

Parte 1



Conflictos y biodiversidad en la reserva forestal protectora (RFP) Buenavista, sector vereda El Carmen

Resumen

El uso inapropiado de los residuos sólidos, los conflictos por la ocupación ilegal de terrenos y la apropiación de los recursos naturales son algunos de los factores que afectan las reservas naturales de la Orinoquia, las cuales tienen por objetivo la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, y en conjunto ofrecen diversos servicios ecosistémicos. La RFP Buenavista es un área estratégica para la conservación de fauna y flora, donde habitan especies endémicas y en amenaza de extinción. Además, es de gran importancia dado que permite el abastecimiento local del recurso hídrico a los habitantes de Villavicencio, tanto del casco urbano como de la zona rural. El presente trabajo pretende analizar las características y los conflictos ambientales de la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen, con el fin de contribuir al análisis de la complejidad de la gestión de sus ecosistemas y mitigación de sus conflictos ambientales. Para cumplir con estos objetivos, se efectuaron salidas de campo en las que se registraron las intervenciones observadas de origen antrópico en los componentes bióticos (flora, funga y fauna), las diferentes interacciones ecológicas, los servicios ecosistémicos, los conflictos ambientales y

el uso del suelo presente en cada sitio. Se registró un total de 10 familias de plantas, de las cuales tan solo dos se identificaron a nivel de especie, y 36 especies de aves pertenecientes a 13 órdenes, cuya mayoría (18 especies) se identificó en el orden Paseriformes. Los datos indican que la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen, presenta diferentes interacciones a nivel ecosistémico (parasitismo, competencia, mutualismo y depredación) y una gama de ecosistemas ricos en fauna, funga y flora. Además, es un área turística que presta servicios ecosistémicos de soporte y culturales importantes al casco urbano, como hábitat para la conservación ambiental y escenario para la recreación, deporte y manifestaciones culturales y religiosas. La RFP Buenavista está categorizada como una de las áreas con mayor fragilidad ambiental de la ciudad y como zona de recarga de las aguas subterráneas del piedemonte. Así mismo, oferta el recurso hídrico para cursos de agua superficiales que abastecen a acueductos y bocatomas comunitarias. Por tanto, es indispensable su conservación y gestión para mitigar los conflictos ambientales que la amenazan.

Palabras clave: áreas naturales protegidas, conflictos ambientales, ocupación de área protegida.

Introducción

Las reservas forestales protectoras (RFP) de la Orinoquia están localizadas principalmente en el piedemonte de la cordillera Oriental (Ortiz-Moreno, 2015). Entre ellas se encuentran la RFP Quebrada Honda, Caño Parrado y Buque, también conocida como Buenavista, la cual abarca una superficie de 1213,805 hectáreas, en un rango altitudinal entre los 470 y los 1330 msnm. Se localiza en el municipio de Villavicencio, en el departamento del Meta, en jurisdicción de las veredas Buenavista, Buenos Aires, Contadero, El Carmen, Mesetas Alta y Mesetas Baja (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena [Cormacarena], 2013). En su interior también se encuentra una pequeña zona definida en el mapa predial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) como suelo urbano, que hace parte del barrio Centro de Villavicencio y del centro poblado de Buenavista (Cormacarena, 2014). Por otro lado, se destaca la presencia en la zona de lugares de especial importancia y referentes de identidad para los habitantes (Cormacarena, 2013).

La RFP Buenavista es un área estratégica para la conservación de fauna y flora, porque allí habitan especies endémicas y en amenaza. Además, es de gran importancia dado que permite el abastecimiento local del recurso hídrico a los habitantes de Villavicencio, tanto del casco urbano como de la zona rural. Por otro lado, se destaca que, a través del tiempo, se ha constituido en un centro turístico debido a

sitios de interés como la vereda El Carmen, el Alto de Buenavista, el Jardín Botánico y el Cerro de Cristo Rey (Cormacarena, 2014).

En el presente capítulo se analizan las características del área de la RFP Buenavista, en el sector vereda El Carmen, y sus conflictos ambientales, con el fin de aportar a la gestión de esta área protegida vital para el municipio de Villavicencio.

Antecedentes jurídicos

Mediante la Resolución 59 del 4 de abril de 1945, se declara zona de reserva forestal protectora, ubicada en jurisdicción del municipio de Villavicencio, departamento del Meta. Fue constituida el 1 de diciembre de 1944, luego de una solicitud, por la alcaldía de Villavicencio, con el propósito principal de garantizar el suministro de agua a los habitantes del municipio, quienes en aquel tiempo se abastecían en gran medida de las corrientes hídricas que se originan en la reserva (Resolución 59 de 1945).

Posteriormente, se reconoce como suelo de protección en el Decreto 353 de 2000, que adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Villavicencio. Por otra parte, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la Resolución 2350 de 2009 ordenó la sustracción de 0,468 ha de la RFP para la construcción de un puente vehi-

cular sobre el caño Parrado, sector Galán-Mesetas. Así mismo, se ordenó la sustracción de 3,30 ha mediante la Resolución 475 de 2012 para el desarrollo del proyecto denominado *Construcción segunda etapa de la conexión vial entre la antigua y la nueva vía Villavicencio-Bogotá*, que forma parte del macroproyecto *Estudios, diseños y construcción puente vehicular (perímetro urbano) sector barrios Mesetas y salida túnel de Buenavista, ubicado en jurisdicción del municipio de Villavicencio, en el departamento del Meta*. Sin embargo, dicha reglamentación se modificó a través de la Resolución 824 de 2013 con la finalidad de unificar las áreas de compensación de las Resoluciones 2350 de 2009 y 475 de 2012. De esta forma, se resolvió la sustracción definitiva de 0,010 ha.

Después, a través de la Resolución 2103 del 28 de noviembre de 2012, se realinderó el área de la RFP Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque, de manera que la nueva superficie de la Reserva Buenavista es de 1213,805 ha. Cabe resaltar que esta área está adscrita al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) como reserva forestal protectora, por ende, se acoge a los principios de ordenación establecidos para esta categoría y debe cumplir con los objetivos de conservación del país (Decreto 2372 del 1 de julio de 2010). Por esta razón, mediante la Resolución 1762 del 4 de noviembre de 2014, se adoptó el plan de manejo de la RFP elaborado por Cormacarena.

Materiales y métodos

Área de estudio

La vereda El Carmen se encuentra ubicada en el piedemonte de la cordillera Oriental entre las coordenadas 04°8'19.08" latitud norte y 73°40'32.93" longitud oeste (figura 1), en el área de influencia de la RFP Buenavista en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta (Alcaldía de Villavicencio, 2012; Ulloa-Barreto, 2018). Cuenta con un área aproximada de 354 ha y 22 predios. Geomorfológicamente se caracteriza por sus marcadas pendientes, suelos de reciente formación (Departamento Nacional de Estadística [DANE], 2018), altura aproximada entre los 470 y 1330 msnm, clima súper húmedo medio, paisaje húmedo tropical y riqueza de especies arbóreas y fauna, principalmente de aves. La vereda El Carmen hace parte de la zona rural del municipio (ARO - Ecopetrol, 2012).

Presenta una temperatura media entre 18 y 20 °C dependiente de la elevación; sin embargo, en los últimos meses del año las temperaturas son >24 °C (Arango *et al.*, 2015). También presenta una precipitación promedio anual entre 3000 y 4000 mm con un régimen de lluvias biestacional (IGAC, 2004). De acuerdo con el sistema de Holdridge, la vereda se encuentra en la zona de vida bosque pluvial montano bajo (bp-mb) (Holdridge, 1947).

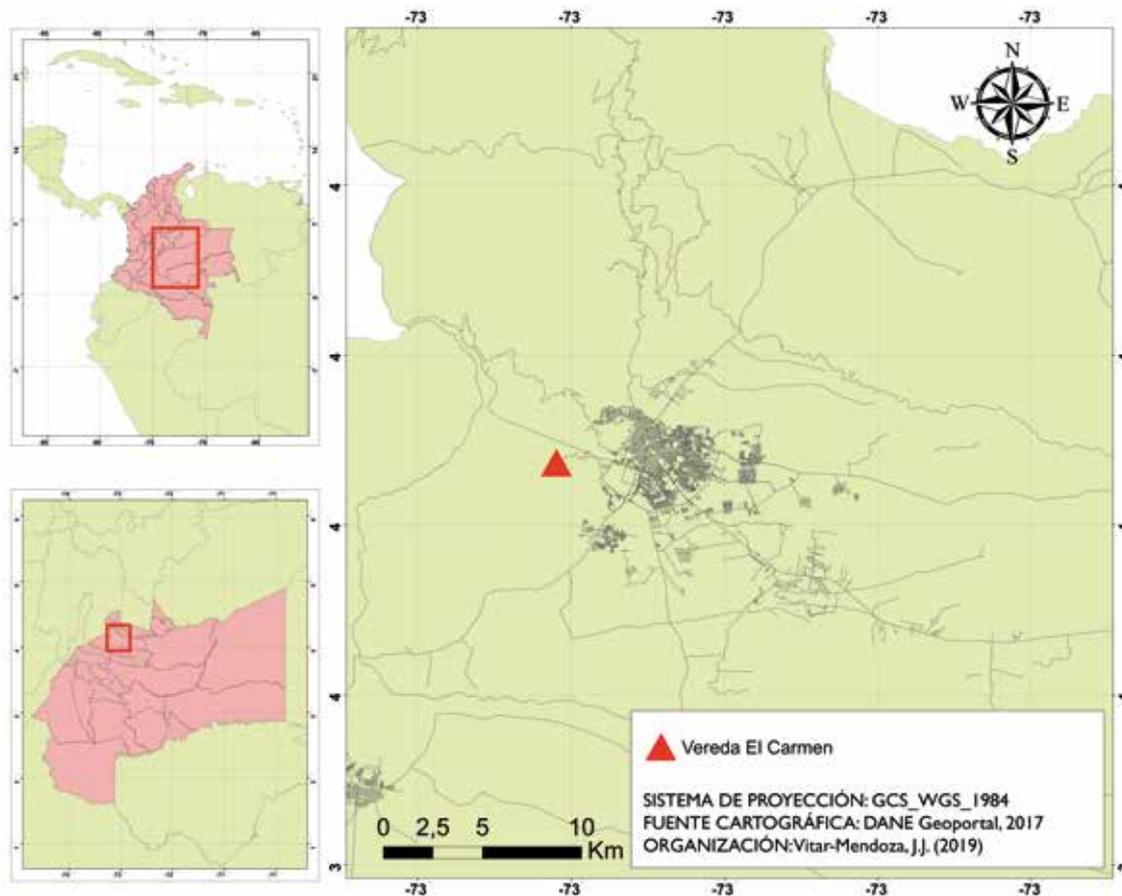


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio vereda El Carmen. **Fuente:** J. Vitar-Mendoza (elaboración propia).

Fase de campo

De febrero de 2015 a junio de 2018, durante la transición entre el período seco y el máximo de lluvias, se efectuaron salidas de campo en las que se visitó la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen, con el fin de analizar sus características y afectaciones. Para esto, se recorrió el sendero de la vereda, que inició frente al conjunto residencial Balcones de Toledo, hasta el centro educativo de la vereda, ubicado en la parte alta, donde se registraron las intervenciones antrópicas en cada una de las visitas.

Por otra parte, se realizaron descripciones generales de la vegetación presente en cada sitio, las diferentes interacciones ecológicas, los servicios ecosistémicos ofertados, los conflictos y el uso del suelo. En los recorridos se registraron todos los macrohongos presentes, para analizar la dinámica de la materia orgánica en los ambientes visitados.

En cuanto a la fauna, se registraron por observación los grupos de artrópodos y aves, puesto que el estado de amenaza de las especies presentes en la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen, es

información muy útil para evaluar el efecto de las intervenciones en las áreas protegidas.

Toma de datos

La toma de datos se realizó por uno o dos grupos. Se establecieron 14 transectos de observación cada 50 m por el sendero, donde se registraron la fauna y la flora presentes con sus coordenadas geográficas y altitud. La dirección del transecto, la distancia recorrida y la ubicación se registraron con ayuda de un GPS modelo 64s o el aplicativo móvil Handy GPS, configurado en el sistema de coordenadas planas UTM y en el datum internacional WGS 1984. Además, se realizó un registro fotográfico en los puntos donde se encontraron afectaciones. Allí se realizaron las mediciones de las variables ambientales y de los componentes de la biodiversidad.

Análisis de datos

Los datos se organizaron en tablas o fotografías de los registros de fauna y flora y de los impactos antrópicos registrados, con el fin de realizar comparaciones de las principales intervenciones que se encuentran relacionadas con la RFP y su incidencia. Los valores de conservación de las especies se establecieron con base en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018) y la serie de Libros rojos de especies amenazadas de Colombia (Renjifo *et al.*, 2002; Rueda-Almonacid *et al.*, 2004). También se realizaron comparaciones del registro de individuos de los grupos taxonómicos observados. A continuación, se presentan las características de la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen.

Características abióticas

Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen presenta un clima tropical lluvioso de bosque (Am), característico del piedemonte llanero (IDEAM, 2015). Presenta una precipitación anual entre 3000 y 4000 mm, con un pico de lluvias en el mes de mayo, que desciende hasta el período seco de diciembre a febrero. Por otro lado, hace parte de dos zonas de vida: bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque pluvial premontano (bp-PM), según el sistema de clasificación de Holdridge (Holdridge, 1947). La primera zona se caracteriza por precipitaciones mayores a 4000 mm anuales y una temperatura media multianual >24 °C, mientras que en la segunda la temperatura oscila alrededor de los 18 °C (Cormacarena, 2013).

Geología

La historia geológica de la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen tiene su origen en procesos orogénicos sucedidos durante el Prepaleozoico o Paleozoico inferior, los cuales ocasionaron metamorfismo a depósitos sedimentarios y dieron origen a las Cuarcitas y Filitas de Guayabetal, que hacen parte del Macizo de Quetame y constituyen el basamento de la cordillera Oriental (Cormacarena, 2007).

El gran levantamiento de la cordillera ocurrió en el Cuaternario, durante el Pleistoceno (millones de años, aproximadamente), con grandes plegamientos que dieron lugar a la ocurrencia de nieves perpetuas, con alturas que, en algunos lugares, alcanzaron 7000 msnm. Durante

el Holoceno (hace 10 mil años) se terminó de moldear el relieve de la cordillera debido al movimiento de los glaciares y grandes masas de sedimentos, dando lugar a un proceso de erosión en el que quedaron al descubierto los estratos inferiores por la remoción de los estratos superiores, especialmente en las zonas de mayor pendiente. Fue precisamente durante este período (Holoceno) que ocurrió una deposición aluvial, producto del transporte de material de los caños Buque, Maizaro y Parrado. Adicionalmente, se generaron coluviones y flujos de escombros a causa del material fracturado, las fuertes pendientes y la alta pluviosidad (Cormacarena, 2007).

Suelos

La RFP Buenavista, sector vereda El Carmen posee oxisoles en la zona de valles, mientras que con el aumento de altitud cambia a entisoles e inceptisoles. Estos se clasifican en las categorías VI y VII, según la clasificación agrológica de los suelos, lo cual indica una vocación natural a la conservación y fuertes limitantes para el desarrollo de actividades productivas agrícolas y ganaderas.

La gran mayoría de estos suelos son superficiales, bien drenados y con alta susceptibilidad a la erosión, de modo que estas condiciones se incrementan con las fuertes pendientes y el alto volumen de precipitación (Cormacarena, 2013). Sin embargo, se han identificado daños a gran escala en el suelo de la RFP Buenavista, sector

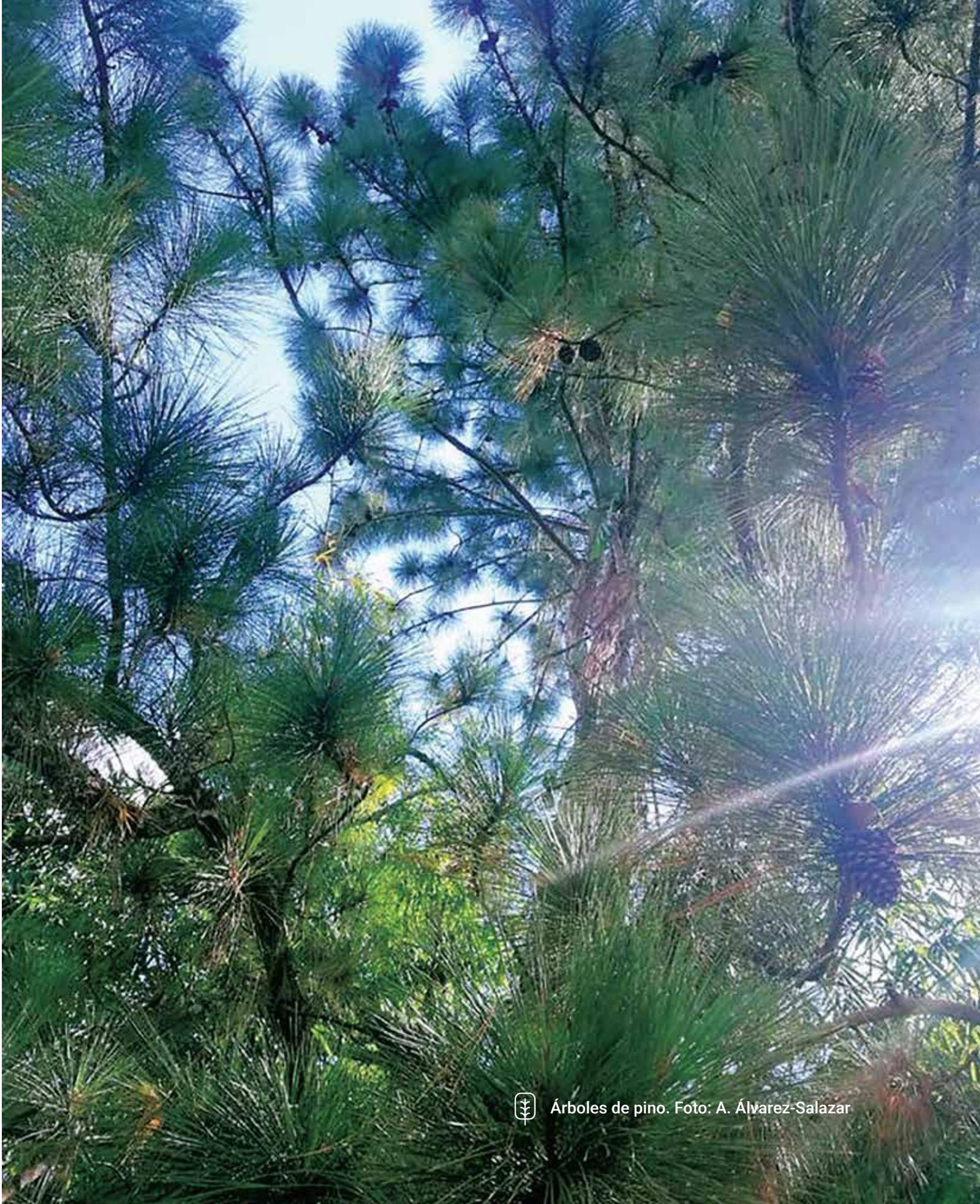
vereda El Carmen, producto de la actividad ganadera que ocasiona compactación y erosión.

Paisaje

La RFP Buenavista se caracteriza por encontrarse ubicada en el piedemonte llanero. Se considera una zona de transición entre la cordillera Oriental y la altillanura. Debido al contexto histórico del municipio y a las características del terreno en zonas entre 450 y 700 msnm, como suelos inclinados y moderadamente escarpados, se encuentra un paisaje poco fragmentado con continuidad espacial entre los fragmentos, soportado por la vegetación arbustiva. La matriz predominante del paisaje es la cobertura boscosa que se encuentra en buen estado de conservación y el mosaico de cultivos (Torres, 2018).

En cuanto a la vereda El Carmen, esta cuenta con un alto potencial de recarga de acuíferos. Entre los principales afluentes que la riegan se encuentran el Caño Buque y el Caño Maizaro. El primero nace en la cuchilla de Buenavista y el segundo en el interior de la vereda sobre la vía a Bogotá. Ambos atraviesan la ciudad de Villavicencio y desembocan en el río Ocoa (García, 2014; Resolución 59 de 1945).

Estos dan abastecimiento de agua a la vereda y a dos empresas embotelladoras de agua (Agua de la cumbre y Agua del nacimiento [Postobón]), además de los acueductos comunitarios de Villacodem y la captación El Buque.



Árboles de pino. Foto: A. Álvarez-Salazar



Vista panorámica de Villavicencio, vereda El Carmen. Foto: L. Hoyos Velásquez

Características bióticas

Vegetación

La vegetación predominante en la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen es de bosque, seguida de pastos arbolados y vegetación secundaria alta, además de bosques riparios o de galería asociados a cuerpos de agua lóticos, que conforman los corredores del área de estudio. De acuerdo con Cormacarena (2013), la RFP Buenavista posee 316 especies de plantas agrupadas en 194 géneros y 75 familias. Las especies de plantas más representativas son *Jacaranda copaia* (pavito), *Inga thibaudiana* (guamo), *Cupania americana* (guacharaco), *Socratea exorrhiza* (chuapo) y *Trattinnickia peruviana* (caraño). Así mismo, las especies de palmas como *Socratea exorrhiza* (chuapo), *Bactris setulosa* (macana), *Bactris corossilla* (cubarro), *Oenocarpus minor* (pusuy), *Geonoma interrupta* (molinillo), *Iriartea deltoidea* (corneto), *Wettinia* sp. (coronta), *Chamaedorea pinnatifrons* (verde) y *Oenocarpus bataua* (unama) se destacan por su riqueza y abundancia. Por otra parte, se encuentran plantas exóticas como eucalipto y pino, así como las especies *Pachira aquatica*, *Pseudosamanea guachapele* y *Pachira quinata*, nativas de otros ecosistemas (Cormacarena, 2013).

La presencia de estas especies evidencia una cobertura vegetal secundaria, producto de las intervenciones antrópicas que se han llevado a lo largo del tiempo, por lo cual, la vegetación se encuentra dispuesta en bloques compactos o fragmentos dispersos. Dentro de estos se encuentran parches de especies introducidas o nativas, resultado de reforestaciones por entidades oficiales o del interés de la población local (Cormacarena, 2013).

Fauna

Según el plan de manejo de la RFP Buenavista (Cormacarena, 2013), en la reserva se encuentran alrededor de 232 especies de vertebrados, de las cuales el 63 % corresponde al grupo de aves, seguido por mamíferos (21 %), anfibios (7 %), reptiles (6 %) y peces (3 %), con un menor número. Las aves son el grupo más diverso en la reserva con 147 especies, 111 géneros y 48 familias. Le sigue el grupo de mamíferos con 48 especies y 13 familias, donde el 50 % corresponde al orden Chiroptera. En este grupo se destaca la presencia de especies como *Plecturocebus ornatus*, *Aotus brumbacki*, *Leopardus wiedii*, *Cerdocyon thous*, *Bassaricyon gabbii*, *Bradypus variegatus* y *Proechimys guairae*. La reserva también alberga 16 especies de anfibios con notable presencia de *Pristimantis medemi* y *Pristimantis savagei*. Así mismo, se encuentran 15 especies de reptiles compuestos principalmente por el orden Squamata.

En cuanto a los peces, se reportan 6 especies, aunque se estima una mayor riqueza dado el bajo número de estudios realizados en la zona (Cormacarena, 2013).

La diversidad de especies mencionadas es un elemento típico de la transición entre la cordillera Oriental y los Llanos Orientales, zona que, de acuerdo con la teoría de refugios, favoreció la especiación y el endemismo, de ahí que se distribuyan especies endémicas en la reserva, como la especie de *Plecturocebus ornatus*, conocido localmente como mono zocay o zogui-zogui.

Igualmente, se encuentran animales característicos de las tierras bajas de la región tropi-

cal andina como los sapos (*Rhinella marina* y *Rhinella margaritifera*), la rana platanera (*Hypsiboas crepitans*) y la ranita rostral (*Scinax rostratus*) (Cormacarena, 2013).

Oferta de servicios ecosistémicos

Gracias al valor paisajístico de sitios de interés como la vereda El Carmen, el Alto de Buenavista, el Jardín Botánico, el Cerro de Cristo Rey y el Túnel de Buenavista, la RFP Buenavista se considera un atractivo turístico para el desarrollo de actividades recreativas y ecoturísticas (Cormacarena, 2014). Se destaca por la presencia de hábitats naturales con gran biodiversidad, lo cual ha promovido el turismo de naturaleza en el municipio.

La reserva ofrece servicios ecosistémicos de soporte, abastecimiento, regulación y culturales. Además, la realización de estudios y programas en estos sitios fomenta la conciencia ambiental en los residentes y visitantes de la zona. Cabe resaltar que la vereda El Carmen tiene un valor histórico, cultural y ambiental dado por la población local (Cormacarena, 2013).

La vereda El Carmen está relacionada con la conservación del bosque, por lo que ofrece servicios ecosistémicos importantes tales como la protección de los suelos, la absorción de los gases de efecto invernadero y la regulación del clima. Otros servicios ecosistémicos brindados son los culturales y paisajísticos, donde se puede hallar diversidad de fauna y flora y actividades como el avistamiento de aves. Así mismo, por su belleza escénica y condiciones naturales, se llevan a cabo actividades como el senderismo o recreación al aire libre (Cormacarena, 2018). Las corrientes hídricas que allí se originan constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua para los pobladores de la vereda, para acueductos operados por las juntas de acción comunal y para un número importante de la población de Villavicencio (Guzmán-Fierro, 2019).

Resultados y discusión

Vegetación

Los estudiantes del Curso de Ecosistemas Tropicales (Ingeniería Agronómica IV, 2017) identi-

Tabla 1. Familias y su distribución ecológica en la RFP Buenavista, vereda El Carmen

Familia	N.º individuos	Distribución ecológica
Melastomataceae	13	Cercados, sabanas, bosques
Piperaceae	10	Bordes de cercados
Bromeliaceae	8	En ramas de árboles, troncos
Orchidaceae	7	Bosques de galería
Araceae	5	Bosque frondoso
Lycopodiaceae	2	Sabanas

Fuente: elaboración propia.

ficaron 13 individuos de la familia Melastomataceae, 10 individuos de la familia Piperaceae y 8 individuos de la familia Bromeliaceae (tabla 1).

En el perfil florístico (figura 2), los números corresponden a las familias más representativas en la RFP Buenavista, vereda El Carmen: 1) Poaceae, 2) Melastomataceae, 3) Rubiaceae, 4) Myrtaceae, 5) Piperaceae, 6) Arecaceae, 7) Melastomataceae, 8) Araceae, 9) Orchidaceae y 10) Lauraceae. El bosque presenta alturas de hasta 30 m. En él se pueden encontrar tres estratos: el estrato herbáceo, el estrato arbustivo y el estrato arbóreo. En el estrato herbáceo, constituido por alturas de hasta 1 m, las especies dominantes pertenecen a la familia Poaceae. El estrato arbustivo, con hasta 9 m de altura, está representado por las familias Melastomataceae, Rubiaceae y Arecaceae. En el estrato arbóreo, constituido por alturas mayores a 26 m, las familias dominantes son la Rubiaceae, Myrtaceae y Lauraceae.

La familia Melastomataceae se distribuyó por el sendero ecológico de la RFP Buenavista, vereda El Carmen y presentó hábitos de crecimiento desde arbustos de 4 m hasta árboles de 7 m. Es una de las familias más ricas en especies en bosques andinos y bosques húmedos tropicales, razón por la cual tiene gran importancia ecológica (Villareal *et al.*, 2004). La familia Piperaceae fue la segunda más abundante en el área de estudio (tabla 1). En Colombia, está compuesta por tres géneros, siendo *Piper* el más representativo. Este se distribuye desde 0 hasta 3600 msnm (Bernal, 2019).

El género *Piper* tiene gran importancia económica en la industria alimenticia y farmacéutica gracias a sus propiedades químicas (Parra, 2011). Las familias Araceae y Lycopodiaceae presentaron el menor número de individuos (tabla 1). Por otra parte, entre las epifitas se destaca la familia Bromeliaceae, abundante en

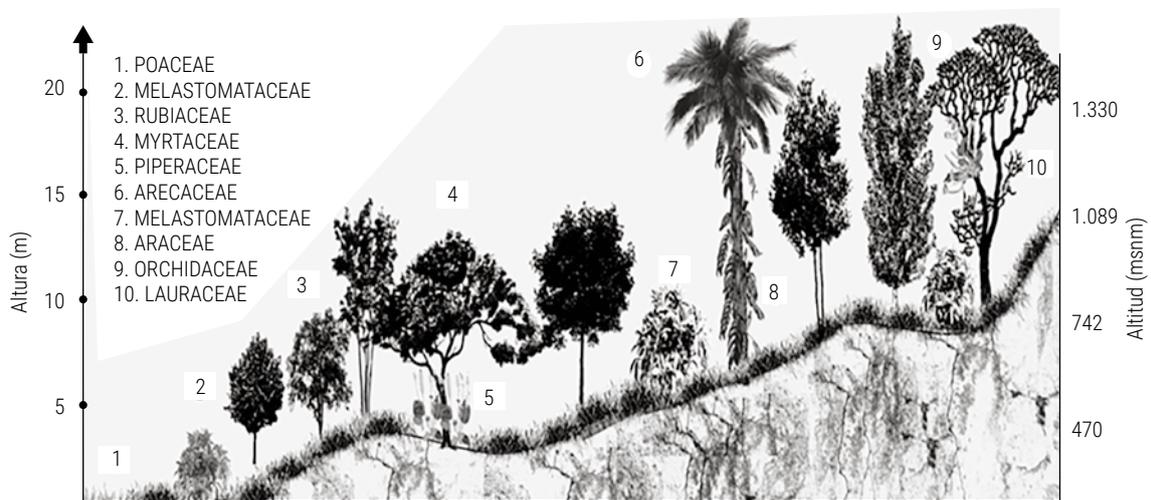


Figura 2. Perfil florístico reserva forestal protectora Buenavista, vereda El Carmen, Villavicencio, Meta, Colombia. **Fuente:** elaboración propia.

bosques tropicales donde la humedad relativa es alta. En la reserva se encuentra adherida a los troncos y copas de árboles. Se considera un indicador de la calidad ambiental del aire, ya que es muy susceptible a la variabilidad ambiental y a las cargas contaminantes, por lo cual se ve amenazada por el cambio climático global, lo que influye en el sistema en el que habita (Cach-Pérez *et al.*, 2014).

De acuerdo con la tabla 2, para la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen, en un estudio realizado por los estudiantes del Curso de Manejo y Valoración de Ecosistemas (Biología VIII, 2018) se registró un total de cinco familias de plantas correspondientes a seis géneros distintos. De estas familias, tan solo dos se identificaron a nivel de especie: *Vismia baccifera*, que se encuentra en preocupación menor - LC para Colombia, y *Pteridium aquilinum*, reportada como no evaluada según la IUCN (2018).

Pteridium aquilinum es una especie de helecho de amplia distribución en el mundo, muy común en ambientes alterados por las actividades humanas, por ejemplo, en zonas con historial de incendios. Su presencia es muy evidente en las áreas abiertas de casi todo el territorio nacional, principalmente en pastizales y cultivos, de manera que los agricultores y ganaderos la consideran una planta agresiva por su facilidad de propagación (Rodríguez, 2002).

Por tanto, en la revisión del estado de conservación de las especies vegetales presentes en la reserva no se identificaron especies en las categorías de amenaza (tabla 2). Sin embargo, de acuerdo con Cormacarena (2013), se resalta la presencia de las especies *Gustavia hexapétala*, *Dichapetalum spruceanum*, *Licania subrachnophylla* y *Chamaedorea pinnatifrons* en la categoría de preocupación menor (LC). Cabe resaltar que la población de *C. pinnatifrons* se

Tabla 2. Lista de algunos ejemplares de flora registrados en los recorridos por la RFP Buenavista, vereda El Carmen

Grupo	Orden	Familia	Género	Especie	IUCN	Libros rojos
	Zingiberales	Costaceae	<i>Costus</i>			
	Malpighiales	Hypericaceae	<i>Vismia</i>	<i>Vismia baccifera</i>	NE	LC
Plantas	Fabales	Fabaceae	<i>Inga</i>			
			<i>Brownea</i>			
			Polypodiales	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>
	Myrtales	Melastomataceae	<i>Tibouchina</i>			
Líquenes	Atheliales	Atheliaceae	<i>Dictyonema</i>			

Categoría de conservación (CR: en peligro crítico; DD: datos insuficientes; EN: en peligro; LC: preocupación menor; NE: no evaluado; NT: casi amenazado; VU: vulnerable). **Fuente:** elaborado por los autores (2019) con base en el informe de la salida de campo a las reservas de Villavicencio II. Estudiantes de Biología, Curso Manejo y Valoración de Ecosistemas. Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería.

encuentra reducida por la fragmentación de los bosques en la reserva (Cormacarena, 2013).

Durante el recorrido por la vereda El Carmen se pudieron observar los cambios en la cobertura vegetal (praderas, áreas boscosas cuya cobertura fue modificada en pasturas, bosque montano bajo y bosque húmedo tropical). En la parte baja, comprendida por laderas y pasturas, se desarrollan actividades pecuarias, entre ellas pesebreras y áreas de reposo equino y bovino.

En la figura 3 se muestran las proporciones obtenidas a nivel de formación y tipo de vegetación para cada categoría en función de la elevación altitudinal. El análisis del cambio de uso y cobertura del suelo es crucial para entender los procesos dinámicos de la cobertura del suelo, pérdida de la productividad y biodiversi-

dad, vulnerabilidad a la erosión, deforestación, fragmentación y pérdida del valor de opción de bienes y servicios ambientales. Según Mendoza (2104), a medida que se va ascendiendo por el sendero, la cobertura vegetal se torna cada vez más densa (bosque montano bajo).

Aves

En la RFP Buenavista, vereda El Carmen se registraron 36 especies pertenecientes a 13 órdenes, cuya mayoría (18 especies) se identifica en el orden Passeriformes, agrupada en 7 familias, donde Tyrannidae e Icteridae fueron las más representativas (tablas 3 y 4). La alta riqueza de este orden se debe a que comprende alrededor del 60 % de las aves y se distribuye en todas las regiones del planeta (Medina *et al.*, 2007).

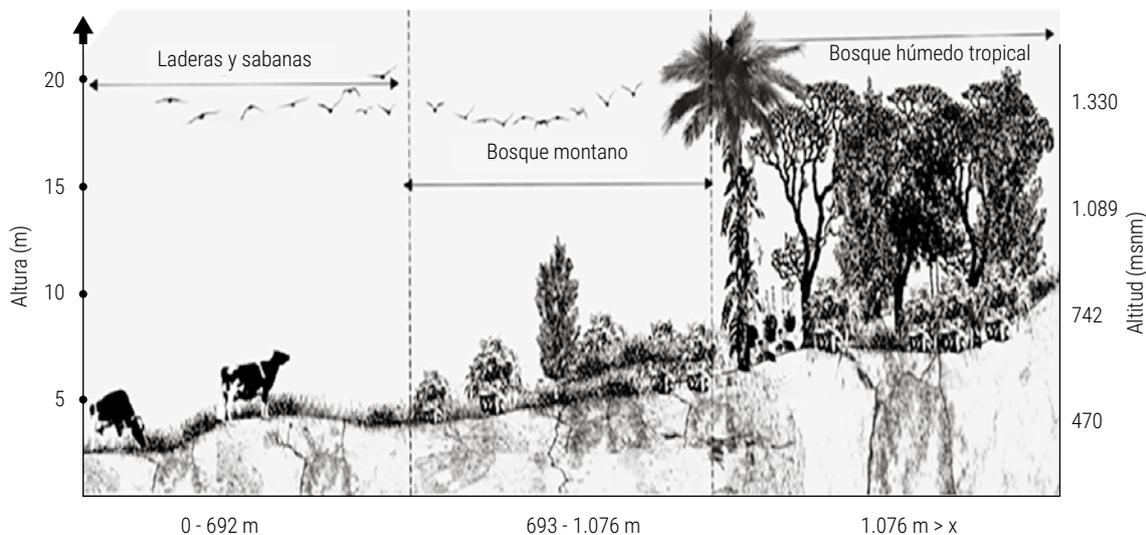


Figura 3. Tipo de uso y cobertura vegetal en función de la elevación altitudinal. Reserva forestal protectora Buenavista, vereda El Carmen, Villavicencio, Meta, Colombia. **Fuente:** elaboración propia.

Las especies identificadas corresponden a especies generalistas, es decir, que tienen la capacidad de desarrollarse en una amplia gama de condiciones ambientales. De acuerdo con la IUCN (2018), todas ellas se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC), a excepción de la especie *Ramphastos vitellinus* que está catalogada como vulnerable (VU).

Interacciones ecológicas

En algunas plantas, se evidenció un tipo de interacción ecológica, denominado parasitismo (figura 4), en el cual la planta huésped sufre daño a nivel estructural, principalmente en las hojas. Esto es ocasionado por parásitos que se alimentan del tejido vivo (biotróficos) o provocan

Tabla 3. Lista de aves encontradas durante el recorrido por la reserva forestal protectora Buenavista, vereda El Carmen

Nombre común	Orden	Familia	Especie	TR	IUCN	Libros rojos
Pava llanera	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	V	LC	NE
Garza del ganado	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	V	LC	NE
Garza real			<i>Ardea alba</i>	V	LC	NE
Garza ceniza			<i>Ardea herodias</i>	V	LC	NE
Ibis verde		Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	V	LC	NE
Gavilán garrapatero	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	V	LC	NE
Caica	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	V	LC	NE
Tortolita rojiza	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	V	LC	NE
Loro alinaranja	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	V	LC	NE
Loro real amazónico			<i>Amazona ochrocephala</i>	V	LC	NE
Garrapatero común	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	V	LC	NE
Tucán picoanulado			<i>Ramphastos vitellinus</i>	V	VU	NE
Tucancillo	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	V	LC	NE
Pichi letreado			<i>Pteroglossus inscriptus</i>	V	LC	NE
Esmeralda coliazul	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon alicae</i>	V	LC	NE
Gallinazo	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	V	LC	NE
Gavilán gris	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	V	LC	NE
Pava hedionda	Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	V	LC	NE

Categoría de conservación (CR: en peligro crítico; DD: datos insuficientes; EN: en peligro; LC: preocupación menor; NE: no evaluado; NT: casi amenazado; VU: vulnerable). Tipo de Registro (TR): A: auditivo; V: visual. **Fuente:** elaborado por los autores (2019) con base en el informe de la salida de campo a las reservas de Villavicencio II. Estudiantes de Biología, Curso Manejo y Valoración de Ecosistemas. Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería.

la muerte antes de alimentarse de él (necrotróficos) (anexo 1). Dado que en esta interacción el parásito obtiene los nutrientes y el agua de la planta huésped, causa una alteración fisiológica en la que se afecta el crecimiento y desarrollo reproductivo de la planta (Soria-Carreras & Soria-Ruiz-Ogarrio, 2017).

Se puede considerar que el parasitismo también actúa como control biológico en cierta

población de plantas, especialmente en aquellas pertenecientes a las familias Rubiaceae y Melastomataceae, tal como se apreció durante el recorrido por el sendero ecológico de la vereda El Carmen. Entre las interacciones ecológicas existen algunas benéficas, como el mutualismo, reflejadas en los polinizadores que prestan un servicio a las plantas al polinizar y obtener alimento de ellas. Un ejemplo de esto son las plantas epifitas, que se adhieren a

Tabla 4. Lista de aves encontradas durante el recorrido por la reserva forestal protectora Buenavista, vereda El Carmen

Nombre Común	Orden	Familia	Especie	TR	IUCN	Libros rojos	
Hormiguero bicolor	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Gymnophithys leucaspis</i>	V	LC	NE	
Tiranuelo ribereño			<i>Serpophaga hypoleuca</i>	V	LC	NE	
Tiranuelo coronado			<i>Tyrannulus elatus</i>	V	LC	NE	
Bichofué chico		Tyrannidae	<i>Pitangus lictor</i>	V	LC	NE	
Copetón viajero			<i>Myiarchus crinitus</i>	V	LC	NE	
Bichajué			<i>Pitangus sulphuratus</i>	V	LC	NE	
Verderón ojirrojo		Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	V	LC	NE	
Mirlo de anteojos amarillos		Turdidae	<i>Turdus nudigenis</i>	V	LC	NE	
Mirla cacao			<i>Turdus fumigatus</i>	V	LC	NE	
Azulejo		Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	V	LC	NE	
Canario del campo			<i>Sicalis columbiana</i>	V	LC	NE	
Cucarachero de laguna		Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	V	LC	NE	
Colluelo		Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	V	LC	NE	
Arrendajo llanero			<i>Cacicus solitarius</i>	V	LC	NE	
Conoto negro		Icteridae		<i>Psarocolius decumanus</i>	V	LC	NE
Cacique lomiamarillo				<i>Cacicus cela</i>	V	LC	NE
Turpial real				<i>Icterus icterus</i>	V	LC	VU(A2cd)

Categoría de conservación (CR: en peligro crítico; DD: datos insuficientes; EN: en peligro; LC: preocupación menor; NE: no evaluado; NT: casi amenazado; VU: vulnerable). Tipo de Registro (TR): A: auditivo; V: visual. **Fuente:** elaborado por los autores (2019) con base en el informe de la salida de campo a las reservas de Villavicencio II. Estudiantes de Biología, Curso Manejo y Valoración de Ecosistemas. Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería.



Figura 4. Parasitismo: a-b) Daño a nivel estructural, principalmente en las hojas. **Fotos:** elaboración propia.

los troncos de los árboles para beneficiarse a sí mismas sin causarles daño alguno (figura 5). Es así como las relaciones tróficas, junto con los componentes abióticos en un entorno, desempeñan un papel en la regulación del crecimiento y distribución de las poblaciones en una comunidad (Arauz, 1998). También hay interacciones, como el comensalismo (anexo 2), en donde una de las partes obtiene un beneficio, mientras que la otra no se ve perjudicada ni beneficiada de esta interacción biológica, tal como ocurre con las bromelias epifitas que viven y crecen sobre otras plantas. Por tanto, esta forma de interacción comensal es el epifitismo observado durante el

recorrido en el área de estudio (anexo 3). Esta interacción abarca principalmente especies de orquídeas, helechos y bromelias (Valverde *et al.*, 2005).

Algunos insectos, como las hormigas arrieras (*Atta* sp.), se alimentan de partes vegetativas frescas de algunos arbustos o árboles de la zona, aprovechando las hojas jóvenes suculentas. Además, transportan material que se encuentra en la cobertura del suelo para cultivar un hongo del cual obtienen su alimento, de manera que continuamente cambian las condiciones de su entorno, tanto para su misma población como para otros organismos.



Figura 5. Plantas epífitas: a) Familia Araceae b) Familia Bromeliaceae. **Fotos:** elaboración propia.

La RFP Buenavista, sector vereda El Carmen presenta múltiples interacciones a nivel ecosistémico, que son ricas en fauna, flora y hongos (anexo 4). En ellas sobresale la especie *Plecturocebus ornatus*, endémica de Colombia, la cual se encuentra clasificada como vulnerable (VU) de acuerdo con la IUCN (2018). Por lo tanto, es necesario que existan planes de conservación ambiental para su protección. Los organismos individuales conviven en comunidades o poblaciones, estos dependen el uno del otro, de hecho, los organismos tienen diferentes interacciones con otros, sean o no de la misma especie y muchas de estas interacciones son esenciales para su supervivencia.

Servicios ecosistémicos

La RFP Buenavista, sector vereda El Carmen es un área turística que presta servicios ecosistémicos al casco urbano de Villavicencio y a siete veredas del sector rural. Dentro de los servicios ecosistémicos que ofrece la reserva, el servicio de abastecimiento de agua potable es fundamental para el desarrollo de la ciudad y el municipio (anexo 5). El Caño Buque y el Caño Maizaro son las corrientes hídricas de mayor importancia. El Caño Buque beneficia un total aproximado de 32.365 personas que, en conjunto, suman 141,1 L/s. El Caño Maizaro aporta 145,58 L/s; de él se abastecen

17.849 habitantes (Cormacarena, 2012; Guzmán-Fierro, 2019).

A continuación, en la tabla 5 se presentan las concesiones de agua otorgadas a Caño Buque y Caño Maizaro.

En la cuenca del Caño Maizaro, las demandas entre concesiones para uso doméstico y de abastecimiento de agua potable, que se realizan en la parte alta de su cuenca antes de su tránsito por el área urbana, y las demandas potenciales para uso agrícola, pecuario y piscícola, que se realizan en su parte baja, suman en total un

caudal de 182 L/s. De estos, 82 L/s (tabla 6) corresponden a demandas ante la autoridad ambiental (Cormacarena) por concesiones en su parte alta antes del área urbana del municipio de Villavicencio para usos domésticos, de servicios y abastecimiento (Cormacarena, 2010).

Así mismo, en esta zona, el servicio cultural es atractivo para caminantes propios y visitantes de todas las edades, ya que promueve la salud y el deporte. Las actividades que se realizan en la vereda son ciclismo, senderismo de montaña o recreación al aire libre, vuelo en parapente, rappel, avistamiento de aves, caminatas religiosas,

Tabla 5. Concesiones de usuarios del recurso hídrico - captaciones legalizadas de Caño Buque

Nombre o razón	Uso	Fuente hídrica	Caudal (L/s)	Resolución
Junta de Acción Comunal Llano Lindo	Doméstico	Caño Buque	4,9	PM.GJ-1.2.6.10.0737 Del 5/05/2010
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio ESP	Consumo humano y doméstico	Caño Buque	100	PS.GJ-1.2.6.11.0743 Del 29/04/2011
Magrillano S.A.S.	Industrial	Afluente Caño Buque	0,4	PS.GJ-1.2.6.013.1923 Del 6/11/2013
Condominio Villacodem	Doméstico	Afluente Caño Buque	6	PM.GJ-1.2.6.15.1766 Del 7/10/2015
Condominio Alta Gracia	Doméstico	Caño Buque	2,5	PS.GJ-1.2.6.014.1549 Del 15/09/2014
Conjunto residencial El Trapiche P.H	Doméstico y consumo humano	Afluente Caño Buque	1,4	PS.GJ-1.2.6.14.1379 Del 26/08/2014
Portales del Trapiche/Ferglad	Doméstico	Caño Buque	1,4	PS. GJ-1.2.6.016.0059 Del 25/06/2016

Nota: información de puntos de concesión de agua registrados de Caño Buque. Recuperado y modificado de *Oferta hídrica total y disponible, considerando el caudal ambiental y las demandas potenciales*. **Fuente:** Cormacarena (2018); Guzmán-Fierro (2019).

entre otras. Según la Junta de Acción Comunal de la vereda El Carmen, la zona tiene significado histórico y cultural, es ejemplo de conservación ambiental y escenario propio de la vida sana (anexo 6).

Entre los servicios de regulación proporcionados, se encuentra el control biológico de plagas, lo cual es una alternativa al uso de plaguicidas que, desde un enfoque ecosistémico, permite conservar la diversidad de especies y, a su vez, asegurar la producción. También se encuentra la polinización animal, un servicio realizado por algunas especies de insectos, aves y murciélagos. Por otra parte, la zona provee el servicio de apoyo, dado que los bosques son el hábitat de gran variedad de especies, principalmente de los polinizadores importantes en la agricultura (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018).

Además, los bosques contribuyen a la preservación y mantenimiento de cuerpos de agua,

lo que permite la disponibilidad del recurso que consume la población local. Se debe agregar que estos no solo filtran y limpian el agua, sino que previenen las inundaciones, reducen la erosión del suelo y mitigan el riesgo de deslizamiento (FAO, 2007). Sin embargo, la alta declividad, la escorrentía y los cambios en la cobertura natural del suelo provocan el arrastre de nutrientes, que conduce a la erosión y carcamiento, lo que en últimas da origen a los deslizamientos y, por ende, a la pérdida del suelo (Oliveira *et al.*, 2013).

En consecuencia, los servicios que brindan los ecosistemas son fundamentales para la supervivencia del ser humano y son producto de las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos en un sistema. A pesar de los múltiples beneficios, la degradación de los ecosistemas por actividades antrópicas supone el principal problema de amenaza en el mantenimiento de la oferta de servicios (Balvanera, 2012). Por tanto, las acciones para su conservación son indispensables.

Tabla 6. Concesiones de usuarios del recurso hídrico - captaciones legalizadas en la cuenca del Caño Maizaro

Nombre o razón	Fuente hídrica	Caudal (L/s)	Expediente n.o
Luis A. Melo Torres, Corp. Club Villavicencio		15	5.37.04.521 por 10 años
Conjunto residencial Altos Villacodem		4,28	5.37.05.032 por 5 años
Barrio Las Mesetas (120 usuarios)		10	
Barrio La Azotea (218 usuarios)	Caño Maizaro	8	N/R
Hospital Regional (630 usuarios)		10	
Junta de Acción Comunal Barrio Las Américas		14	5.37.2.06.044 por 5 años
E.A.A.V – acueducto urbano		21	130.07.134 por 5 años

Nota: información de puntos de concesión de agua registrados de Caño Maizaro. Recuperado y modificado de *Oferta hídrica total y disponible, considerando el caudal ambiental y las demandas potenciales*. **Fuente:** Cormacarena (2010).

Conflictos

Por otra parte, se han desarrollado zonas totalmente urbanizadas de las comunas 1 y 2 del municipio de Villavicencio dentro de la RFP Buenavista (Cormacarena, 2013), por lo cual fue necesaria una realinderación que fue establecida mediante la Resolución 2103 de 2012 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Cormacarena, 2013). En este proceso, se incluyó al sector vereda El Carmen como parte de la RFP Buenavista, sin embargo, en esta es evidente la alteración de la cobertura vegetal natural como resultado de la acción antrópica a lo largo del tiempo.

42

En la vereda El Carmen, y en general en las demás veredas que hacen parte de la RFP Buenavista, se implementaron cultivos comerciales de caña, café y cacao, de los cuales los pobladores derivaron su subsistencia por muchos años hasta que por la desaparición de estos cultivos, producto de la proliferación de plagas y enfermedades, se inició en el sector la conformación de potreros con pasturas mejoradas, como las *Brachiarias* y la introducción de ganado de doble propósito en áreas de alta pendiente (Vargas & Gutiérrez, 2016). La ganadería hasta el día de hoy se ha constituido en el principal renglón de subsistencia de los habitantes de la zona (ARO - Ecopetrol, 2012).

Como consecuencia, esta actividad ha traído sobrepastoreo, erosión, compactación del suelo, carcavamientos y, por ende, una alta sedimentación presente en los cauces en época de lluvias y una reducción drástica de los caudales en época seca, lo cual se intensificó hasta finales de la década de los 90 (Vargas & Gutiérrez, 2016).

Por otra parte, los diferentes conflictos sociales, atribuidos principalmente a intereses económicos, desprotegen el medio ambiente. Por ejemplo, las plantas de tratamiento de agua,

que no tienen en cuenta normas ambientales para la construcción de infraestructuras cercanas a fuentes hídricas, y las corporaciones de desarrollo ambiental, que no están presentes para realizar los trámites correspondientes, ponen en peligro zonas de gran importancia tanto social como ambiental para el municipio, la región y el país (anexo 7).

A pesar de la importante riqueza hídrica de la reserva, la calidad del agua de los cuerpos de agua es afectada por factores relacionados con la falta de manejo integral de residuos sólidos, la falta de tratamiento de aguas residuales, el uso inadecuado del suelo y el crecimiento de las áreas construidas. A esto se le suma la contaminación proveniente de la vía Bogotá-Villavicencio, caracterizada por la emisión de gases y grasas procedentes de vehículos (Cormacarena, 2013; Lesmes, 2015). Por ello, es necesario someter el agua a procesos de potabilización para el consumo humano, al igual que para la fauna y la flora (Cormacarena, 2013).

Según Ortiz-Moreno & Rodrigues-Pires (2014), para el departamento del Meta, la RFP Buenavista, sector vereda El Carmen está categorizada como una de las regiones con mayor fragilidad ambiental de la ciudad y como una zona de recarga de las aguas subterráneas del piedemonte, por lo que es necesario proteger y preservar la zona, ya que oferta el recurso hídrico para acueductos y bocatomas comunitarias. Así mismo, quienes aprovechan el recurso deben realizar medidas de protección y uso eficiente del agua. Esta área protegida debe ser prioridad de conservación para el departamento. Por esto, la Universidad de los Llanos, en cabeza de la Dra. Martha Lucía Ortiz-Moreno, y los cursos de Valoración y Manejo de Ecosistemas (Biología) y Ecosistemas Tropicales (Ingeniería Agronómica) realizan periódicamente evaluaciones al ecosistema, en las que evidencian las intervenciones que se han realizado.



Caballos que descansan en una zona de la reserva. Foto: A. Álvarez-Salazar





Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Villavicencio. (2000). Decreto 353. *Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Villavicencio*.
- Alcaldía de Villavicencio. (2012). *Diagnóstico sectorial del suelo en Villavicencio. Expediente municipal*. Unidad XI. Villavicencio.
- Alianza por los recursos de la Orinoquia ARO - Ecopetrol. (2012). *Proyecto sendero ecológico*. Villavicencio: Ecopetrol.
- Arango, C., Dorado, J., Guzmán, D., & Ruiz, J. (2015). *Climatología trimestral de Colombia*. Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático, Subdirección de Meteorología-IDEAM. <https://bit.ly/2WQmF9A>
- Arauz, L. (1998). *Fitopatología: un enfoque agroecológico*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2).
- Bernal, R., Gradstein, S. R., Celis, M. (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Fecha de consulta: entre enero y junio de 2019. Disponible en: <http://catalogo-plantasdecolombia.unal.edu.co>
- Cach-Pérez, M. J., Andrade, J. L., & Reyes-García, C. (2014). La susceptibilidad de las bromeliáceas epifitas al cambio climático. *Botanical Sciences*, 92(2), 157-168. <https://doi.org/10.17129/botsci.55>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - Cormacarena. (2007). *Formulación participativa del plan de manejo de las reservas forestales protectoras "Cerro Vanguardia" y "Caño Vanguardia y quebrada Vanguardiuno"*. Villavicencio. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - Cormacarena. (2010). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2010-2019*. Villavicencio, Meta., Colombia.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - Cormacarena. (2012). *Formulación participativa de los planes de manejo de las Reservas Forestales Protectoras «Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque - Buenavista*. Villavicencio, Meta., Colombia.

- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - Cormacarena. (2013). *Reserva forestal protectora Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque – “Buenavista”, Plan de manejo - resumen ejecutivo*. Villavicencio, Meta. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena, Fundación para la Conservación del Patrimonio Natural – Bicolombia, Soluciones Ambientales y Sociales Ltda.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - Cormacarena. (2014). *Áreas protegidas del departamento del Meta*. Villavicencio, Meta. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área Manejo Especial la Macarena. (2018). *Respuesta a radicado 07318*. Villavicencio.
- Departamento Nacional de Estadística. (2018). *Geoportal DANE*. Recuperado de <https://geoportal.dane.gov.co/veredas/>
- Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10(3), 133-142.
- García, V. (2014). *Análisis y aplicación de estrategias para la recuperación del Caño Buque en Villavicencio, Colombia* [tesis de maestría, Instituto Universitario de Investigación en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad, Barcelona]. Repositorio Institucional UPCommons. URI: <http://hdl.handle.net/2117/78359>
- Guzmán Fierro, A. D. (2019). *Estimación del valor económico de los servicios ecosistémicos proporcionados por la vereda El Carmen, ubicada en Villavicencio-Meta, como contribución a la toma de decisiones* [tesis de maestría, Instituto Universitario de Investigación en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad, Barcelona]. Repositorio Institucional UPCommons. URI: <http://hdl.handle.net/11634/16820>
- Higgins, S. I., Buitenwerf, R., & Moncrieff, G. R. (2016). Defining functional biomes and monitoring their change globally. *Global Change Biology*, 22(11), 3583-3593. DOI: 10.1111/gcb.13367
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727), 367-368.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). *Atlas Climatológico de Colombia. Atlas Interactivo: IDEAM*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Mapa de ecosistemas de Colombia. Atlas Interactivo: IDEAM*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2004). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento del Meta*. IGAC.
- Lesmes, O. A. G. (2015). La carretera Bogotá-Villavicencio, su impacto sobre el ordenamiento territorial y el ecosistema. *Revista Luna Azul (On Line)*, (40), 277-292. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.18>

- Medina, O. R., Torres, I. H. G., & Mosquera, J. T. R. (2007). Inventario de aves Passeriformes en áreas de expansión urbana en el municipio de Quibdó, Chocó, Colombia: Orfelina Ríos Medina. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 26(1), 79-89.
- Mendoza, P. (2014). *Formulación de una estrategia de educación ambiental para la protección del bosque húmedo tropical ubicado en la vereda del Carmen en el municipio de Villavicencio – Meta, Colombia, Colombia* [tesis de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional UMNG. URI: <http://hdl.handle.net/10654/12088>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010, 1 de julio). Decreto 2372. *Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.* <https://bit.ly/3FqsJ9Y>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012, 18 de abril). Resolución 475. *Por la cual se sustrae parcialmente la Reserva Forestal Protectora Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque.*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012, 28 de noviembre). Resolución 2103. *Por la cual se realindera en Área de Reserva Forestal Protectora “Quebrada Honda y caños Parrado y Buque” y se toman otras determinaciones.* <https://bit.ly/2WLFd50>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013, 19 de julio). Resolución 824. *Por la cual se modifica la Resolución 0475 del 18 de abril de 2012.*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014, 4 de noviembre). Resolución 1762. *Por la cual se adopta el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque.*
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009, 3 de diciembre). Resolución 2350. *Por la cual se sustrae parcialmente la Reserva Forestal Protectora Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque, constituida mediante Resolución No. 59 de abril 4 de 1945 y se toman otras determinaciones.*
- Ministerio de la Economía Nacional. (1945, 4 de abril). Resolución 59. *Por la cual se señala una zona de reserva forestal.*
- Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009, 24 de junio). Decreto 2350. *Por medio del cual se reglamenta la transición de los Planes de Acción de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible prevista en el párrafo del artículo 3° de la Ley 1263 de 2008.* Diario Oficial 47.391.
- Montoya, J., Ruiz, D. M., Andrade, G., Matallana, C., Díaz Timoté, J. J., Azcárate, J., & Areiza, A. (2018). Visión integral para la gestión de las áreas protegidas urbanas en Colombia. *Biodiversidad En La Práctica*, 3(1), 52–72. Recuperado a partir de <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/549>

Odum, E. P. & Warrett, G. W. (2006). *Fundamentos de ecología* (5.ª ed). Cengage Learning Editores.

Oliveira, V. P., Semedo, J. M., & de Oliveira, H. P. (2013). Análisis comparativo de los indicadores geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil). *Zonas Áridas*, 15(2), 226-243.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007). *Los bosques y el agua*. <https://bit.ly/3iyOxqg>

Ortiz-Pérez M.A., Siebe C., Cram S. (2005). Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: Bueno J, Álvarez F, Santiago S (Eds) *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México DF. pp: 305-322.

Parra, J. (2011). *Contribución al estudio fitoquímico de la parte aérea de Piper cf. cumanense Kunth (Piperaceae)* [trabajo de grado - maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Biblioteca Digital - UN. URI: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10852>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. <https://bit.ly/3oE1d2U>

Ortiz-Moreno, M. L., & Rodrigues-Pires, J. S. (2014). Aplicación de la legislación ambiental y territorial en municipios capitales: estudio de caso Villavicencio (Colombia). *Orinoquia*, 18(2), 130-148.

Ortiz-Moreno, M.L. (2015). *Análise da interação entre ordenamento territorial e biodiversidade: estudo de Estratégias caso em Villavicencio (Meta, Colômbia)* [tese de doutorado em Ciências (Ciências Biológicas) na Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais, Programa de Pós-Graduação em ecologia e recursos naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos]. Repositorio Institucional UFS-Car. URI: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1844>

Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, Á. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., & Burbano-Girón, J. (2017). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Rodríguez, W. (2002). *Helechos, licopodios, selagines y equisetos del parque regional Arví*. CORANTIOQUIA.

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D., & Amézquita, A. (2004). *Libro rojo de los anfibios de Colombia*. Conservación Internacional Colombia.

Soria-Carreras, S., & Soria-Ruiz-Ogarrio, S. (2017). *Determinación del estado sanitario de las plantas, suelo e instalaciones y elección de los métodos de control*. Ediciones Paraninfo.

- Torres, J. (2018). *Caracterización del paisaje de piedemonte identificando los cambios de cobertura vegetal Villavicencio, Meta, años 2000-2016* [trabajo de grado de Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomás. Villavicencio]. Repositorio Institucional USTA. URI: <http://hdl.handle.net/11634/15387>
- Trzyna T. (2014). Urban protected areas: profiles and best practice guidelines. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 22, *Gland, Switzerland*: IUCN. XIV +110.
- Ulloa-Barreto, L. D. (2018). *Propuesta de alternativas de manejo adecuado para actividades productivas en la ruta caminera de la vereda el Carmen-reserva Buenavista, Villavicencio-Meta* [trabajo de grado de Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomás. Villavicencio]. Repositorio Institucional USTA. URI: <http://hdl.handle.net/11634/13767>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2018). *The IUCN Red List of Threatened Species IUCN*. <http://www.iucnredlist.org>
- Valverde V, T., Meave del Castillo, J. A., Carabias Lillo, J., & Cano Santana, Z. (2005). *Ecología y medio ambiente*. Editorial Pearson Educación de México SA de CV.
- Vargas Chezar, Y., & Gutiérrez Méndez, H. M. (2016). *Análisis Socioeconómico y de Estrategias de Control de Impacto Turísticos en el Área Protegida de la Vereda el Carmen Villavicencio 2015-2016*. [trabajo de grado. Universidad de los Llanos. Villavicencio]. Repositorio Institucional Universidad de los Llanos. URI: <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1036>
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Zavala-Cruz, J., Jiménez Ramírez, R., Palma-López, D. J., Bautista Zúñiga, F., & Gavi Reyes, F. (2016). Paisajes geomorfológicos: base para el levantamiento de suelos en Tabasco, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(8), 161-171.

Anexos



Anexo 1

Interacciones ecológicas: RFP Buenavista, vereda El Carmen. Parasitismo: a-c-d-e-f-h-l) Daño a nivel estructural, principalmente en las hojas, por una infección fúngica; b-g-i-j-k) Planta huésped sufre daño a nivel estructural, principalmente en las hojas. Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).



Anexo 2

Interacciones ecológicas: RFP Buenavista, vereda El Carmen. Comensalismo: a-b-c) La abeja angelita anida en cavidades de troncos de árboles o en muros; d-e-f-g) Arbusto proporciona refugio y alimento a las hormigas, mientras estas lo protegen; h-i) Las arañas fabrican sus telarañas en las hojas y troncos de los árboles; j) Individuo de la familia Araceae sobre un árbol; k) Termitas en un árbol; l) Panal de avispas vaqueras. Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).

2023

52



Anexo 3

Interacciones ecológicas: RFP Buenavista, vereda El Carmen. Epifitismo: a-b-c) Variedad de líquenes en un árbol; d) Interacción entre aráceas, que habitan sobre un árbol; e-f-g) Plantas epifitas, líquenes, musgos, helechos y Piperaceae epífita, que habitan sobre un árbol y tienen función fotosintética; h-i-j-k-l) Interacción entre bromelias, que habitan sobre un árbol. Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).



Anexo 4

Fauna-insectos: RFP Buenavista a-b-c-g) Arañas carnívoras (orden Araneae); d) Coccinellidae. Coleópteros polípagos; e) Chinche (Hemiptera); f) Cerambycidae. *Chlorida* sp.; h) Calopterygidae. *Mesamphigrion laterale*; i-l) Chrysomelidae. Crisomélidos; j-k) Milpiés aplanados (orden Polydesmida). Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).

2023

54



Cont. Anexo 4

Fauna-insectos: RFP Buenavista a) Nymphalidae. *Anartia jatrophae*; b-k) Larvas de mariposas (orden: Lepidoptera); c) Romaleidae. *Chromacris speciosa*; d) Mosca (orden: Diptera); e) Chinche (orden: Hemiptera); f) Hormiga (familia: Formicidae); g) *Chrysomelidae*. *Alagoasa* sp.; h-l) Phasmatidae. Insectos palo; i) Nymphalidae. *Biblis hyperia*; j) Araña depredadora (orden: Araneae). Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).



Cont. Anexo 4

Flora: familias de plantas vasculares RFP Buenavista. a) Araceae. Trepadora con raíces aéreas; b) Asteraceae (también conocida como Compositae); c) Commelinaceae. *Tibouchina* sp.; d) Convolvulaceae. *Ipomoea purpúrea*; e-h-i) Commelinaceae. Hierbas carnosas; f) Araceae. Hierba terrestre; g) Zingiberaceae. Planta herbácea; j) *Heliconiaceae*. *Heliconia* sp.; k) Zingiberaceae. *Etilingera elatior*; l) Gesneriaceae. *Gloxinia perennis*. Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).

2023

56



Cont. Anexo 4

Flora: familias de plantas vasculares RFP Buenavista. a-g) Gesneriaceae. Hierba; b) Verbenaceae. *Lantana cámara*; c) Balsaminaceae. Flores zigomorfas; d-f-i) Acanthaceae. *Ruellia* sp.; e) Myrsinaceae. Arbustos de hojas alternas, sin estípulas; h) Commelinaceae. Hierbas carnosas; j) Costaceae. *Dimerocostus* sp.; k) Bromeliaceae. *Aechmea* sp.; l) Fabaceae-Caesalpinioideae. *Cassia moschata*. Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).



Anexo 5

Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Provisión o abastecimiento: alimento, agua dulce, materias primas de origen biótico y geótico, acervo genético, medicinas naturales. Fotos: Vélez-López (a, b, c, d, e); Rojas-Rodríguez (f, g, h); Ávila-Leguizamo (i, j, k, l).

2023

58



a.



b.



c.



d.



e.



f.



g.



h.



i.



j.



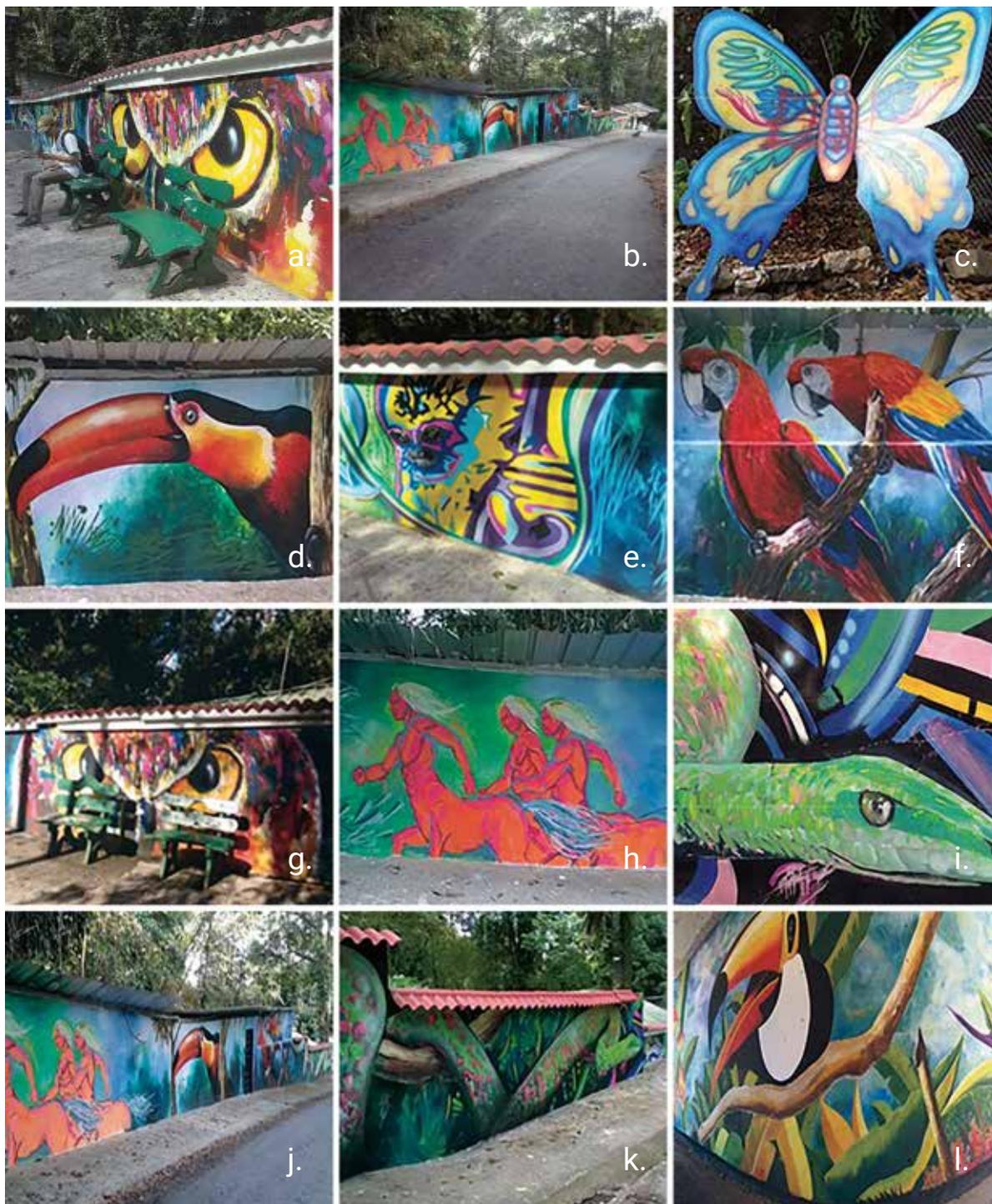
k.



l.

Anexo 6

Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Culturales: educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza. Fotos: Vélez-López (a, c, d, e, f, g, i, j, k, l); Salazar-Florián (b, h).



Cont. Anexo 6

Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Culturales: educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza. Fotos: Hoyos-Velásquez (a, c, b, d, e, f); Barreiro (g); Vélez-López (h, i); Ávila-Leguizamo (j); Reina-Bejarano (k, l).

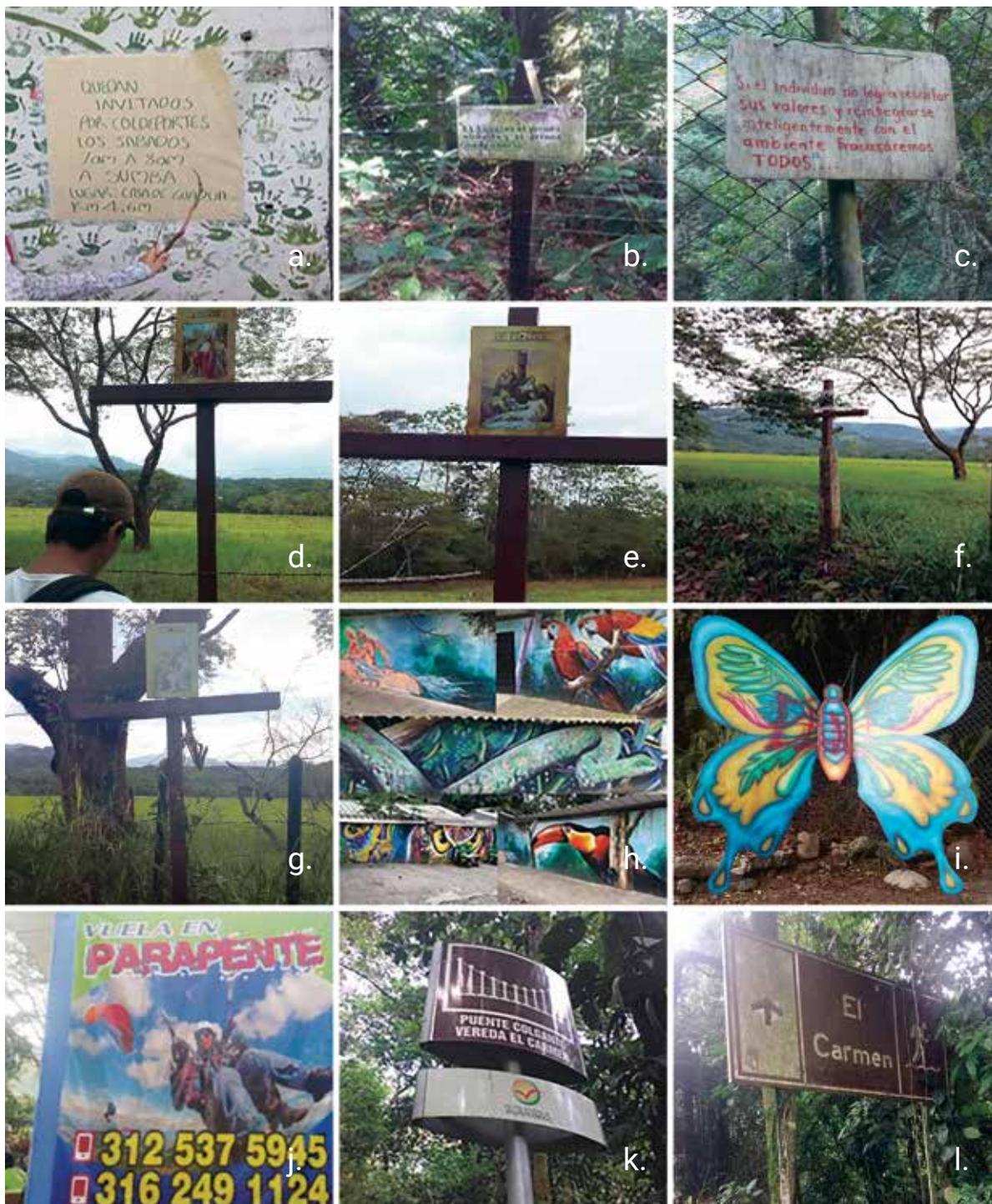
2023

60



Cont. Anexo 6

Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Culturales: educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza. Fotos: Salazar-Florián (a, b, c, d, e, k, l), Vélez-López (f, g, h, i, j).

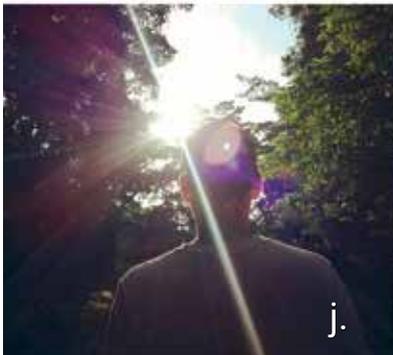


Cont. Anexo 6

Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Culturales: educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza. Fotos: Curso Ecosistemas Tropicales- Ingeniería Agronómica, Universidad de los Llanos (a, b, c, d, e, f); Ávila-Leguizamo (g); Vélez-López (h, i); Álvarez-Salazar (j, k, l).

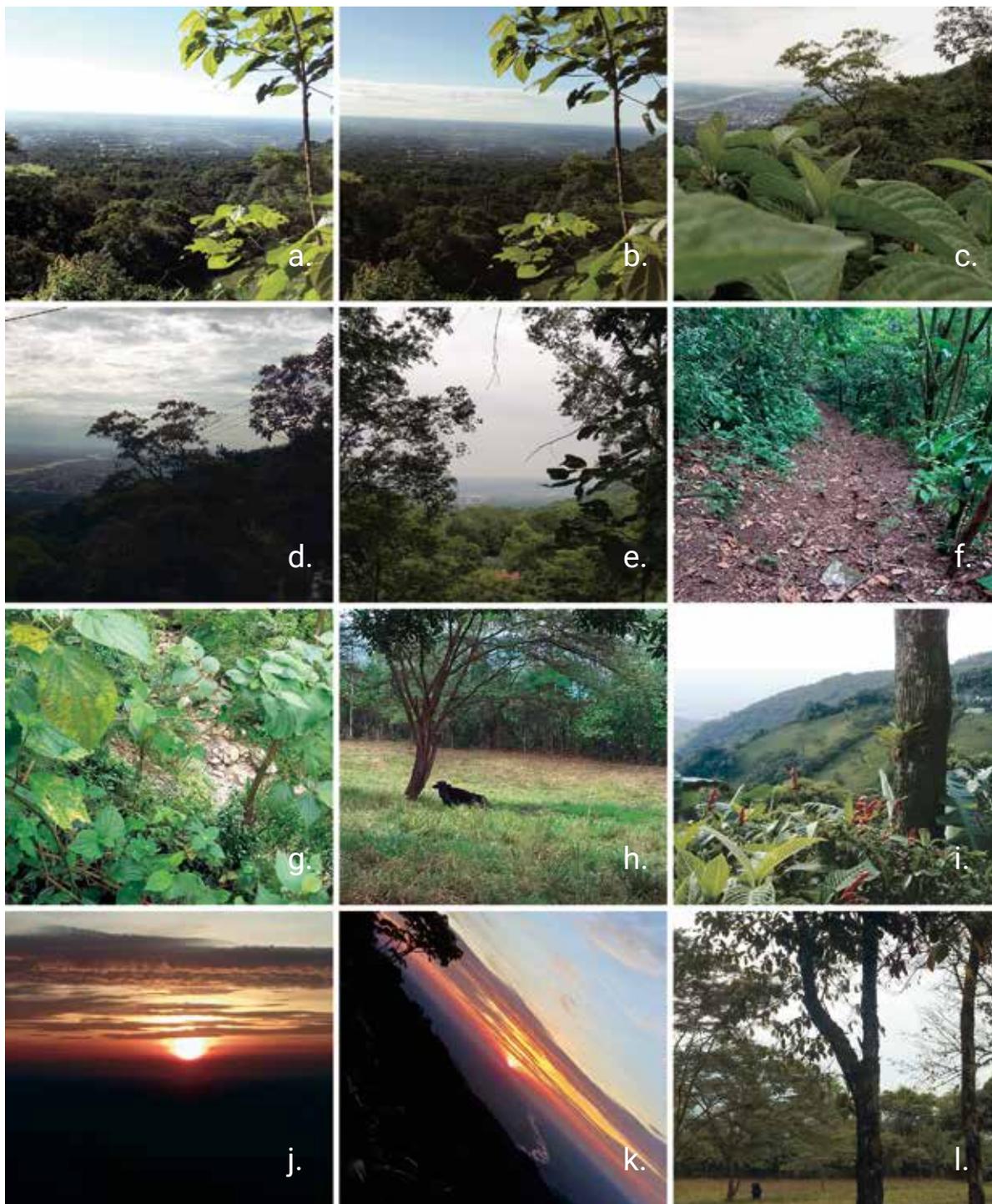
2023

62



Cont. Anexo 6

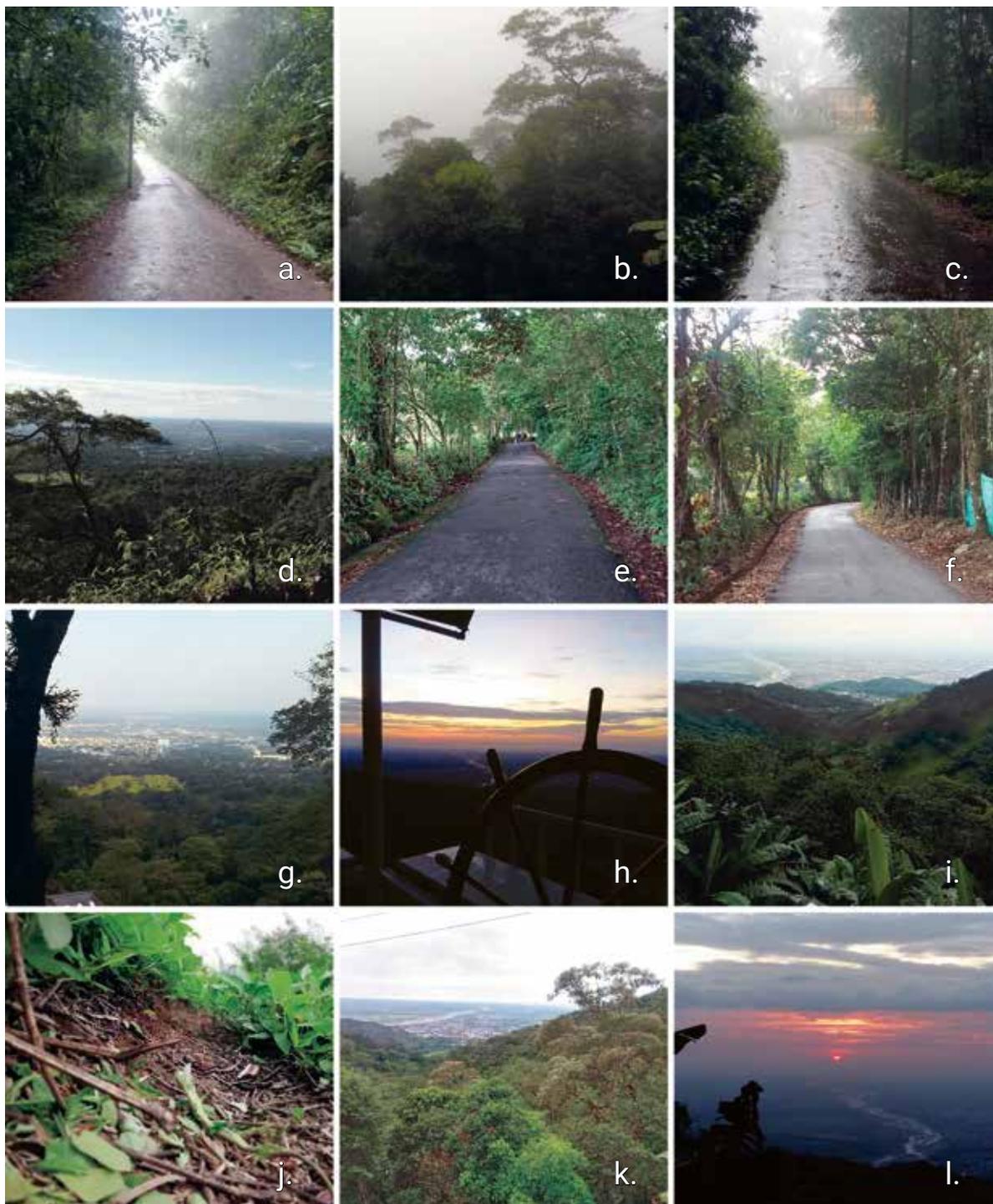
Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Culturales: educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza. Fotos: Barrero-Gómez (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).



Cont. Anexo 6

Servicios ecosistémicos: RFP Buenavista. Culturales: educación ambiental, conocimiento científico, conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia, disfrute espiritual, disfrute estético, actividades recreativas y turismo de naturaleza. Fotos: Barrero-Gómez (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l).

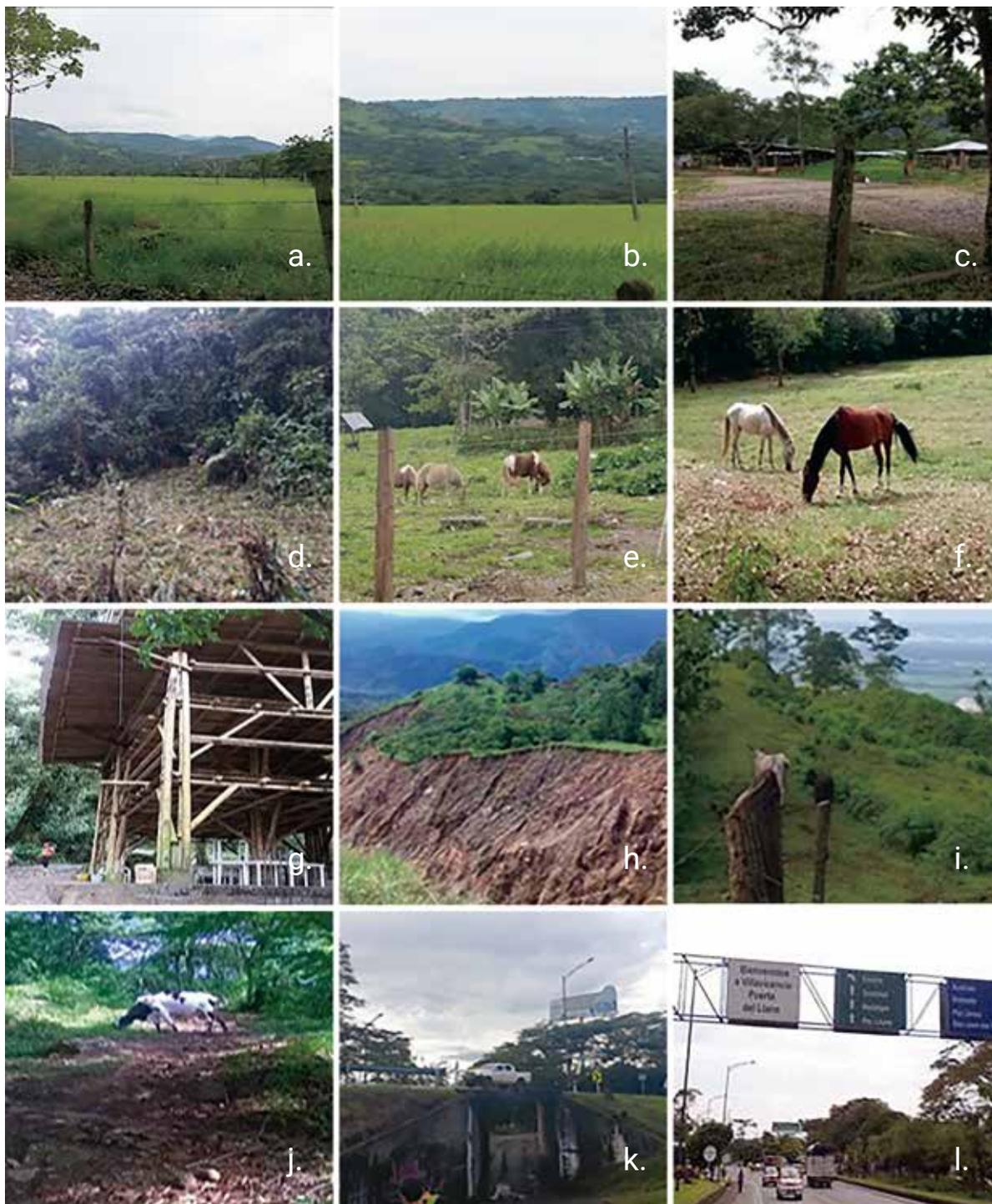
2023



64

Anexo 7

Uso y conflictos del suelo: principales problemáticas evidenciadas en el sendero ecoturístico de la vereda El Carmen, RFP Buenavista. Fotos: Hoyos-Velásquez (a, b, c); Vélez-López (d, k); Ávila-Leguizamo (e, f, g, h, i, j, l).



Cont. Anexo 7

Uso y conflictos del suelo: principales problemáticas evidenciadas en el sendero ecoturístico de la vereda El Carmen, RFP Buenavista. Fotos: Hoyos-Velásquez (a, b, c); Vélez-López (d, k); Ávila-Leguizamo (e, f, g, h); Salazar-Florián (i, j, l).

2023

66





Sendero de piedra de la montaña. Foto: A. Álvarez Salazar



Vista panorámica ciudad de Villavicencio. Foto: A. Álvarez Salazar