus potencialidades y conflictos; de fortalecer procesos de planificación, intervención y seguimiento; de aumentar la capacidad adaptativa institucional; y de desarrollar estrategias e instrumentos de gestión. Lo anterior debería conducir naturalmente a una mayor arti-

culación entre los organismos e instituciones del Estado, con el sector privado y la sociedad para la defensa del valor público de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Líneas estratégicas de la PGIBSE Medellín

Conservación de la biodiversidad

Esta línea asume el principio ético de enfocar las acciones hacia la conservación de la biodiversidad y sus procesos ecológicos inherentes, debido a que está dotada de los recursos, medios y capacidades para asegurar su futuro. Esta gestión, además de considerar el manejo de especies nativas, implica el manejo y control de especies invasoras e introducidas, como también su uso sostenible.

Valoración integral de los servicios ecosistémicos

Las acciones asociadas a esta línea promueven procesos sostenidos de valoración integral ecológica, social y económica de los servicios ecosistémicos priorizados por esta propuesta, al ser estratégicos para el bienestar de la población de Medellín y de los escenarios territoriales oferentes de dichos servicios, con el fin de contribuir con su competitividad y desarrollo.

Gestión del conocimiento

Es esencial generar acciones que permitan conocer, sintetizar, divulgar y garantizar la disponibilidad y pertinencia de la información producida por generadores de conocimiento, instituciones y

PGIBSE - Medellín

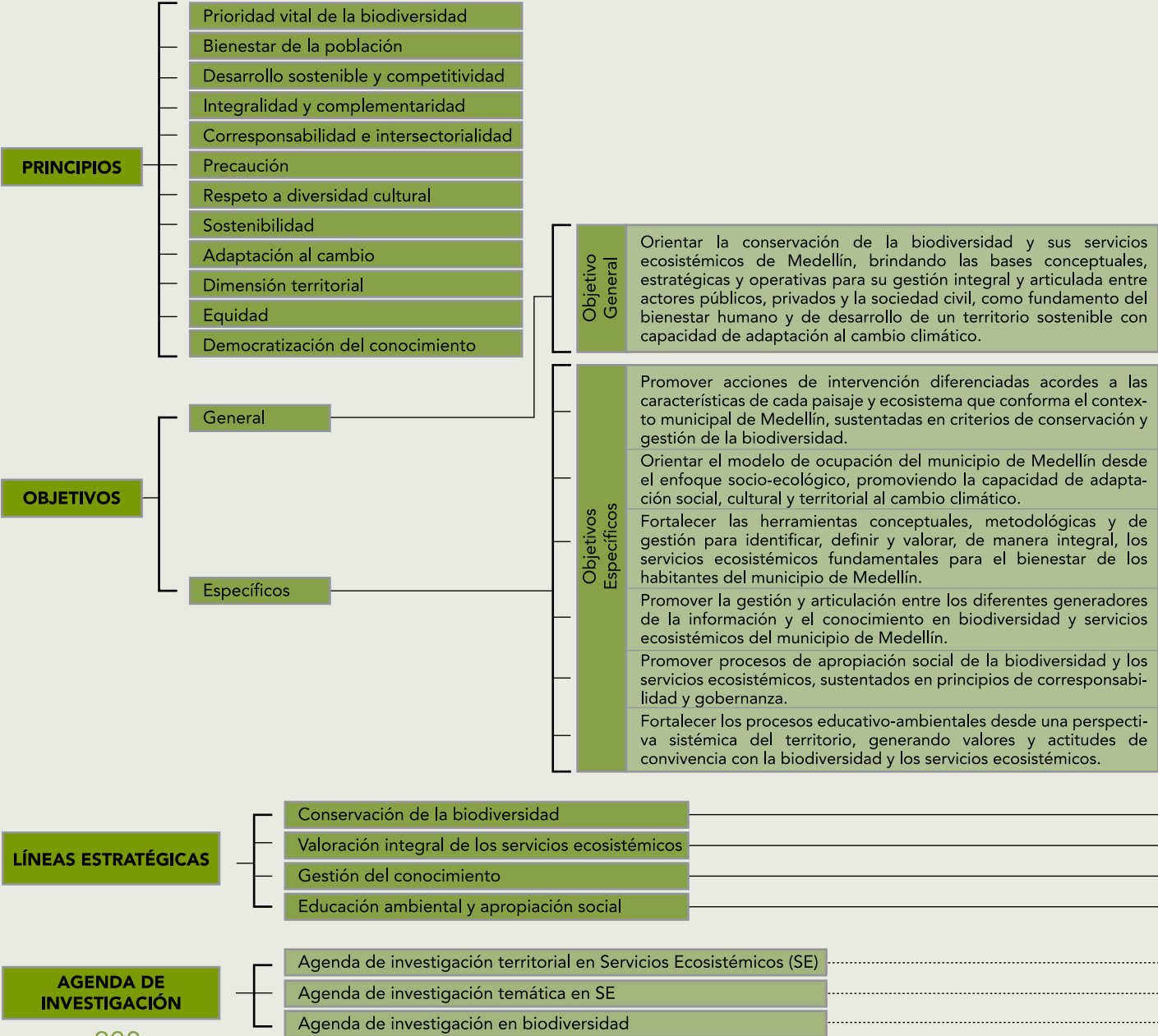




Figura 4. Esquema del marco estratégico y operativo para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en Medellín.

organizaciones, fortaleciendo el flujo entre la academia, el Estado y la sociedad, para que la ciudad conozca y participe activamente en la construcción y acceso al conocimiento sobre biodiversidad.

Además esta gestión será el sustento que oriente nuevas estrategias de investigación y desarrollo, basadas en el entendimiento y comprensión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como fuente del bienestar humano mediante todos sus procesos ecológicos.

La gestión de la información debe considerar la organización para medir y monitorear la biodiversidad y los servicios ecosistémicos; el análisis y síntesis que permitan entender su estado; su relación con factores económicos y sociales; la interpretación y apropiación que hagan posible la valoración, priorización y la toma de decisiones.

Educación ambiental y apropiación social

Esta línea propone viabilizar, promover y apoyar el reconocimiento de las iniciativas y experiencias locales de manejo de la biodiversidad por parte de los diferentes actores, posibilitando la transferencia e intercambio del conocimiento local y técnico para fomentar procesos de interés, confianza y participación frente a la biodiversidad, los beneficios que presta e impactos sobre los sistemas socioecológicos. Esta línea se enfoca en reconocer el potencial y las limitaciones de los usuarios directos e indirectos para la toma de decisiones y lograr una interlocución clara y continua con los órganos de reglamentación y entes

de control con influencia y capacidad de generar cambios a nivel territorial.

Busca, además, fortalecer institucionalmente los procesos educativo-ambientales, orientados, desde el diálogo de saberes sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos, a propiciar cambios en los comportamientos sociales a partir de una valoración integral del territorio como escenario sostenible para el bienestar humano.

El Plan de Acción de la Propuesta de Gestión Integral para la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos de Medellín busca identificar acciones conjuntas y darles respuesta integral a las necesidades territoriales identificadas en el marco de la PGBSE, sustentadas en los capítulos 3 a 6, y explícitas en el árbol de problemas mencionado al inicio del presente capítulo. En este sentido, el plan de acción se formula bajo las líneas estratégicas detalladas anteriormente y los objetivos definidos para la propuesta, el concurso de múltiples actores, y la necesaria articulación con los programas en desarrollo desde la Secretaría del Medio Ambiente, y con las entidades competentes y la sociedad civil progresivamente informada, interesada y comprometida con la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Estas orientaciones se materializan en proyectos e iniciativas concretas y en una agenda de investigación en biodiversidad y servicios ecosistémicos para Medellín. La **Figura 29** sintetiza el planteamiento estratégico y operativo de la PGBSE.



CAPÍTULO 8

CONSIDERACIONES FINALES

Este capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones de la PGIBSE Medellín, proceso que, desde su formulación, buscó promover la interfaz entre el conocimiento científico y la toma de decisiones en Medellín. Se exponen las conclusiones y recomendaciones en las siguientes áreas: particularidades de la biodiversidad en Medellín, servicios ecosistémicos y gestión territorial, gestión integral de la información y el conocimiento, y fortalecimiento de capacidades para la gestión integral de la biodiversidad.

Conclusiones

Particularidades de la biodiversidad en Medellín

Si bien el municipio de Medellín ha clasificado el 27,1% de su territorio como suelo urbano, cerca del 90% de su población reside en esa área. En esta medida, los diversos ejercicios dirigidos al conocimiento de la biodiversidad en Medellín deben redundar en la identificación de oportunidades de gestión en los diferentes paisajes urbano-rurales del municipio y su área metropolitana, promoviendo relaciones más equitativas en términos ecológicos y sociales entre el área urbana y los ecosistemas que soportan su demanda.

Por su parte, las zonas rurales del municipio tienen un menor acceso a servicios básicos como sa-

lud, educación y servicios públicos que las zonas urbanas, pero poseen mayores áreas proveedoras de servicios ecosistémicos, las cuales se ven amenazadas por factores internos y externos desde la expansión urbana y la suburbanización.

La biodiversidad no está uniformemente distribuida en el territorio de Medellín. Los análisis de distribución potencial realizados para la PGIBSE Medellín muestran que habría una mayor riqueza de biodiversidad en las zonas rurales, especialmente en insectos, anfibios, reptiles y mamíferos. Las aves y las plantas exhiben un patrón inverso, indudablemente por un mayor esfuerzo de muestreo en las áreas urbanas para estos dos grupos. Así mismo, se debe destacar el poco esfuerzo invertido en conocer la flora de los remanentes de vegetación nativa que existen en el municipio. Con excepción de unos cuantos inventarios cuantitativos realizados en los bosques de Santa Elena, solo se tienen registros de colecciones botánicas generales en el resto del territorio; por el contrario, dentro del sector urbano se conocen prácticamente todas las especies presentes, gracias a los trabajos de manejo del arbolado y jardines públicos por parte de la administración municipal y el AMVA. Una situación similar se presenta con las aves.

Ahora bien, conviene destacar que en el desarrollo del proyecto para la formulación de la PGIBSE Medellín, los objetivos, las limitaciones de infor-

mación, tiempo y rutas metodológicas de evaluación planteadas no apuntan a la realización de un ejercicio holístico de valoración de servicios y biodiversidad en los ecosistemas; sin embargo, se ha hecho un esfuerzo valioso para esbozar la espacialidad de los servicios identificados en el ámbito local, modelar de manera espacialmente explícita la distribución de la riqueza de los grupos taxonómicos y grupos funcionales identificados y realizar un análisis integrado de biodiversidad y servicios ecosistémicos para el municipio.

Así, los análisis espaciales en biodiversidad permitieron identificar como principales **factores negativos para la conservación de la biodiversidad**, los siguientes: la acelerada urbanización; la deforestación en zonas con alta heterogeneidad topográfica; la falta de conectividad entre las áreas para la conservación; la escasa preservación de coberturas vegetales, incluyendo aquellas que actualmente no presentan un estado óptimo para mantener la biodiversidad, pero son potenciales áreas de restauración; la introducción de especies que afectan a especies nativas; la falta de gestión en la información de la biodiversidad; y el desconocimiento colectivo de áreas de importancia para su conservación.

Servicios ecosistémicos y gestión territorial

El reconocimiento de la biodiversidad como base fundamental del bienestar humano implica identificar, espacializar, valorar y gestionar los servicios ecosistémicos que de esta se derivan. Para desarrollar este planteamiento metodológico, la PGBSE

Medellín exploró las siguientes aproximaciones: (i) partir de la información colectada a nivel de especie para definir rasgos y grupos funcionales; (ii) usar el acervo de información de estudios y consultorías que se han generado para la ciudad cuyos resultados se derivan, principalmente, del análisis de coberturas vegetales y los usos del suelo y (iii) aplicar de forma sinérgica las anteriores aproximaciones. El propósito de este mapa de exploraciones era avanzar en la identificación de prioridades de gestión en biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Las aproximaciones fueron aplicadas según las oportunidades de información para cada uno de los doce servicios ecosistémicos priorizados por la PGBSE Medellín. Un ejemplo de esta integración de información fue el análisis de solapamiento espacial de seis estudios locales y metropolitanos, análisis que buscaba identificar la oferta de prestación del servicio ecosistémico de conservación de hábitats para la biodiversidad en Medellín. Si bien el análisis de solapamiento reiteró el valor de las áreas protegidas tanto urbanas como rurales, se identificó que en la zona urbana, así como en la parte noroccidental del corregimiento San Sebastián de Palmitas, se presenta una oferta significativa de nichos para la reproducción y viabilidad de la biodiversidad en la ciudad de Medellín. Adicionalmente a los ejercicios de efectividad del manejo que permitan evaluar si los objetivos para los cuales fueron declaradas las áreas protegidas se están cumpliendo, es fundamental pensar en estrategias de gestión (restauración, uso sostenible, preserva-

ción y generación de conocimiento) en los paisajes con mayor transformación que rodean estas áreas.

Entre los resultados más relevantes de la aplicación de las aproximaciones anteriormente ilustradas, se encuentra la **incidencia en los instrumentos de planificación** de la ciudad por parte de la PGIBSE Medellín. Concretamente estos fueron los insumos entregados al equipo de trabajo de la revisión estructural del Plan de Ordenamiento Territorial como aporte para la definición de la estructura ecológica principal del municipio, componente esencial del modelo de ocupación.

Gestión integral de la información y el conocimiento

La construcción de una propuesta de gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos entre diferentes grupos de actores requiere la articulación de conocimientos, enfoques, expectativas e intereses muy diversos, para lo cual se generaron espacios de participación y discusión. Como síntesis de estas interacciones, se consolidó una **línea base en conocimiento de biodiversidad**, pero, del mismo modo, la revisión y construcción del conocimiento promovió necesidades de información, retos de articulación institucional y reconocimiento del compromiso de reducir la distancia entre ese conocimiento y su efectivo uso en la toma de decisiones.

Esta información, que permitió enlazar, analizar y proponer acciones para explorar los vínculos complejos entre grupos taxonómicos–ecosistemas, ecosistemas–servicios ecosistémicos, ser-

vicios ecosistémicos–política y gestión, debe ser capitalizada para avanzar en su uso eficiente, lo que implica una adecuada articulación. En concreto, se identificaron 187 investigaciones locales, se usaron parcialmente 38 estudios y se identificaron 113 grupos de investigación relacionados de una u otra manera con la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Todo esto constituye un patrimonio de conocimiento que no debe ser despreciado. Un reconocimiento especial merece el esfuerzo de consolidación de bases de datos de los diferentes grupos taxonómicos, lo cual se logró gracias a la **confianza** de quienes generaron la información y la compartieron para la construcción de la PGIBSE Medellín.

Fortalecimiento de capacidades para la gestión integral de la biodiversidad

El enfoque de servicios ecosistémicos es aún incipiente en nuestra sociedad, incluso en el ámbito académico. Por ello, todo proceso de cualificación e implementación de la PGIBSE Medellín debe considerarse como un proceso de **construcción de capacidades institucionales y de formación permanente**, que migre de los enfoques tradicionales de la conservación de la biodiversidad al de gestión integral de servicios ecosistémicos. Generar un **proceso de socialización continuado** facilita los espacios de formación, generación de interés y de confianza en los actores, además de motivar la apropiación del enfoque de GIBSE.

En el caso de Medellín, lo anterior permite identificar este proceso como una **iniciativa urbana**

piloto a nivel nacional, ejercicio que hizo las primeras aproximaciones para aplicar en un territorio específico los lineamientos de la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Con este ejercicio se generó otra posibilidad de promover y pensar el enfoque de gestión integral desde diversos actores de la ciudad e incluirlos en la elaboración de las recomendaciones.

Recomendaciones

Particularidades de la biodiversidad en Medellín

La zona noroccidental de San Sebastián de Palmitas es particular por diferentes razones. Si bien se han realizado pocos esfuerzos de muestreo, las predicciones (i.e. condiciones apropiadas para las especies a pesar de no tener registros de su presencia) muestran una gran diversidad de anfibios, reptiles, aves y plantas. Además, se encontró una alta similitud con el área urbana de Medellín para varios de los grupos, lo que puede deberse a los sesgos de muestreo, ya que para anfibios, reptiles, mamíferos e insectos, estas dos áreas son las que menos registros muestran, y hacia el flanco occidental de la ladera en Palmitas pueden presentarse alturas similares a las del área urbana de Medellín. Esto evidencia la necesidad de conocer las especies que allí habitan porque, posiblemente, es una de las zonas con mayor biodiversidad del territorio y merece una atención particular.

Servicios ecosistémicos y gestión territorial

Es fundamental continuar con los ejercicios de espacialización y valoración integral de los servicios ecosistémicos, y su incorporación a los procesos de planeación territorial y de desarrollo. Prioritariamente, deben desarrollarse acciones orientadas a la gestión acoplada de servicios ecosistémicos, como la conservación de hábitats para la biodiversidad, la moderación de eventos extremos por movimientos en masa, y la provisión y regulación hídrica en el territorio rural y periurbano, así como los de mitigación del ruido, captación de material particulado, y los relacionados con ocio, recreación y goce estético en el ámbito urbano.

Los resultados obtenidos y la información compilada para la PGIBSE Medellín pueden también constituir un insumo para la elaboración de un **programa local de adaptación al cambio climático**, de acuerdo con las metodologías para la construcción de estos planes a nivel internacional y nacional.

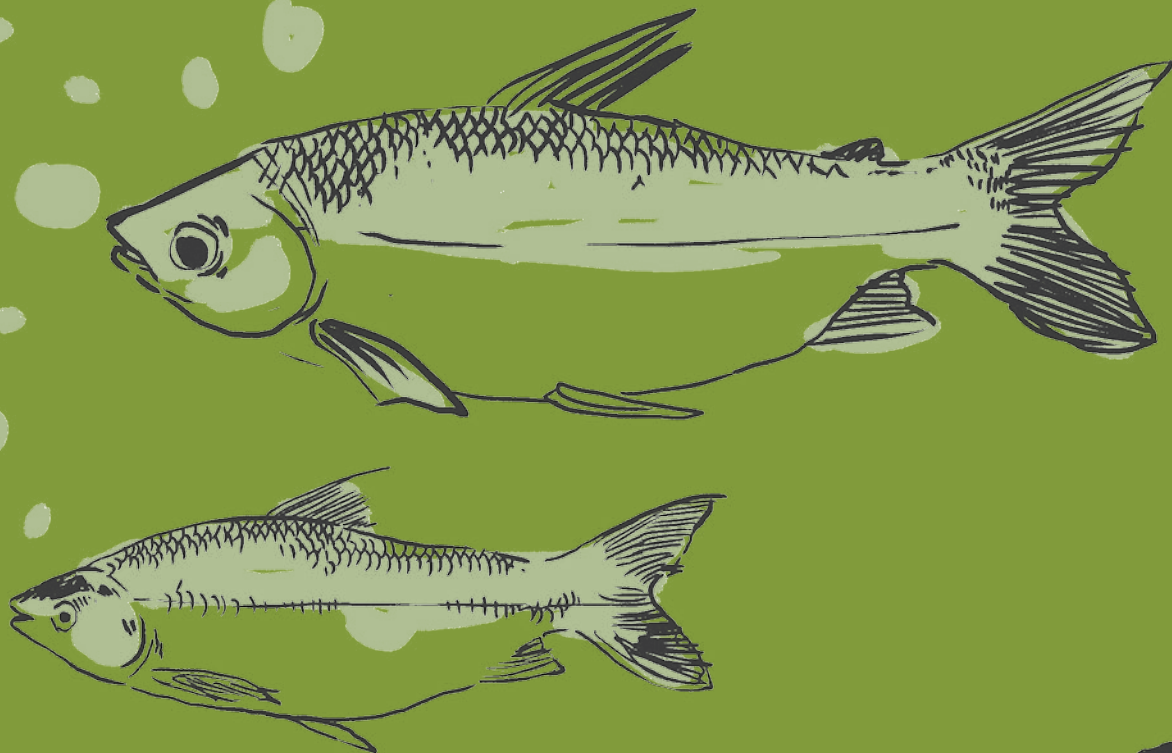
Gestión integral de la información y el conocimiento

En el proceso de formulación de la PGIBSE Medellín se evidenció también que persiste el reto de incluir **otros grupos taxonómicos** para que los análisis puedan ser más completos frente a la estructura, composición y función de la biodiversidad, con el fin de considerarla de una manera más amplia. Se debe tener en cuenta, además, la necesidad de **integrar y relacionar información** proveniente de diversas fuentes, especialidades, productos y campos de conocimiento, para vincular

de manera efectiva la investigación, la consultoría y las demandas sociales e institucionales.

Fortalecimiento de capacidades para la gestión integral de la biodiversidad

El **marco estratégico y operativo** es esencial para darle concreción al enfoque de la gestión integral y sentido a la información en términos de uso para la toma de decisiones. Ello implica reconocer que en el territorio convergen diversos actores y responsabilidades y que el marco estratégico y operativo definido por la PGBSE es un instrumento indispensable para conseguir continuidad, que es un instrumento que debe fundamentarse en una valoración integral de la biodiversidad para lograr acciones detalladas y con claridad en el modo de seguimiento y monitoreo. En esta medida, un primer paso es avanzar con las siguientes fases del diseño metodológico de un guión definido con los actores considerados estratégicos, concertando la ruta para el desarrollo e implementación de las líneas estratégicas y las acciones planeadas. En este sentido, los procesos relacionados con sinergias interinstitucionales y público-privadas, así como los de apropiación social del enfoque de servicios ecosistémicos son claramente relevantes.



BIBLIOGRAFÍA

Agudelo-Flórez, P., Arango, J. C., & Merizalde, E. 2010. Evidencia serológica de circulación de *Leptospira* spp en *Rattus norvegicus* naturalmente expuestos en una zona urbana colombiana, 12: 990–999.

Agudelo, L., G. Acosta, A. y Valencia, F. L. 2010. Siente el Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle del Aburrá. 20 pp.

Alcaldía de Medellín, 2006. Acuerdo 46 de 2006 Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín. Medellín: Alcaldía de Medellín.

Alcaldía de Medellín, 2007. Plan Especial de Espacio Público y Equipamientos. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Documento Técnico de Soporte.

Alcaldía de Medellín, 2009. Plan Especial de Protección Patrimonial de Medellín. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Documento Técnico de Soporte.

Alcaldía de Medellín, 2009b. Álbum Ambiental Yarumalito. Alta Prerensa, Medellín, Colombia.

Alcaldía de Medellín, 2011. *Medellín en cifras No 2*. (Observatorio de Políticas Públicas de Medellín Departamento Administrativo de Planeación, Ed.) (p. 235). Medellín, Colombia: Alcaldía de Medellín.

Alcaldía de Medellín, 2011b. Situación de Salud en Medellín, indicadores básicos 2010. Medellín, Colombia. Secretaría de Salud de Medellín. 194 pp.

Alcaldía de Medellín, 2012. Avistamiento de aves en Medellín: Un nuevo producto turístico para la ciudad. Convenio No. 4600042112. 132 p.

Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional, 2011. Plan de Abastecimiento y Distribución de Alimentos para la ciudad de Medellín. Grupo de I+D+I Logística Industrial Organizacional “GICO” Facultad de Minas Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Alcaldía de Medellín-Universidad de Antioquia, 2012. Medicina tradicional en los corregimientos de Medellín. Historias de vidas y plantas. Grupo de Estudios Botánicos, Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Antioquia. 305 p.

Alcaldía de Medellín-Fundación Grupo HTM, 2012. Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de Santa Elena. Fase Diagnóstica y de Formulación.

Alcaldía de Medellín-Fundación Grupo HTM, 2012b. Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de Alta Vista. Fase Diagnóstica y de Formulación.

Alcaldía de Medellín-Universidad Pontificia Bolivariana, 2012. Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de San Antonio de Prado. Fase Diagnóstica y de Formulación.

Alcaldía de Medellín-Corporación Terrha, 2012. Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de San Cristóbal. Fase Diagnóstica y de Formulación.

Alcaldía de Medellín- Corporación Terrha, 2012b. Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de San Sebastián de Palmitas, Fase Diagnóstica y de Formulación.

Alcaldía de Medellín-Área Metropolitana del Valle de Aburrá-EAFIT, 2011. Plan Director Bio 2030. 132 p.

Alcamo, J., et al. 2003. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Washington, D.C., USA, Island Press. 245p. ISBN: 1-55963-403-0.

Allen, J. A. 1916. List of mammals collected in Colombia by the American Museum of Natural History expeditions, 1910–1915. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 35:191–238.

Allen, C.D., Macalady, A., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Gonzales, P., Hogg, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Fensham, R., Zhang, Z., Kitzberger, T., Lim, J.-H., Castro, J., Running, S.W., Allard, G., Semerci, A. & Cobb, N. 2010. Drought-induced forest mortality: a global overview reveals emerging climate change risks. *Forest Ecology and management*. 259:660-684.

Altrichter, M., Taber, A., Beck, H., Reyna-Hurtado, R., Lizarra, L., Keuroghlian, A., & Sanderson, E. W. 2012. Range-wide declines of a key Neotropical ecosystem architect, the Near Threatened white-lipped peccary *Tayassu pecari*. *Oryx*, 46: 87.

Álvarez, E. Duque, A., Saldarriaga, J., Cabrera, K., De las Salas, G., Del Valle, I., Lema, A., Moreno, F., Orrego, S. y Rodríguez, L. 2012. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management* 267 (2012) 297–308.

Álvarez R. y Ortiz, V. 2004. Distribución altitudinal de las familias de peces en tributarios de los ríos Magdalena y Upiá. *Dahlia – Revista de la Asociación Colombiana de Ictiología* 7:87-94.

Alzate F, Idárraga Á, Díaz, O & Rodríguez W., 2012. Flora de los bosques montanos de Medellín. Programa Expedición Antioquia-2013. Series Biodiversidad y Recursos Naturales. Universidad de Antioquia, Alcaldía de Medellín. Señal gráfica. Medellín, Colombia. 552p.

Amat-García, G., Andrade-C., G., Amat-García E., (Eds),

2007. Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. 215 p. Conservación Internacional Colombia-Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia.

Anderson, M. L., & Otter, K. A., 2007. Spatial and Temporal Analysis of Avian Movement Patterns at the Prince George Regional Airport, (August).

Andreu, A., Oliva, F.J., Verdiell, D., Egea, A., Ruiz, A., y Torralva, M. 2006. Peces Continentales de la región de Murcia (SE Península Ibérica): Inventario y distribución. *Zoológica baetica* 17: 11-31.

Arango, H., Duque, A., Cardenas, D. & Barreto, J-S. 2011. Relación entre el mecanismo de dispersión y la distribución espacial de algunas especies arbóreas en un bosque de tierra firme de la Amazonia Colombiana. *Revista Colombia Amazónica* (4): 87-96.

Arango Echeverri, Y. de J. y Salgado Osorio, M. O. 2012. Mariposas las especies más representativas del Valle de Aburrá. Colegio San Juan Bosco, Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2010. Área silvestre, un recorrido con las especies del Valle de Aburrá. 121 pp.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011. Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburra- Medellín en Jurisdicción del Área Metropolitana Fase III. Universidad de Antioquia - Universidad Pontificia Bolivariana - Universidad de Medellín - Universidad Nacional.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Sociedad Antioqueña de Ornitología, 2003. Aves del Valle de Aburrá. Segunda edición revisada. 136 p.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad de Antioquia, 2006. Anfibios y reptiles del Valle de Aburrá.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad de Antioquia, 2007. Soporte conceptual y metodológico del Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas para avanzar en su promoción y desarrollo. Convenio 520 de 2006. 551 p.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Concol, 2007. Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá. Documento resumen. 209 p.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Alcaldía de Medellín-Universidad Nacional de Colombia-Corantioquia-Municipio de Envigado, 2009. Amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones en el Valle de Aburrá. Formulación de propuestas de gestión. Convenio 4800002397 de 2007.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Universidad Nacional de Colombia, 2011. Formulación de las directrices metropolitanas de ordenamiento territorial rural. 676 p.

Arigony, T. H. A. 1978. Revisão do gênero *Parandra* (Coleoptera, Cerambycidae). 1. O Subgênero *Hesperandra* Arigony, 1977. *Revista Brasileira de Entomologia* 22 (3/4): 119-159.

Arroyo, M.T.K. 1976. Geitonogamy in animal pollinated tropical angiosperms: a stimulus for the evolution of self-incompatibility. *Taxon* 25: 543-548.

Ask-Upmark, E. 1967. Prostatitis and its treatment. *Acta Med. Scand.* 181: 355-357.

Badorrek, P., Dick, M., Emmert, L., Schaumann, F., Koch, W., Hecker, H., Murdoch, R., Hohlfeld, J. M. y Krug, N. 2012. Pollen starch granules in bronchial inflammation. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. 109(3): 208-214.

Balvanera, P., H. Cotler et al. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 185-245.

Barthlott W., Schmit-Neuerburg V., Nieder J. & Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156, 2001.

Barthel, S., 2005. Chapter 21: Sustaining urban ecosystem services with local stewards participation in Stockholm (Sweden). *From Landscape Research to Landscape Planning - Aspects of Integration, Education and Application* (pp. 305-320).

Bartra, J., Mullol, J., del Cuvillo, A., Dávila, I., Ferrer, M., Jáuregui, I., Montoro, J., Sastre, J. y Valero, A. 2007. Air pollution and allergens. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology* 17, Suppl. 2: 3-8.

Bawa, K. S., Perry, D. R. & Beach, J. H. 1985. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees. I. Sexual Systems and incompatibility Mechanisms. *Amer. J. Bot.* 72(3): 331-345.

Bawa, K.S. 1990. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1990. 21:399-422.

Beltrán, M., Jiggins, C. D., Brower, A. V. Z., Bermingham, E. y Mallet, J. 2007. Do pollen feeding, pupal-mating and larval gregariousness have a single

origin in *Heliconius* butterflies? Inferences from multilocus DNA sequence data. *Biological Journal of the Linnean Society* 92: 221-239.

Berard, K. H., Eschtruth, A. K., Vogt, K. A., Vogt, D. J., & Scatena, F. N. 2003. The effects of the frog *Eleutherodactylus coqui* on invertebrates and ecosystem processes at two scales in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*, 19 (6), 607-617.

Bermúdez Rivas, C. 2009. Insectos Migratorios en Colombia. p. 133-137. En: Naranjo, L. G. y Amaya, J. D. (Eds.). 2009. Plan Nacional de las especies migratorias Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. MAVDT - WWF. Bogotá D.C. 214 pp.

Betke, M., D.E. Hirsh, N.C. Makris, *et al.*, 2008. Thermal imaging reveals significantly smaller Brazilian free-tailed bat colonies than previously estimated. *J. Mammal*, 89: 18– 24.

Bock, B. C., Ortega, A. M., Zapata, A. M., & Páez, V. P. , 2009. Microgeographic body size variation in a high elevation Andean anole (*Anolis mariarum*; Squamata: Polychrotidae). *Revista de biología tropical*, 57(4), 1253-1262.

Bock, B. C., Zapata, A. M., & Páez, V. P., 2010. Survivorship rates of adult *Anolis mariarum* (Squamata: Polychrotidae) in two populations with differing mean and asymptotic body sizes. *Papéis Avulsos de Zoologia São Paulo*, 50 (3), 43-50.

Bolund, P., & Hunhammar, S., 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293–301. doi:10.1016/S0921-8009(99)00013-0

Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F., Kunz, T.H.

2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332:41–42.

Brown, P. H., Miller, D. M., Brewster, C. C. y Fell, R. D. 2013. Biodiversity of ant species along a disturbance gradient in residential environments of Puerto Rico. *Urban Ecosystems* 16(2): 175-192.

Caicedo-Portilla, J. R., & Dulcey-Cala, C. J. 2011. Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Dumeril y Bribon 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. *Biota Colombiana*, 12(2), 45-56.

Calhoun, J.V. 2001. Massing of *Urania fulgens* at lights in Belize (Lepidoptera: Uraniidae). *Tropical Lepidoptera* 12(1-2): 43-44

Cardona-Duque, J. y Tuberquia, D. 2008. Estado actual del conocimiento de los Derelomini (Coleoptera: Curculionidae) en Antioquia. En: Chacón de Ulloa, P. y Osorio A. M. (compiladores): XXXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Resúmenes. *Sociedad Colombiana de Entomología, Bogotá. Impresora Feriva S.A., Cali, Colombia*. 252 pp.

Cardona-Duque, J., Santos-Silva, A. y Wolff, M. 2010. Parandrinae (Coleoptera: Cerambycidae) de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 36(1): 135-157.

Cardona-Duque, J. y Franz, N. M. 2012. Description and phylogeny of a new Neotropical genus of Acalyptini (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae) associated with the staminodes of Cyclanthaceae. *Zoological Journal of the Linnean Society* 166: 559-623.

Carpio, O.V. & Fath, B.D. Assessing the Environmental Impacts of Urban Growth Using Land Use/Land Cover, Water Quality and Health Indicators: A Case Study

of Arequipa, Peru. *American Journal of Environmental Sciences* 7 (2): 90-101, 2011

Castaño-Mora, O. (Eds.). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 160 pp.

Castaño-Villa, G. J., & Patiño-Zabala, J. C., 2008. Extinciones locales de aves en fragmentos de bosque en la región de Santa Elena, andes centrales, Colombia. *Hornero*, 23 (1), 23–34.

Chacoff, N. P., Souto, C. P., Aizen, M. A. y Premoli, A. 2009. Is there genetic variation in seedless Argentinean grapefruit? Implications for crop production and conservation. *Journal of Basic & Applied Genetics* 20(2): 27-35

Chakravorty, J., Ghosh, S. y Meyer-Rochow, V. B. 2011. Practices of entomophagy and entomotherapy by members of the Nyishi and Galo tribes, two ethnic groups of the state of Arunachal Pradesh (North-East India). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7(5): 14 pp.

Charles, Fenster, W. Scott Armbruster, Paul Wilson, Michele R. Dudash, and James D. Thomson. 2004. "Pollination Syndromes and Floral Specialization." *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35 (1) (December 15): 375–403. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347. <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>.

Chaves, J., Muller-Landau, H. & Levin, S. 2002. Comparing Classical Community Models: Theoretical Consequences for Patterns of Diversity. *The American Naturalist* 159 (1): 1-23.

CITES, 2010. Guía de identificación de CITES–Aves: Guía de identificación de las aves protegidas por la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres

Coffin AW. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15:396–406.

Corantioquia-Universidad Nacional de Colombia, 2000. Identificación, caracterización y valoración económica de los servicios ambientales prestados por ecosistemas localizados en el área de influencia del Valle de Aburrá. 105 p.

Corantioquia, 2010. Estado del conocimiento de la fauna silvestre en la jurisdicción de Corantioquia. 176 pp.

Corporación Prosocial & Alcaldía de Medellín, 2013. Guía de campo: metodologías de monitoreo. Dinamización del Observatorio Ambiental por medio de procesos de formación ambiental a las mesas ambientales y a la comunidad en general. Medellín: Sin publicar.

Correa, D., Stevenson, P., Álvarez, E., Aldana, A., Umaña, M., Cano, A., Adarve, J., Benítez, D., Castaño, A., Cogollo, A., Devia, W., Fernández, F., García, L., Melo, O., Peñuela, M., Prieto, A., Restrepo, Z., Rudas, A., Serna, M., Velasquez, O., Velázquez, C., & Von Hildebrand, P. 2013. Patrones de frecuencia y abundancia de sistemas de dispersión de plantas en bosques colombianos y su relación con las regiones geográficas del país. *Colombia Forestal*, Vol. 16, núm. 1, p. 53-66.

Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2013. Evaluación de la huella hídrica en la cuenca del río Porce. Resumen ejecutivo. 101 p. Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia.

Cuartas-Calle, C. A. & Muñoz-Arango, J. 2003. Lista de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana*, 4: 65–78.

Cuero Echavarría, Y. y Ruiz Escobar, Y. F. 2012. Expedición Museo de Ciencias Naturales de La Salle: cartilla de apoyo para jugar, dibujar y colorear. Museo de Ciencias Naturales de La Salle – ITM. Medellín. 48 pp.

Curran, Timothy J., Gersbach, Lauren N., Edwards, Will, and Krockenberger, Andrew K., 2008. Wood density predicts plant damage and vegetative recovery rates caused by cyclone disturbance in tropical rainforest tree species of North Queensland, Australia. *Austral Ecology*, 33 (4). pp. 442-450.

D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., Liccardi, G., Popov, T. y van Cauwenberge, P. 2007. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* 62: 976-990.

Daily, G. C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., Folke, C., Jansson, A., Jansson, B-O., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Mäler, K-G., Simpson, D., Starrett, D., Tilman, D. y Walker, B., 2000. Ecology: the value of nature and the nature of value. *Science* 289: 395-396

Daza, J. M., Smith, E. N., Páez, V. P., y Parkinson, C. L. 2009. Complex evolution in the Neotropics: The origin and diversification of the widespread genus *Leptodeira* (Serpentes: Colubridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53(3), 653-667.

Daza, J. D., Travers, S. L., y Bauer, A. M. 2012. New records of the mourning gecko *Lepidodactylus lugubris* (Duméril and Bibron, 1836)(Squamata: Gekkonidae) from Colombia. *Check List*, 8(1), 164-167.

De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J. H. C., Bardgett, R. D., Berg, M. P., Cipriotti, P., Feld, C. K., Hering, D., Martins da Silva, P., Potts, S. G., Sandin, L., Sousa, J. P., Storkey, J., Wardle, D. A. y Harrison, P. A. 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation* 19(10):2873-2893.

De Groot, R.S., Wilson, M. y Boumans, R. 2002. A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services *Ecological Economics* 41(3): 393-408.

De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. and Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7: 260-272.

De Oliveira, T., Eizirik, E., Schipper, J., Valderrama, C., Leite-Pitman, R. & Payan, E. 2008. *Leopardus tigrinus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 April 2013.

Delgado, V. C. A. 2002. Food habits and habitat of the crab eating fox *Cerdocyon thous* in the higlands of eastern Antioquia, Cordilheira Central, Colombia. *Mammalia* 66 (4): 599-602.

Delgado-V, C. A. 2004. Interacción entre *Oryzomys albigularis* (Rodentia: Sigmodontinae) y su coleóptero *Amblyopinus cf. colombiae*. Tesis de Pregrado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Delgado-V, C. A., Pulgarín-R, P. C., & Calderón-F, D., 2005. Análisis de egagrópilas del búho rayado (*Asio*

clamator) en la ciudad de Medellín. *Ornitología Colombiana*, 3, 100–103.

Delgado-V, C. A., 2007a. La dieta del Currucutú *Megascops choliba* (Strigidae) en la ciudad de Medellín, Colombia. *Boletín SAO*, XVII (02), 111–114.

Delgado-V, C.A. 2007b Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29: 235-239.

Denis, L. J. 1966. Chronic prostatitis. *Acta Urol. Belg.* 34: 49-55

Díaz Pérez, J. A., Dávila Suárez, J. A., Álvarez García, D. M., y Sampedro Marín, A. C. 2012. Dieta de *Hemidactylus frenatus* (Sauria: Gekkonidae) en un área urbana de la región caribe colombiana. *Acta zoológica mexicana*, 28(3), 613-616.

Díaz S, Lavorel S, de Bello F, Quetier F, Grigulis K, Robson MT. 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Science*, 104: 20684 –20689.

Diez, J.M. y Burbano, L. 2006. Técnicas avanzadas para la evaluación de caudales ecológicos en el ordenamiento sostenible de cuencas hidrográficas. En: *Revista de Ingeniería e Investigación*. Abril, año/vol. 26, número 001. Pp 58 – 68.

Duque, B. A., Aranzazu, D., Agudelo-flórez, P., & Londoño, A. F. 2012. *Rattus norvegicus* como indicador de la circulación de *Capillaria hepatica* y *Taenia taeniaeformis* en la Plaza Minorista de Medellín, Colombia. *Biomédica* 32:510-8.

Duque Vélez, P., Vargas Montoya, H. H. y Wolff, M. 2011. Immature stages and natural history of the Andean butterfly

Altinote ozomene (Nymphalidae: Heliconiinae: Acraeini). *Zoologia* 28(5): 593-602.

Durán Rivera, B., Alzate Guarín, Fernando. Intercepción de partículas suspendidas totales (PST) por cinco especies de árboles urbanos en el Valle de Aburrá. *Rev. fac. ing. univ. Antioquia* [online]. 2009, n.47 [cited 2014-03-25], pp. 59-66. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302009000100006&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-6230

Elmqvist, T., Maltby, E., Barker, T., Mortimer, M., Perrings, C., Aronson, J., Groot, R. De, et al., 2010. Chapter 2: Biodiversity, ecosystems and ecosystem services. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*.

Empresas Públicas de Medellín-Universidad de Antioquia, 2007. Monitoreo y Seguimiento de la Fauna íctica en el Río Porce y las Quebradas Tributarias en la Zona de Influencia Directa del Proyecto Hidroeléctrico Porce III. 2007. Informe Final. Documento en línea: <http://es.slideshare.net/12dmorales/informe-final-porce-iii-22-de-octubre-2007>.

Escobedo, F.J., Wagner, J.E., Nowak, D.J., De La Maza, C.L., Rodriguez, M. and Crane, D.E., 2008. Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. *Journal of Environmental Management*, 86, 148-157.

Expedición Antioquia 2013. 2008. La relación de Antioquia en 1808. Álvarez, V. (ed.). Colección Expedición Antioquia 2013. Serie Economía, Sociedad y cultura. Tomo I. Impregón, S.A. Medellín 149. pp.

Faegri, K. & Van der Pijl, L. 1971. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, UK.

Faiz, A., Sinha, K., Walsh, M. y Varma, A. 1990. Automotive Air Pollution: Issues and Options for Developing Countries. Infrastructure and Urban Development Department. Número 492. 109 pp.

FAO. 2003. Perfil de Pesca Colombia. Rev. 6. Documento en línea: <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/col/profile.htm>.

FAO, 2009. Tratado Internacional, sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Tercera Reunión del Órgano Rector. Los Polinizadores: Su Biodiversidad poco apreciada, pero importante para la alimentación y la agricultura. Túnez, 1-5 junio de 2009, Info. 10.

Federico, P., T.G. Hallam, G.F. McCracken et al. 2008. Brazilian free tailed bats as insect pest regulators in transgenics and conventional cotton crops. *Ecol. Appl.* 18(4): 826-837.

Fernández-M, J F, and V L Sork. 2005. "Mating Patterns of a Subdivided Population of the Andean Oak (*Quercus Humboldtii* Bonpl., Fagaceae)." *The Journal of Heredity* 96 (6): 635-43. doi:10.1093/jhered/esi104. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16150952>.

Fontaine, G., Geert van Vliet, Pasquis, R. (cordinadores), 2007. Políticas Ambientales y Gobernabilidad en América Latina. FLACSO (Organization). Sede Ecuador. Flacso-Sede Ecuador, 331 páginas

Franz, N. M. y Valente R. M. 2005. Evolutionary trends in derelomine flower weevils: from associations to homology. *Invertebrate Systematics* 19: 499-530.

Franz, N. M. 2007. Reproductive trade-offs in a specialized plant/pollinator system involving *Asplundia uncina-*

ta Harling (Cyclanthaceae) and a derelomine flower weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Plant Systematics and Evolution* 269: 183-201.

Freer-Smith PH, Holloway S, Goodman A, 1997. The uptake of particulates by an urban woodland, site description and particulate composition. *Environ. Pollut.* 95:27-35

Frost, Darrel R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference, base de datos electrónica. Versión 5.6 (9 de enero de 2013). <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Fuhrman, C., Sarter, H., Thibaudon, M., Delmas, M. C., Zeghnoun, A., Lecadet, J. y Caillaud, D. 2007. Short-term effect of pollen exposure on antiallergic drug consumption. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology.* 99(3): 225-231.

Fuller, R. a, Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J., 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology letters*, 3(4), 390-4. doi:10.1098/rsbl.2007.0149

Fundación Natura, 2010. Servicios ecosistémicos. Bases conceptuales. En: <http://www.natura.org.co/pilota-je-silvopastoril/ver-categoria.html>. Consultado marzo 7 de 2013.

Gándara, G., Correa Sandoval, A. N., & Hernández Cienfuegos, C. A. 2006. Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. Tecnológico de Monterrey. Escuela de graduados de Administración Pública y Política Pública. Cátedra de Integración Económica y Desarrollo Social. Working Paper, 5.

Galeano S.P., Urbina J. C., Gutierrez-C P. D. A., Rivera-C M. C., y Páez V. P. 2006. Los anfibios de Colombia, diversidad y estado de conocimiento. Tomo II. 106-118 p. En: Chávez M.E. y Santamaría M. (eds). 2006. Informe sobre el avance del conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos

Gallai, N., J.-M. Salles, J. Settele & B.E. Vaissiere. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68: 810–821.

Gándara, G., Correa Sandoval, A. N., & Hernández Cienfuegos, C. A. 2006. Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. Tecnológico de Monterrey. Escuela de graduados de Administración Pública y Política Pública. Cátedra de Integración Económica y Desarrollo Social. Working Paper, 5.

Gandhi, K. J. K., Epstein, M. E., Koehle, J. J. y Purrington, F. F. 2011. A quarter of a century succession of epigaeic beetle assemblages in remnant habitats in an urbanized matrix (Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys* 147: 667-689.

Garibaldi, L. A., Muchhala, N., Motzke, I., Bravo-monroy, L., Olschewski, R., & Klein, A. 2011. Services from Plant – Pollinator Interactions in the Neotropics, 119–140.

Gehrt, S. D., S. P. D. Riley, and B. L. Cypher. 2010. Urban carnivores: ecology, conflict, and conservation. The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.

Giacometti V., J. C. y Bersosa V., F. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico 6, Serie Zoológica* 2: 17-32.

Giraldo, C. E., Willmott, K. R., Villa, R. y Uribe, S. I. 2013. Ithomiini Butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) of Antioquia, Colombia. *Neotropical Entomology* 42: 146-157.

Gobernación de Antioquia, 2005. Antioquia Forestal. Plan de Desarrollo Forestal para el Departamento 2005-2040. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena Forestal de Antioquia. 87 p.

Grisales, D., Wolff, M. y de Carvalho C. J. B. 2012. Neotropical Fanniidae (Insecta: Diptera): new species of *Euryomma* Stein from Colombia. *Journal of Natural History* 46:13-14, 803-829.

Gómez-Barton, 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*. 86 (2013) 235–245.

Hamerlík, L., Jacobsen, D. y Brodersen, K. P. 2011. Low species richness of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) in Neotropical artificial urban water bodies. *Urban Ecosystems* 14(3): 457-468.

Harris, G. M., y Pimm, S. L. 2004. Bird species tolerance of secondary forest habitats and its effects on extinction. *Conservation Biology*, 18(6), 1607-1616.

Hernández, L., Wong, Y., Mena, Y., y Arguedaz, S. 2011. Educación ambiental como estrategia para la conservación de fauna silvestre en la península de Osa, Costa Rica. *Biocenosis*. 24 (1-2) 2011

Heterick, B. E., Lythe, M. y Smithyman, C. 2013. Urbanisation factors impacting on ant (Hymenoptera: Formicidae) biodiversity in the Perth metropolitan area, Western Australia: Two case studies. *Urban Ecosystems* 16(2): 145-173.

Higuera D. y Wolf J. 2010. Vascular epiphytes in dry oak forests show resilience to anthropogenic disturbance, cordillera oriental, Colombia. *Caldasia* 32(1): 161-174.

Hou, Y., B. Burkhard, F. Müller, 2013. Uncertainties in landscape analysis and ecosystem service assessment, *Journal of Environmental Management*. Volume 127, Supplement, September 2013, Pages S117–S131 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.002>

Howe, H.F., & Smallwood, J., 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228.

Idárraga, Á., Ortiz, R Del C., Callejas R. & Merello, M. Flora de Antioquia, 2011. Catálogo de las plantas vasculares. Vol II. Listado de las plantas vasculares del departamento de Antioquia. Programa Expedición Antioquia-2103. Series Biodiversidad y Recursos Naturales. Universidad de Antioquia, Missouri Botanical Garden & Oficina de planeación departamental de la gobernación de Antioquia, Editorial D'Vinni, Bogotá, Colombia.

Ideam, 2011. Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la Estructura Ecológica Nacional. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia. 43 p.

Incoder, Traffic América del Sur, WWF Colombia (Ed.), 2006. Memorias Taller internacional Aspectos socioeconómicos y de manejo sostenible del comercio internacional de peces ornamentales de agua dulce en el norte de Sudamérica: retos y perspectivas.

Janson, C.H. 1983. Adaptation of Fruit Morphology to Dispersal Agents in a Neotropical Forest. *Science* 219 (4581): 187-189.

Jones K. E., Safi K. 2011. Ecology and evolution of mammalian biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc*, 366: 2451–2461.

Jorgenson, J.P; Rodríguez-Mahecha J.V & Durán-Ramírez C., 2006. Puma. *Puma concolor*: 349355 (en) Rodríguez, M, J.V; Alberico, F.T; Jorgenson, J.P (eds.) Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

Kays, R. W., & DeWan, A. A. 2004. Ecological impact of inside/outside house cats around a suburban nature preserve. *Animal Conservation*, 7: 273-283.

Kellermann, J. L. (2007). Ecological and economic services provides by birds on Jamaican blue montain coffee farms.

Kevan, P.G., and Phillips, T.P., 2001. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology* 5: 8.

Klein, A.-M., B.E. Vaissiere, J.H. Cane, et al. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Sci*, 274: 303–313.

Korb, J. y Aanen, D. K. 2003. The evolution of uniparental transmission of fungal symbionts in fungus-growing termites (Macrotermitinae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 53:65-71.

Krell, R. 1996. Value-added products from beekeeping. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. *FAO Agricultural Services Bulletin* No. 124.

Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8: 468-479.

Kremen, C. y Chaplin-Kramer, R. 2007. 15: Insects as providers of ecosystem services: crop pollination and pest control. En: Stewart, A.J.A., New, T.R. y Lewis, O.T. (Eds.) *Insect Conservation Biology. The Royal Entomological Society*. p. 349-382.

Kress, W.J. & Beach, J.H. 1994. Flowering plant reproductive systems. Pp 161-182 en McDade, L.A., Bawa, K.S., Hespénhede, H.A. & Hartshorn, G.S. editores. *La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest*. The University of Chicago Press, USA.

Kunz TH, de Torrez EB, Bauer D, Loba T, Fleming TH. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Ann N Y Acad Sci*, 1223: 1–38.

Lara-Vásquez, C. E., Castaño-Rivas, A. M., & Jonker, R. (2007). Notas acerca de las guacamayas (Psittacidae: *Boletín SAO*, XVII (02), 104–110.

Larsen, T. H., Kremen, C. y Williams, N. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. *Ecology Letters* 8(5): 538-47.

Lasso, C. A., Gutiérrez, F. de P., Morales-Betancourt, M.A., Agudelo, E., Ramírez –Gil, H., y Ajiaco-Martínez, R.E. (Ed.). 2011. II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia, 304 pp.

Laúndré, J. W., & Hernández, L. 2009. What we know about pumas in Latin America. *Cougar ecology and conservation*, 76-90.

León G. 2000: Tendencia de la temperatura del aire en Colombia. *Meteorol. Colomb.* 2:57-65. ISSN 0124-6984. Bogotá, D.C. – Colombia.

Levine, J. & Murrell, D. 2003. The Community-Level Consequences of Seed Dispersal Patterns. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 549-574.

Lindberg, K., y Hawkins, D. E. 1993. *Ecotourism: a guide for planners and managers*. Ecotourism society.

Lindenmayer DB, Blanchard W, McBurney L, Blair D, Banks S, et al., 2012a. Interacting Factors Driving a Major Loss of Large Trees with Cavities in a Forest Ecosystem. *PLoS ONE* 7(10): e41864. doi:10.1371/journal.pone.0041864

Lindenmayer, D.B., Laurance, W.F. & Franklin, J.F. 2012b. Global decline in large old trees. *Science*, 338, 1305-1306.

Lindenmayer, D.B., Laurance, W.F., Franklin, J.F., Likens, G.E., Banks, S.C., Blanchard, W., Gibbons, P., Ikin, K., Blair, D., McBurney, L., Manning, A.D. & Stein, J.A.R. (2013). New policies for old trees: averting a global crisis in a keystone ecological structure. *Conservation Letters*, 10.1111/conl.12013.

Lips, K. R., Burrowes, P. A., Mendelson, J. R., y Parra-Olea, G. 2005. Amphibian Population Declines in Latin America: A Synthesis. *Biotropica*, 37 (2), 222-226.

Lizcano, D. & Alvarez, S.J. 2008. *Mazama rufina*. In: IUCN 2012. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 April 2013.

Llimona F., Cahill, S., Tenés, A., Cabañeros, L. 2005. El estudio de los mamíferos en relación a la gestión de áreas

periurbanas. El caso de la región metropolitana de Barcelona. Resúmenes de las VII Jornadas de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos, Valencia, Pp: 111.

Lynch J. D., Ruiz-C P. M. y Ardila-R M. C. 1997. Biogeographic patterns of Colombian toads and frogs. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias físicas exactas y naturales*. 21(37):237-248

Lynch, J. D., y Ardila-Robayo, M. C. 1999. The *Eleutherodactylus* of the *taeniatus* complex in western Colombia: taxonomy and distribution. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23, 615-624.

López-Cima, M.F., García-Pérez, J., Pérez-Gómez, B., Aragonés, N., López-Abente, G., Tardón, A., Pollán, M., 2011. Lung cancer risk and pollution in an industrial region of Northern Spain: a hospital-based case-control study. *Int J Health Geogr* 10, 1-10.

Losey, J. E. y Vaughan, M. 2006. The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. *BioScience* 56(4): 311-323.

Losey, J. E. y Vaughan, M. 2008. Conserving the Ecological Services Provided by Insects. *American Entomologist* 54(2): 113-115.

Luck, G. W., Harrington, R., Harrison, P. A., Kremen, C., Berry, P. M., Bugter, R., Dawson, T. P., de Bello, F., Díaz, S., Feld, C. K., Haslett, J. R., Hering, D., Kontogianni, A., Lavorel, S., Rounsevell, M., Samways, M. J., Sandin, L., Settele, J., Sykes, M. T., van den Hove, S., Vandewalle, M., Zobel, M. 2009. Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. *Bioscience* 59: 223-235

Mancera, N. y Álvarez, R. 2006. Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 11: 3-23.

Mancera Rodríguez, N.; Reyes García, O. 2008. Comercio de fauna silvestre en Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 61(2):4618-4645.

Maniguaje, L., Duque, A., Cárdenas, D. & Moreno, F. 2011. Changes in seed dispersal spectrum along the altitudinal gradient between wet Amazonian and Andes forests in Colombia. *Revista Colombia Amazonica*, (4):77-86.

Marinidou, E., 2009. Estimación del aporte de la cobertura arbórea a la regulación climática y la conservación de la biodiversidad: diseño y aplicación de una metodología en Chiapas. México. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba. CR. 164 p.

Marren, P. 2007. Enjoying moths and butterflies in your garden. *Natural England*. 31 pp.

Martínez, C. 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Bogotá D.C., Colombia. 546 pp.

Martínez, M. 2008. Grupos funcionales, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. México, pp. 365-412.

Marquis, R. J., & Whelan, C. J., 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. *Ecology*, 75, 2007–2014.

Matthias U. y Moreno H. 1983. Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos del río Medellín

y sus principales afluentes. *Actualidades Biológicas*, 12(46): 107-116

McPherson, E.G., J.R. Simpson, P.J. Peper, and Q. Xiao. 1999. Benefit-cost analysis of Modesto's municipal urban forest. *Journal of Arboriculture* 25:235–248.

McPherson, E.G. 2007. Benefit-Based Tree Valuation. *Arboriculture & Urban Forestry* 2007. 33(1):1–11.

Medellin, R. A., & Gaona, O. 1999. Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, México. *Biotropica*, 31:478-485.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). *Programa de Comunicaciones, Instituto Alexander von Humboldt*. 134 pp.

Ministerio de Medio Ambiente, 2002. Estrategia nacional para la prevención y el control del tráfico ilegal de especies silvestres. Documento técnico.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. Resolución 383 de 2010. "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones". 29 p.

Mitchell, B. D., & Banks, P. B. 2005. Do wild dogs exclude foxes? Evidence for competition from dietary and spatial overlaps. *Austral Ecology*, 30: 581-591.

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds), 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales

de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp

Momose, K., Yumoto, T., Hagamitsu, T., Kato, M., Nagamasu, H., Sakai, S., Harrison, R., Itioka, T. & Inoue, T. 1998. Pollination biology in a lowland dipterocarp Forest in sarawak, malaysia. I. characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarp forest. *American Journal of Botany* 85(10): 1477-1501.

Montoya, A. L., Pérez, S.P. y Wolff, M. 2012. The Diversity of Flower Flies (Diptera: Syrphidae) in Colombia and Their Neotropical Distribution. *Neotropical Entomology* 41(1): 46-56.

Morales-Jiménez, A.L., Link, A. & Stevenson, P. 2008. *Saguinus leucopus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 April 2013.

Morales-Jiménez, A.L. & de la Torre, S. 2008. *Aotus lemurinus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 April 2013.

Morales, M., Lasso, C. A., Trujillo, F., De La Ossa, F., Forero, G., Páez, V.P. 2012. Amenazas a las tortugas continentales de Colombia. Capítulo 19. Pp. 452-493. En: Páez, V. P., Morales – Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Castaño-Mora, O. V. y Bock, B. C. (Editores). 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Moyle, P.B. and Moyle, P.R. 1995. Endangered fishes and economics: Intergenerational obligations. *Environmental Biology of Fishes* 43: 29-37.

Muñoz, E., Palacio, J.A. 2010. Efectos del Cloruro de Mercurio (HgCl₂) sobre la sobrevivencia y crecimiento de renacuajos de *Dendrosophus bogerti*. Revista Actua- lidades Biológicas, 32 (93): 189-197

M&M, 2010. Antioquia: Oportunidades y Desafíos de un Ideal Forestal. En: Revista El Mueble y La Madera. http://www.revista-mm.com/ediciones/rev74/forestal_antioquia.pdf. Consultado: Julio 3 2013.

Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R. E., Lehner, B., Malcolm, T. R., y Ricketts, T. H. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. PNAS 105(28): 9495–9500.

Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. Trends in ecology & evolution, 15: 278-285.

Newbold, T., Scharlemann, J. P. W., Butchart, S. H. M., Şekercioğlu, Ç. H., Alkemade, R., Booth, H., Purves, D. W., et al., 2012. Ecological traits affect the response of tropical forest bird species to land-use intensity. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 2–8.

Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC, 2006. Air pollution re- moval by urban trees and shrubs in the United States. Urban Forestry & Urban Greening 4:115-123

Ocampo, D., Estrada-F, M. C., Muñoz, J. M., Londoño, L. V, David, S., Valencia, G., Morales, P. A., et al., 2012. Breeding biology of the Red-bellied grackle (*Hypopyrrhus pyro hypo- gaster*): A cooperative breeder of the Colombian Andes. The Wilson Journal of Ornithology, 124(3), 538–546.

O'Farrell, M. J., & Gannon, W. L. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. Journal of Mammalogy, 80: 24-30.

Observatorio Iberoamericano de Acuicultura, 2013. Do- cumento en línea: <http://www.observatorioacuicola.org/noticias/colombia-peces-ornamentales-potencial-po- co-explorado-0>.

Orrego, S. 2009. Oregon State University, USA. Eco- nomic modeling of tropical deforestation in Antio- quia (Colombia), 1980-2000: an analysis at a semi-fine scale with spatially explicit data. Dissertation of for the degree of Doctor of Philosophy in Forest Resour- ces. 119 p.

Ospina C. M., Serna, F. J., Peñaranda, M. R. y Serna G., S. L. 2003. Colémbolos asociados con cultivos de pastos en tres zonas de vida de Holdridge en Antioquia (Co- lombia). *Agronomía Colombiana* 21(3): 129-141.

Pacheco, V., Aguirre, L. & Mantilla, H. 2008. *Sturnira arathomasi*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Down- loaded on 24 April 2013.

Páez, V. P.; Arredondo, J. C.; López, C.; Martínez, L. M.; Molina, C. y Restrepo, A. 2006. Reptiles de Colombia, di- versidad y estado de conocimiento. Tomo II. 118-130 p. En: Chávez, M.E. y Santamaría, M. (Eds.). 2006. Informe sobre el avance del conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos.

Parrado Y.A. 2012. Historia de la Acuicultura en Colom- bia. Revista AquaTIC 37: 60-77.

Patrick, P. G., Matthews, C. E., Ayers, D. F., & Tunncliffe, S. D. 2007. Conservation and education: Prominent the- mes in zoo mission statements. The Journal of Environ- mental Education, 38: 53-60.

Peterson, G., Allen, C. R., & Holling, C. S., 1998. Ecological Resilience, Biodiversity, and Scale. *Ecosystems*, 1(1), 6–18.

Pérez, S. P., Duque, P. y Wolff, M. 2005. Successional Behavior and Occurrence Matrix of Carrion-Associated Arthropods in the Urban Area of Medellín, Colombia. *Journal of Forensic Science* 50(2): 1-7.

Phillips O.L., van der Heijden G., López-González G., Aragão L.E.O.C., Lewis S.L., Lloyd J., Malhi Y., Monteagudo A., Almeida S., Alvarez D. E, et al. 2010. Drought mortality relationships for tropical forests. *New Phytologist* 187, 631-646.

Philpott, S. M., Soong, O., Lowenstein, J. H., Pulido, A. L., Lopez, D. T., Flynn, D. F. B., & DeClerck, F., 2009. Functional richness and ecosystem services: bird predation on arthropods in tropical agroecosystems. *Ecological applications : a publication of the Ecological Society of America*, 19(7), 1858–67. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19831075>

Pinto-Sánchez, N. R., Ibáñez, R., Madriñán, S., Sanjurjo, O. I., Bermingham, E., y Crawford, A. J. 2012. The Great American Biotic Interchange in frogs: Multiple and early colonization of Central America by the South American genus *Pristimantis* (Anura: Craugastoridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62(3), 954-972.

Poorter, L. ; Paz, H. ; Wright, S.J. ; Ackerly, D.D. ; Condit, R. ; Ibarra-Manríquez, G. ; Harms, K.E. ; Licona, J.C. ; Martínez-Ramos, M. ; Mazer, S.J. ; Muller-Landau, H.C. ; Peña-Claros, M. ; Webb, C.O. ; Wright, I.J., 2008. Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. *Ecology* 89 (7). - p. 1908 - 1920.

Porras, H., 2012. Crear cultura silvícola en Antioquia. En: http://antioquia.gov.co/antioquia-v1/PDF/CREAR_SILV

VICULTU_A_EN_ANTIOQUIA.doc. 5 p. Consultado julio 3 de 2013.

Pulgarín-R, P. C., Cardona-Duque, J., & Llano-C, S. A., 2007. *Synallaxis azarae*: hospedero del cuco parásito *Taepora naevia* en el sur del Valle de Aburrá. *Boletín SAO*, XVII (01), 56–58.

Ramírez, W. 1970. Host specificity of fig wasps (Agaonidae). *Evolution* 24:680-91

Ramos-Elorduy, J. 1997. Insects: a sustainable source of food. *Ecology of Food and Nutrition* 36: 247–276.

Ramos-Elorduy B., J. y Viejo Montesinos, J. L. 2007. Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*, 102 (1-4): 61-84.

Rauf, S., Teixeira da Silva, J. A., Khan, A. A. y Naveed, A. 2010. Consequences of plant breeding on Genetic Diversity. *International Journal of Plant Breeding* 4(1): 1-21.

Reeder, D. M., Helgen, K. & Wilson, D. E. 2007 Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech. Univ*, 269: 1–36.

Reid, F. & Helgen, K. 2008. *Nasuella olivacea*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 April 2013.

Renjifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J D., Kattan, G. H., López-Lanús, B., 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá.

Ríos Marín, L. I. 2012. Inventario de las mariposas diurnas de los lotes de los corregimientos de Santa Elena, Palmitas, El Astillero y El Moral. Informe Final. Fundación CIPAV. Contrato 4600035081 de 2011. Proyecto: “Más bosques para Medellín”.

Ritchie, E. G., & Johnson, C. N. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology letters*, 12: 982-998.

Rivas Abadía, X., Pazos, S. C., Castillo Castillo, S. K. y Pachón, H. 2010. Alimentos autóctonos de las comunidades indígenas y afrodescendientes de Colombia. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición* 60(3): 211-219.

Rodríguez, A. y Leal, F. 1997. Caracterización bioquímica parcial de proteínas alergénicas de *Fraxinus sinensis* y *Cecropia* sp. *Universitas Scientiarum Revista de la Facultad de Ciencias*. Pontificia Universidad Javeriana Vol./4(1):57-70, 1997

Romero, H., M. Ihl, A. Rivera & P. Salazar. 1999. Rapid urban growth, land use changes and air pollution in Santiago, Chile. *Atmos. Environm*, 33: 4039-4047.

Rubio-Rocha, L.C., Alzate, E., and Jimenez, C. 2012. *Lepidodactylus lugubris* (The Mourning Gecko). Distribution Extension. *Herpetological Review* 43:306.

Rubio-Rocha, L. C., Bock, B. C., y Páez, V. P., 2011. Continuous reproduction under a bimodal precipitation regime in a high elevation anole (*Anolis mariarum*) from Antioquia, Colombia. *Caldasia*, 33(1), 91-104.

Rueda-Almonacid, J.V.; Lynch, J.D. y amézquita, A. (eds). 2004. Libro Rojo de Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Conservación Internacional Colombia, Insti-

tuto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. 384 pp.

Salgado, M. A. 2012. Experiencia Significativa: La magia de las mariposas. Educando en Ambientes Urbanos en el Amor a la VIDA y para la VIDA. *Colegio San Juan Bosco*. 32 pp.

Samet, J.M., Avila-Tang, E., Boffetta, P., Hannan, L.M., Olivo-Marston, S., Thun, M.J., Rudin, C.M., 2009. Lung cancer in never smokers: Clinical epidemiology and environmental risk factors. *Clin Cancer Res* 15, 5626–5645.

Sánchez-C, H.; Castaño-M, O y Cardenas, G. 1995. Diversidad de los Reptiles en Colombia. 277-335 pp. En: Rangel-Ch, J. O. EDs. Colombia diversidad Biótica I. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Sánchez-Giraldo, C. 2006. Interacción entre Roedores Sigmodontinos (Rodentia: Sigmodontinae) y Heterómidos (Rodentia: Heteromyidae) con Coleópteros Ambliopiniinos del género *Amblyopinus* (Solsky, 1871) (Coleoptera: Staphylinidae) en el Norte de la Cordillera Central, Colombia. Tesis de Pregrado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 54 pp.

Sánchez-Rodríguez, J. D. 2012. Inventario de la mirme-cofauna de los lotes de los corregimientos de Santa Elena, Palmitas, El Astillero y El Moral. Informe Final. Fundación CIPAV. Contrato 4600035081 de 2011. Proyecto: “Más bosques para Medellín”. 54 pp.

Schipper, J. et al. 2008. The status of the World's land and marine mammals: diversity, threat and knowledge. *Science*, 322: 225 – 230.

Schmitz, O. J., Hambäck, P. A., & Beckerman, A. P. 2000. Trophic cascades in terrestrial systems: a review of the

effects of carnivore removals on plants. *The American Naturalist*, 155:141-153.

Schramm, H.L.J. and Mudrak, V.A. 1994. Use of sport fish restoration funds for put-and-take trout stocking: Beneficial uses of put-and-take trout stocking. *Fisheries* 19: 6–7
Sekercioğlu, Ç. H., 2002. Impacts of birdwatching on human and avian communities. *Environmental Conservation*, 29(03), 282–289. doi:10.1017/S0376892902000206

Sekercio lu, Ç. H., 2003. Conservation Through Commodification. *Birdign: American Birding Association*, 35(4).

Sekercio lu, Ç. H., 2006b. Foreword Handbook of the birds of the world. Volume 11: Old World Flycatchers to Old World Warblers.

Sekercio lu, Ç. H., & Sodhi, N. S., 2007. Conservation biology: predicting birds' responses to forest fragmentation. *Current biology: CB*, 17(19), R838–40. doi:10.1016/j.cub.2007.07.037

Skutch, A.F. 1970. Migrations of the American moth, *Urania fulgens*. *Entomologist* 103: 192-197.

Sodhi, N. S., Lee, T. M., Şekercioğlu, Ç. H., Webb, E. L., Prawiradilaga, D. M., Lohman, D. J., Pierce, N. E., et al, 2010. Local people value environmental services provided by forested parks. *Biodiversity and Conservation*, 19(4), 1175–1188. doi:10.1007/s10531-009-9745-9

Spielman, A., y Sullivan, J. J. 1974. Predation on peridomestic mosquitoes by hylid tadpoles on Grand Bahama Island. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 23(4), 704.

Stephenson, N.L., A. J. Das, R. Condit, S. E. Russo, P. Baker, N. G. Beckman, D. A. Coomes, E. Lines, W. Morris,

Nadja Rüger, E. Álvarez, et al. 2014. Rate of Tree Carbon Accumulation Increases Continuously with Tree Size. *Nature*, doi:10.1038/nature12914

Strohbach, M. W., Haase, D., & Kabisch, N., 2009. Birds and the City: Urban Biodiversity, Land Use, and Socioeconomics. *Ecology and Society*, 14(2).

Stork, N. E. 1997. Chapter 5: Measuring Global Biodiversity and Its Decline. En: Reaka-Kudla, M. L., Wilson, D. E., y Wilson, E. O. (eds.) 1997. *Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Joseph Henry Press. Washington, D.C. p. 41-68.

Superina, M. Abba, A. M. 2010. *Cabassous centralis*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 April 2013.

Stuntz S., Simon U. and Zotz G. 1999. Assessing the Potential Influence of Vascular Epiphytes on Arthropod Diversity in Tropical Tree Crowns: Hypotheses, Approaches, and Preliminary Data. *Selbyana*. Vol. 20, No. 2 (1999), pp. 276-283

Tirira, D., Vargas, J. & Dunnum, J. 2008a. *Dinomys branickii*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 April 2013.

Tirira, D., Boada, C. & Vargas, J. 2008b. *Cuniculus taczanowskii*. In: IUCN 2012. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 April 2013.

Toro, E. y Ortega, O. E. 2006. Composición y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en algunas áreas protegidas del Valle de Aburrá. *Revista Colombiana de Entomología* 32(2): 214-220.

Toro, M.V., Vásquez, E.M., García, P. Quiceno, D.M., Londoño, A. & Acevedo, L.F. 2013. Inventario de Emisiones Atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011. Convenio de Asociación No. 243 de 2012. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Grupo de Investigaciones Ambientales, Universidad Pontificia Bolivariana. Informe final abril de 2013. Medellín.

Tuttle, N.M., D.P. Benson & D.W. Sparks. 2006. Diet of the *Myotis sodalis* (Indiana Bat) at an urban/rural interface. *Northeastern Nat*, 13: 435–442.

Uetz, P. & Jirí Hošek (eds.). 2013. The Reptile Database. Versión: Abril de 2013 <<http://www.reptile-database.org>>, Consultada en Abril 1, 2013.

UICN, 2003. Directrices para emplear los criterios de la lista roja de la UICN a nivel nacional y regional. Versión 3.0. Gland, Suiza.

Universidad de Antioquia, 2013. Estudian polen y esporas en el aire de Medellín. Consultado 27 de Octubre de 2013. <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaAlmaMater/secciones/investigacion/2013/Estudian%20polen%20y%20esporas%20en%20el%20aire%20de%20Medell%C3%ADn>

Universidad Nacional de Colombia-Área Metropolitana del Valle de Aburrá- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los Ríos Negro y Nare, 2006. Plan de Ordenación de la Cuenca del Río Aburrá. Documento resumen. 171 p.

Uribe, C. M. (2012). Diagnóstico socioeconómico, agropecuario, forestal y ambiental corregimental como base para la implementación del proceso de formación con metodología de alternancia en la casa

familiar rural de San Antonio de Prado - Medellín. Medellín.

Van Huis, A. 2003. Medical and stimulating properties ascribed to arthropods and their products in sub-Saharan Africa. En: Motte-Florac, E. y Thomas, J. M. C. eds. *Insects in oral literature and traditions*, pp. 367–382. *Ethnoscience*: 11. Société d'études linguistiques et anthropologiques de France (series): 407. Paris, Peeters.

Vargas, O. 2000. Síndromes de Dispersión, Polinización y Sistemas Sexuales de los Árboles Nativos de la Estación Biológica La Selva y Áreas Circundantes. Edición 1. En: http://sura.ots.ac.cr/local/florula4/docs/lista_arboles_sindromes_OVR05.pdf

Vásquez, A., Ramírez, A. 2005. Maderas comerciales en el Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 246 p.

Vásquez, G. L., 2007. Fundamentos, análisis geográfico y control de las cuencas hidrográficas de orden cero del municipio de Medellín. Tesis para aspirar al título de magíster en planificación urbano-regional. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 152 p.

Vélez, M. C. y Wolff, M. 2008. Rearing five species of *Diptera* (Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semicontrolled field conditions. *Papéis Avulsos de Zoología* 48(6):41-47

Vélez, A., Duque, P. y Wolff, M. 2008. Mariposas del Parque Ecológico Piedras Blancas. Guía de Campo. *Fondo Editorial Comfenalco Antioquia*, Medellín. 204 pp.

Vergara Navarro, E. V., Echavarría Sánchez, H. y Serna Cardona, F. J. 2007. Hormigas (Hymenoptera Formicidae) asociadas al arboretum de la Universidad Nacional

de Colombia, sede Medellín. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 40(1): 497-505.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., et al., 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad* (p. 236).

Vitt, L., y Caldwell, J. P. 1994. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. *Journal of Zoology*, 234(3), 463-476.

Vitt, L y Caldwell, J. L. 2009. *Herpetology: An introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 3 Ed. Academic Press, San Diego, USA. 698 p.

Waldron, A., Mooer A.O., Miller D.C., Nibbelink N., Redding D., Kuhn T.S., Timmons-Roberts T.S.J. & Gittleman J.L. 2013. Targeting global conservation funding to limit immediate biodiversity declines. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1221370110 PNAS Early Edition, <http://www.pnas.org/content/early/2012/01/13/1011013108.full.pdf>

Wenny, D. G., DeVault, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Şekercioğlu, Ç. H., Tomback, D. F., & Whelan, C. J., 2011. The Need to Quantify Ecosystem Services Provided by Birds. *The Auk*, 128(1), 1–14. doi:10.1525/auk.2011.10248

Westrich, P., 1989. *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. Stuttgart, Ulmer

Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J., 2008. Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 25–60. doi:10.1196/annals.1439.003

Whiles, M. R., Lips, K. R., Pringle, C. M., Kilham, S. S., Bixby, R. J., Brenes, R., Connelly, S., Colon-Gaud, J. C., Hunte-Brown, M., Huryn, A. D., Montgomery, C., Peterson,

S. 2006. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(1), 27-34.;

Williams, C. B. 1930. *The migration of butterflies*. Oliver and Tweed, London, England.

Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A. y Duque, P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International* 120:53-59.

Wolff, M., Builes, A., Zapata, G., Morales, G. y Benecke, M. 2004. Detection of Parathion (O,O-diethyl O-(4-nitrophenyl) phosphorothioate) by HPLC in insects of forensic importance in Medellín, Colombia. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5(1): 6-11.

Worbes M, Staschel R, Roloff A, Junk WJ, 2003. Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. *For Ecol Manage* 173:105–123.

Woodman, N. 2008. *Cryptotis colombiana*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2.

Wüster, W., Salomão, M. G., Quijada-Mascareñas, J. A., Thorpe, R. S., Duckett, G. J., y Puerto, M. G. 2002. Origins and evolution of the South American pitviper fauna: evidence from mitochondrial DNA sequence analysis. *Biology of the Vipers*, 111-128.

Yamamoto, L. F., Kinoshita, L. S. & Martins, F. R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídica Montana, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 21(3): 553-573.

Yepes, A. et. al., 2011. Estimación de las reservas y pérdidas de carbono por deforestación en los bosques del

departamento de Antioquia, Colombia. Actual. Biol. 33 (95): 193-208.

Zanne, A.E., López-González, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., and Chave, J. 2009. Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

Zuluaga Sánchez, G., 2004. En la búsqueda de la "Nueva Ruralidad": el caso de Medellín. *Competitividad del sector agrario colombiano: posibilidades y limitaciones* (p. 6). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.





ISBN: 978-958-98544-7-1



9 789589 854471