



**ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE PRIMATES DIURNOS EN EL  
ÁREA URBANA CONSOLIDADA DE VILLAVICENCIO CON BASE EN SU  
DISTRIBUCIÓN Y CONFLICTOS**

**DIANA CATERINE BUITRAGO VALENZUELA  
LUIYER ANDRES CEBALLOS LADINO**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2018**

**ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE PRIMATES DIURNOS EN EL  
ÁREA URBANA CONSOLIDADA DE VILLAVICENCIO CON BASE EN SU  
DISTRIBUCIÓN Y CONFLICTOS**

**DIANA CATERINE BUITRAGO VALENZUELA  
LUIYER ANDRES CEBALLOS LADINO**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
BIÓLOGOS

Director (a): Martha Lucia Ortiz Moreno  
Bióloga, MSc, PhD en Ecología y Recursos Naturales  
Programa de Biología, Universidad de los Llanos

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a Dios, por las bendiciones recibidas para llegar a este momento tan importante en nuestra formación profesional.

Agradecemos a nuestros padres, familiares, amigos y compañeros, por su esfuerzo y apoyo incondicional para alcanzar nuestras metas profesionales.

A nuestra directora PhD Martha Lucia Ortiz Moreno, por el tiempo dedicado y la paciencia para resolver nuestras inquietudes, además de su acompañamiento incondicional.

A los jurados Prof. PhD(C) Clara Inés Caro Caro y MSc Lourdes Peñuela Recio por sus aportes para mejorar nuestro trabajo de grado.

Al Prof. MSc Miguel Macgayver Bonilla, por el tiempo dedicado para explicarnos del programa DIVA-GIS para el modelamiento de la distribución de las especies de interés.

A la PhD Xiomara Carretero Pinzón, que aportó material fotográfico y sugerencias para robustecer este trabajo.

A las comunidades que nos permitieron interactuar y compartir sus conocimientos básicos, además de todas las personas que nos colaboraron con material y sugerencias.

Y al estudiante de Ingeniería de Sistemas Diego Asencio, por su ayuda en la creación de la aplicación “Ubica un primate” disponible en Play store, que tiene como fin divulgar el conocimiento sobre los primates diurnos de Villavicencio.

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a nuestras familias por su apoyo incondicional en nuestro proyecto, a su cariño y paciencia. Este logro es para ustedes, los queremos mucho. También va dedicado a todas las personas que siempre nos apoyaron incondicionalmente y creyeron en nuestro trabajo, esperamos que este sea un aporte para hacer un cambio en la visión de la conservación de los primates en áreas urbanas.

*"No se puede pasar un solo día sin tener un impacto en el mundo que nos rodea. Lo que hacemos marca la diferencia, y tenemos que decidir qué tipo de diferencia queremos hacer"*

*Jane Goodall (1934-), primatóloga británica.*

## **Página de aceptación**

Aprobado por el comité del programa de Biología, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad de los Llanos, para optar al título de Biólogos.



---

**CLARA INES CARO CARO**

Bióloga, MSc, PhD(C)

Profesora adscrita al Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana-

ICAOC

Jurado



---

**LOURDES PEÑUELA RECIO**

Zootecnista, MSc

Directora de la Fundación Horizonte Verde

Jurado

---

**MARTHA LUCIA ORTIZ-MORENO**

Bióloga, MSc, PhD

Profesora adscrita al Departamento de Biología y Química, Universidad de los

Llanos

Directora

**Villavicencio, Meta.**

**FACULTAD CIENCIAS BASICAS e INGENIERIAS**

## RESUMEN

Los cambios en la cobertura vegetal asociados a la expansión urbana generan fragmentación de los bosques y pérdida de hábitat para la fauna. Dichos cambios afectan negativamente a los primates obligándolos a habitar áreas boscosas urbanas y coexistir con los humanos. Por ende, este trabajo propone una estrategia de conservación para los primates diurnos en el área urbana consolidada de Villavicencio (Meta), con base en su distribución y conflictos. En la obtención de los datos se realizaron 140 entrevistas semiestructuradas a los habitantes de la ciudad, con el fin de identificar la presencia de las especies de primates diurnos y las características de la intervención antrópica sobre ellas. Para esto, el área urbana consolidada de Villavicencio se dividió en 12 cuadrículas sobre la base cartográfica 1:25.000 del Plan de Ordenamiento Territorial de Villavicencio 2015. Se encuestaron cinco personas por barrio dentro de cada cuadrícula y los reportes fueron confirmados con observaciones focales en campo. Los datos se condensaron en mapas de distribución y nicho ecológico de los primates diurnos en el área urbana de Villavicencio y Colombia con Sistemas de Información Geográfica (SIG) como QGIS y DIVA-GIS, sobre los cuáles se determinó la aptitud bioclimática para cada especie. Además se analizó la calidad del paisaje urbano en términos de la disponibilidad de hábitat con la extensión V-Late en el SIG ArcGIS, junto con los conflictos por la intervención antrópica por análisis de observaciones de campo, reportes de Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) y de la comunidad espacializados en ArcGIS y QGIS, con base en lo anterior se propone una estrategia para la conservación *in situ* de las especies analizadas. Como resultados, los encuestados reportaron avistar primates diurnos de las especies *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Plecturocebus ornatus*, *Alouatta seniculus* y *Sapajus apella*, lo cuál fue confirmado en campo. *S. c. albigena* fue la especie más frecuente en las zonas boscosas aledañas a los sitios urbanizados, mientras las otras especies lo fueron en el límite urbano donde hay mayor cobertura arborea. El análisis de nicho ecológico permitió identificar que las áreas con aptitud bioclimática óptima para las especies estudiadas son menos a las consideradas por ONG's de referencia para el análisis del riesgo de amenaza de extinción, siendo *P. ornatus* la especie que está en una condición más vulnerable por ser endémica. El paisaje urbano de la ciudad de Villavicencio presentó 325 fragmentos de bosque ubicados principalmente en rondas hídricas (RH) con un área total de 3548,75ha, de los cuales 63% tienen un área inferior a la área de dominio vital (ADV) mínima de las especies estudiadas. Estos fragmentos presentan tendencia a la linearidad en un 61% y 45% están inconexos, desde el punto de vista de la capacidad de desplazamiento de las especies en bipedismo. El análisis mostró que los conflictos por intervención antrópica más frecuentes fueron: deforestación, invasión y contaminación de RH, falta de conectividad entre fragmentos de bosque e interacciones negativas con la comunidad. Este trabajo propone una estrategia de conservación fundamentada en tres ejes: restauración de RH con especies botánicas nativas, pasafaunas metálicos monitoreados con cámaras trampa y sensibilización ambiental con el uso del aplicativo móvil "Ubica

un primate”. Esta estrategia fue socializada ampliamente a diferentes entidades ambientales gubernamentales y no gubernamentales con una valoración positiva, se espera que su implantación facilite la conservación de los primates diurnos del área urbana de Villavicencio, ya que es un punto de confluencia vital para su nicho ecológico.

Palabras clave: Primates, conservación *in situ*, Villavicencio.

## ABSTRACT

Changes in land cover associated with urban expansion generate forest fragmentation and wildlife habitat loss. These changes negatively affect primates, forcing them to inhabit urban forested areas and coexist with humans. Therefore, this work proposes a conservation strategy for diurnal primates in the consolidated urban area of Villavicencio (Meta), based on their distribution and conflicts. In data obtention, 140 semi-structured interviews were conducted with the city inhabitants, in order to identify the diurnal primates' species presence and the characteristics of the anthropic intervention on them. For this, the consolidated urban area of Villavicencio was divided into 12 grids on the cartographic base 1: 25,000 of the Villavicencio Territorial Ordinance Plan 2015. Five people were surveyed by neighborhood within each grid and the reports were confirmed with focal field observations. The data was condensed into distribution maps and ecological niche of the diurnal primates in the urban area of Villavicencio and Colombia with Geographic Information Systems (GIS) such as QGIS and DIVA-GIS, on which the bioclimatic aptitude for each species was determined. In addition, the quality of the urban landscape was analyzed in terms of the habitat availability with the V-Late extension on ArcGIS GIS, furthermore with the conflictive anthropic interventions analysis by field observations, Non-Governmental Organizations (NGOs) ) and community's reports spatialized in ArcGIS and QGIS, based on the above, a *in situ* conservation strategy is proposed for the analyzed species. As results, the respondents reported sighting diurnal primates' species such as *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Plecturocebus ornatus*, *Alouatta seniculus* and *Sapajus apella*, which was confirmed in the field. *S. c. albigena* was the most frequent species in the wooded areas surrounding the urbanized sites, while the other species were in the urban limit with more forest coverage. The ecological niche analysis allowed to identify that the areas with optimal bioclimatic aptitude for the studied species are less than those considered by reference NGOs for the extinction risk threat analysis, being *P. ornatus* the species with a more vulnerable condition because it is endemic. The urban landscape of the Villavicencio city presented 325 forest fragments located mainly in riparian buffers (RH in spanish) with a total area of 3548.75ha, of which 63% have an area below the minimum vital domain area (ADV in spanish) of the studied species. These forests fragments present a tendency to linearity in 61% and 45% are disconnected, from the point of view of the displacement capacity of the species in bipedalism. The analysis

showed that the conflictive anthropic interventions most frequent were: deforestation, invasion and contamination of RH, lack of connectivity between forest fragments and negative interactions with the community. This work proposes a conservation strategy based on three axes: RH restoration with native botanical species, metallic wildlife pass monitored with trap cameras and environmental awareness with the mobile application "Ubica un primate". This strategy was socialized widely to different governmental and non-governmental environmental entities with a positive assessment, it is expected that its implementation facilitates the diurnal primates conservation on the Villavicencio urban area, since it is a vital point of confluence for its ecological niche.

Key words: Primates, *in situ* conservation, Villavicencio.



## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	3
DEDICATORIA.....	4
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE FIGURAS.....	11
INTRODUCCIÓN .....	14
FUNDAMENTOS TEORICOS .....	17
Conservación de primates .....	17
Modelos de distribución de especies o nicho ecológico.....	18
Marco legal para la conservación .....	19
Estrategias de conservación.....	19
Conservación <i>ex situ</i> .....	20
Conservación <i>in situ</i> .....	21
Áreas protegidas.....	21
Rondas hídricas.....	22
Educación ambiental.....	22
METODOLOGIA.....	23
Área de estudio.....	23
Métodos de campo .....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
Análisis de la distribución de los primates diurnos de Villavicencio .....	30
Conflictos en las áreas de distribución de los primates diurnos.....	48
Interacciones de la comunidad con los primates diurnos .....	55
Propuesta de estrategia de conservación.....	61
Restauración de rondas hídricas.....	62
Pasafaunas .....	64
Educación ambiental .....	67
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES .....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	73
Anexos .....	856
Anexo 1: Formato de Entrevista .....	866
Cuestionario (modificado de Gallo 1989) .....	866

Anexo 2: Catalogo fotográfico de primates diurnos.....	88
Anexo 3: Consentimiento informado de la entrevista con fines academico .....	90
Anexo 4: Diversidad de flora del fragmento de Distrito de Conservacion de Suelo Kirpas- Pinilla-La Cuerera=Finca Juanambú, de interés para la restauración (Fuente: Astwood, 2013 no publicado).....	91
Anexo 5: Tipos de pasafaunas y costos para cada pnto de Vilavicencio (Fuente: Amanda <i>et al.</i> , 2015; Carretero-Pinzón, 2016; Coviandina, 2018).....	95
Anexo 6: Impacto de los ejes de la estrategia de conservación.....	96
Anexo: 7 Artículo científico .....	977

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área urbana consolidada de la ciudad de Villavicencio (Meta), según el POT 2015. (Fuente: Organizado en Q Gis por Buitrago-Valenzuela, D.C.; Ortiz-Moreno, M.L). .....	25
<b>Figura 2.</b> Clasificación del suelo urbano de Villavicencio (Fuente: Alcaldía de Villavicencio POT (2015), escala 1:25.000). .....	26
<b>Figura 3.</b> Registros de primates diurnos en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por Buitrago-Valenzuela, D.C.; Ortiz-Moreno, M.L). .....	32
<b>Figura 4.</b> Especies de primates diurnos más frecuentes en el área urbana de Villavicencio reportadas en las entrevistas realizadas (Fuente: Elaborado por los autores; Fotos: Carretero-Pinzón, 2017). .....	33
<b>Figura 5.</b> Modelo de nicho ecológico (MNE) para las cuatro especies con datos de GBIF (Distribución potencial (DP)). A. <i>Alouatta seniculus</i> ; B. <i>Saimiri cassiquiarensis albigena</i> ; C. <i>Sapajus apella</i> ; D. <i>Plecturocebus ornatus</i> . (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.) .....	35
<b>Figura 6.</b> Modelo de nicho ecológico (MNE) para las cuatro especies con datos de GBIF y entrevistas (Distribución presuntiva (DPR)). A. <i>Alouatta seniculus</i> ; B. <i>Plecturocebus ornatus</i> ; C. <i>Saimiri cassiquiarensis albigena</i> y D. <i>Sapajus apella</i> . (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.) .....	36
<b>Figura 7. A.</b> Modelo de nicho ecológico (MNE) de los primates estudiados basado en datos de GBIF, entrevistas y observaciones en campo (Distribución real (DR)) en DIVA-GIS. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.); <b>B.</b> MNE de los primates estudiados (Distribución real (DR)) para el departamento del Meta. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.) .....	37
<b>Figura 8.</b> Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de <i>Alouatta seniculus</i> en Diva- GIS (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.) .....	38
<b>Figura 9.</b> Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de <i>Plecturocebus ornatus</i> en Diva- GIS (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.) .....	39
<b>Figura 10.</b> Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de <i>Sapajus apella</i> en Diva- Gis (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.) .....	40
<b>Figura 11.</b> Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de <i>Saimiri cassiquiarensis albigena</i> en Diva- GIS (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.) .....	41
<b>Figura 12.</b> Mapas de la distribución (MNE) para las cuatro especies de la IUCN en Q- GIS. a. <i>Aloutta seniculus</i> , b. <i>Plecturocebus ornatus</i> , c. <i>Saimiri casiquiarensis albigena</i> y d. <i>Sapajus apella</i> (Fuente: Desarrollado por: Buitrago-Valenzuela, D. C.) .....	42
<b>Figura 13.</b> Uso y cobertura del suelo en el área urbana de Villavicencio (Organizado por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L.) .....	45

<b>Figura 14.</b> Comparación de la distribución de los primates estudiados con la distribución según IUCN (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortíz-Moreno, M. L.) .....	46
<b>Figura 15.</b> Índice de forma de los fragmentos de bosque en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.) .....	47
<b>Figura 16.</b> Tamaño de los fragmentos boscosos en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.).....	47
<b>Figura 17.</b> Perímetro de los fragmentos de bosques en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.) .....	48
<b>Figura 18.</b> Distancia al fragmento similar más próximo en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.) .....	48
<b>Figura 19.</b> Conflictos ambientales presentes en la ciudad de Villavicencio por la deforestación en los humedales para la urbanización, Humedal Kirpas-Pinilla-La Cuerera (Fotos: Comunidad del sector y Fundación William Barrios). .....	49
<b>Figura 20.</b> Contaminación por residuos líquidos y sólidos, además de ocupación en las rondas hídricas <b>A</b> , Caño Buque en el sector de la Alborada. <b>B</b> , Caño Maizaro sector Venecia (Fotos: Colegio Departamental San Francisco de Asís y la comunidad).....	50
<b>Figura 21.</b> Conflictos por afectación en rondas hídricas con presencia de primates diurnos en la ciudad de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortíz-Moreno, M. L.) .....	51
<b>Figura 22.</b> Cambios en el Área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis, comparación del área en el POT (2015) vs imagen satelital de Google Earth 2017, y posibles formas de restituir la conectividad con los fragmentos aledaños (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortíz-Moreno, M. L.) ...	53
<b>Figura 23.</b> Presencia de <i>Sapajus apella</i> en Balmoral y <i>S.c. albigena</i> en las viviendas del barrio Américas. (Fotos: Lozano-Amaya F & Herrera-Edison).....	54
<b>Figura 24.</b> Pasafauna inadecuado para la especie <i>S.c. albigena</i> presente en el barrio Amarillo (Fotos: Buitrago-Valenzuela.D.C). .....	54
<b>Figura 25.</b> <i>Plecturobebus ornatus</i> del área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis acercándose a un conjunto residencial en busca de alimento (Fotos: Vargas-Hernando y Buitrago-Valenzuela.D.C).....	55
<b>Figura 26.</b> Horarios de observación de los primates diurnos en las áreas analizadas de la ciudad de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.).....	56
<b>Figura 27.</b> Tipo de alimentación suministrada por las comunidades en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.).....	57
<b>Figura 28.</b> Sitios donde las personas observaron a los primates diurnos en el área urbana consolidada de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C). .....	57
<b>Figura 29.</b> <i>S.c. albigena</i> recibiendo banano en el Asadero Santandereano, vía Acacias y Amarillo (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C y Rubiano-Karen).....	58

<b>Figura 30.</b> <i>S.c. albigena</i> recibiendo alimento en el barrio Américas (Fotos: Ceballos-Ladino, L.A).....	58
<b>Figura 31. A.</b> Presencia de una hembra de <i>S.c. albigena</i> albina. <b>B.</b> Zona de alimentación de <i>Saimiri cassiquiarensis albigena</i> aledaña al centro comercial Villacentro, en un comercio ambulante de frutas (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C & Pava-Silva C.M). .....	59
<b>Figura 32.</b> Proyectos realizados por la comunidad para conservar las especies, tales como parques y pasafaunas (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C). .....	60
<b>Figura 33.</b> Señalización en la carrera 40, centro comercial Primavera Urbana (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C).....	60
<b>Figura 35.</b> Interfaz del Aplicativo “Ubica un primate” (Fuente: Desarrollado en Play Store disponible desde febrero del 2018). .....	69
<b>Figura 36.</b> Socialización del trabajo de grado en los entes gubernamentales y ONG´s relacionados con el área ambiental <b>A.</b> Secretaria de Medio Ambiente Alcaldía (SEMA) <b>B.</b> Bioparque Los Ocarros <b>C.</b> Fundación William Barrios <b>D.</b> Parques Nacionales Naturales de Colombia <b>E.</b> ESAP (Escuela Superior de Administración Pública). <b>F.</b> Coviandina Concesionaria Vial Andina. ....	70

## INTRODUCCIÓN

Colombia es un país mega diverso en especies (Romero *et al.*, 2007). La fauna silvestre constituye uno de los componentes de gran importancia del patrimonio ambiental del país. El valor de su existencia es clave para la dinámica de los ecosistemas, que a su vez influencia al contexto económico y sociocultural (MADS, 2012).

La fragmentación de los paisajes es una de las principales causas de los cambios físico-bióticos en los ambientes naturales, donde se altera su función y estructura generando pérdidas de conectividad, hábitat y aislamiento en las poblaciones biológicas, estos factores incrementan la vulnerabilidad de las especies a la extinción causando pérdida de biodiversidad (Rudas *et al.*, 2007). La pérdida de biodiversidad puede deberse a diferentes causas, las cuales se pueden dividir en directas (transformación del paisaje, introducción de especies foráneas, sobreexplotación de recursos biológicos, contaminación y cambio climático global) e indirectas (desconocimiento del potencial estratégico de la biodiversidad, expansión de la frontera agrícola, cultivos ilícitos, orden público y conflicto armado) (Chaves & Arango, 1997). En Colombia el crecimiento demográfico, la demanda de recursos naturales, la expansión urbana y agropecuaria introducen modificaciones sobre los ecosistemas, especialmente generando cambios en las coberturas vegetales (Etter *et al.*, 2006). En la Orinoquia se estima que la pérdida de hábitats supera los 1828 Km<sup>2</sup> (Sánchez-Cuervo *et al.*, 2012; Bonilla-Bedoya *et al.*, 2017) y Villavicencio ha sufrido cambios en su cobertura vegetal asociados con la deforestación con fines urbanísticos, para el establecimiento de monocultivos, ganadería extensiva y actividad minera (Mora & Trujillo, 2014; Latorre, O *et al.*, 2014; Ortiz-Moreno, 2015). Por su parte, el municipio de Villavicencio presenta un área total de 130.085 Ha aproximadamente, que se divide en dos categorías de uso del suelo, urbano y rural. En 1993, había 253.480 habitantes en el área urbana y 23.758 en la rural, y en 2012 incrementó a 455.171hab y 24.967hab, respectivamente (DANE, 2005). Esto representa un aumento del 44% de la población urbana y del 4.8% en la rural durante el período, que ilustra la creciente demanda por recursos naturales.

En Villavicencio el constante incremento poblacional genera enormes presiones para la expansión y adensamiento del área urbana que lleva a una reducción de hábitat para las diferentes especies, las cuales deben adaptarse o extinguirse a causa de la complejidad de la dinámica del uso del suelo, como es el caso de los primates (Soulé, 1991; Carretero-Pinzón *et al.*, 2017). Los cuales han tenido que generar estrategias de adaptación para ocupar bosques secundarios e incluso áreas urbanas con poca cobertura arbórea (Defler, 2004). Los primates cumplen roles importantes en los ecosistemas como dispersores de semillas manteniendo la diversidad vegetal de los bosques, función que se vería truncada con su extinción local (Defler & Rodríguez, 1998). Muchos estudios ignoran la influencia que tienen los primates en la composición del paisaje (Carretero- Pinzón, *et al.*, 2017).

El orden primates está amenazado por la destrucción de su hábitat en al menos 90% de sus especies, principalmente en los bosques tropicales los cuales sufren las mayores tasas de deforestación (Marsh, 2003). Los cambios en los ecosistemas causan variaciones en los parámetros ambientales y en la biogeografía de las especies que pueden llevar a la extinción local de grupos importantes de flora y fauna, debido al aumento de la tasa de mortalidad y efectos negativos en la reproducción, densidad y distribución espacial (Saunders *et al.*, 1991; Tamayo, 1997). La pérdida de hábitat hace que las especies de primates en Colombia sean más susceptibles a la reducción de sus poblaciones y la extinción local (Carretero- Pinzón, 2013a). Además la mayoría de primates enfrentan amenazas que ponen en declive sus poblaciones, como la caza y el tráfico para mascotas (Defler, 2004; Vié, *et al.*, 2008; Rodríguez- Mahecha, *et al.*, 2006).

En la actualidad poco se sabe de la distribución real de los primates diurnos en Colombia, especialmente en áreas urbanas de la Orinoquía, lo cual es fundamental para establecer programas de conservación *in situ* (Solari *et al.*, 2013). La falta de datos acerca de la distribución de los primates en el área urbana de Villavicencio dificulta el trabajo en conservación de entidades como Cormacarena (Corporación Ambiental Regional con jurisdicción en el área), la SEMA (Secretaría de Medio Ambiente) y ONG's, ya que no cuentan con estudios que ayuden a establecer áreas prioritarias de acción fuera de las áreas protegidas existentes, cuyos planes de manejo solo reportan la presencia de primates pero no tienen medidas específicas para su conservación (Prette, *et al.*, 2006). Por ejemplo, Ortiz-Moreno (2015) menciona un listado de 62 especies de animales con algún grado de amenaza de extinción presentes en las áreas protegidas de Villavicencio hasta el 2013. Sumado a esto las entidades ambientales no cuentan con recursos suficientes para proteger los primates y dichas áreas protegidas no cubren su distribución real, especialmente en zonas bajas, ya que la mayoría de las áreas protegidas se ubican en piedemonte (Ortiz-Moreno, 2015). Esto muestra que es necesario aportar información para priorizar los esfuerzos de conservación en áreas biológicamente importantes y a especies susceptibles de ser afectadas por la pérdida de hábitat.

Para ejemplificar tal situación se puede analizar el caso del mono zocay (*Plecturocebus (Callicebus) ornatus*), esta especie se ve restringida a pequeños fragmentos de bosque de la Cordillera Oriental de Colombia, estimándose que tiene un área de ocupación entre 57.94 ind/Km<sup>2</sup> y 1.073 ind/Km<sup>2</sup> (Carretero-Pinzón, 2013b). *P. ornatus* se caracteriza por tener un comportamiento social gregario en grupos familiares con actividades como acicalamiento, entrelazamiento de cola, vocalización y agresión, con una estrecha coordinación del grupo, al igual que el fuerte vínculo entre cada uno de los miembros y una baja natalidad (Basto, 2009). Por otra parte, *P. ornatus* es territorial evitando los encuentros con otros grupos biológicos como *Saimiri cassiquiarensis albigena* (Mico ardilla), *Sapajus apella* (Mono maicero), *Alouatta seniculus* (Mono aullador rojo), *Ortalis guttata* (Pava de monte) mientras que *Nasua nasua* (Coatí) y *Sciureus igniventris* (Ardilla) les son neutrales. Dichos encuentros se deben a sus

preferencias alimenticias que incluyen frutas, hojas, flores, tallos, insectos, hongos y huevos de aves (Basto, 2009).

El mono zocay (*P. ornatus*) se encuentra en el este de Colombia entre el Orinoco y el Amazonas, siendo endémico (van Roosmalen *et al.*, 2002; Jimenez & Ladino, 2015); pero debido a las presiones antropogénicas, como la deforestación, los cultivos y la expansión de los asentamientos humanos, su hábitat disponible cada día disminuye (Defler, 2004). Según la IUCN esta especie se encuentra catalogada como Vulnerable A2c, B1 ab (ii,iii) versión 3.1 para el 2008. (The IUCN Red List of Threatened Species, 2008). El área de dominio vital (ADV) de *P. ornatus* según Robinson (1977) es de 3.29 a 4.18 ha, y para Porras (2000) aumento a 14,5 h registrado en bosques de galería cerca de San Juan de Arama (Meta) y el promedio de recorrido diario para la investigación de Mason (1968) es de 570 m y para Polanco (1992) fue de 615.5m.

El mico ardilla *Saimiri cassiquiarensis albigena* distribuido en los bosques de galería de los Llanos Orientales es catalogado por la IUCN en preocupación menor (IUCN, 2008), dada su adaptabilidad a áreas perturbadas y buenos tamaños poblacionales, sin embargo es evidente que la distribución de esta especie se ve restringida en algunas zonas debido a la fragmentación de los bosques (Tamayo, 1977; Defler, 2004). Según Klein & Klein (1975) el ADV de *S. c. albigena* es de 65 a 130 ha en el Parque Nacional Natural Serranía de la Macarena, calculado con recorridos diarios en fragmentos de galería que varían entre 1.5 y 3.2 km (Carretero-Pinzón, 2008).

La especie *Alouatta seniculus* conocido comúnmente como mono aullador rojo habita al norte de Suramérica encontrándose en Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela, se encuentra en categoría de amenaza preocupación menor (LC) por la IUCN (Rylands *et. al*, 1995) y no se incluye en el listado CITES de Colombia. Sin embargo, *A. seniculus* es amenazado por la caza para el consumo de su carne en los Llanos Orientales colombianos, el tráfico de mascotas (Defler, 2010, Mantallana, *et al.*, 2012) y la pérdida de hábitat. El ADV de *A. seniculus* alcanza 182 ha (Palacios & Rodríguez, 2001). Los recorridos diarios reportados por algunos autores han sido de 340 m (Sekulic, 1982), 445 m (Rudran, 1979), 495.8 m (Cabrera, 1994) y 1150 m (Palacios & Rodriguez, 2001). Esta especie no se desplaza mucho mientras forrajea, ya que el mayor componente de su dieta son las hojas, patrón que puede cambiar debido a la disponibilidad (Palacios, 2003).

La especie *Sapajus apella* conocido comúnmente como mono maicero, es uno de los primates más frecuentes en el Neotrópico especialmente en Sudamérica (Wilson & Reeder, 2005), se encuentra en estado de amenaza “preocupación menor” según la IUCN (Rylands, *et. al*, 2015), puesto que cuenta con una amplia zona de distribución y presentan grupos grandes de individuos en vida silvestre. En Colombia la especie *Sapajus apella* que se encuentra en los Llanos Orientales está amenazada (Defler, 2003; Rodríguez- Mahecha, 2006). Según Di Bitetti (2001) el ADV es de 161 ha y su promedio de recorrido diario entre 80 ha y 125 ha (Janson, 1986).



Los primates han sido considerados de gran interés para la conservación, ya que pueden ser usados como especies bandera (Karanth, 1992; Vargas, 2002), debido a que la mitad de las especies de primates en el mundo están en peligro de extinción, son carismáticos y permiten la conservación en hábitats de gran importancia biológica cubriendo otras especies amenazadas (Chapman & Peres, 2001). Se pensaba que la principal amenaza de los primates era la caza indiscriminada, pero en la actualidad se considera que son más afectados por la pérdida de hábitat (Worman & Chapman, 2006). Por ello, es de suma importancia generar herramientas eficientes para el desarrollo de planes de conservación, siendo necesario contar con información de la ecología y la distribución real de las especies, tanto en bosques primarios como en áreas fragmentadas.

Con base en lo anterior el objetivo de este trabajo fue proponer una estrategia de conservación *in situ* para los primates diurnos que habitan el área urbana consolidada de Villavicencio basada en su distribución y conflictos.

La importancia de esta investigación radica en aportar a la sustentabilidad ambiental urbana, ya que los primates diurnos de la Orinoquía son especies en riesgo de extinción, carismáticas cuya conservación puede cobijar a otras componentes de la fauna y flora, además de un componente importante de los ecosistemas tropicales. La cartografía y análisis generados en este trabajo contribuyen a la revisión de la estructura ecológica principal de Villavicencio, la cual es consagrada en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y debe ser actualizada para cumplir con los Objetivos el Milenio y la Agenda 2030.

## FUNDAMENTOS TEORICOS

### Conservación de primates

Los primates son considerados uno de los grupos más diversos dentro de los mamíferos, ya que cuenta con alrededor de 230 especies, estos se clasifican en dos grupos principales: prosimios y antropoides. Los primates se encuentran principalmente en los bosques tropicales (Cowlshaw & Dunbar, 2000).

Los primates neotropicales, presentan diferentes tipos de dietas compuestas de frutos maduros suaves y duros, semillas como los de la palma de seje *Oenocarpus bataua* Mart. (Ocampo-Duran, *et al.*, 2013), insectos, vertebrados pequeños, hojas, nueces, hongos, exudados de árboles y néctar de flores (Adessi, *et al.*, 2007), determinando así su nicho espacial. La abundancia de frutos en los bosques húmedos tropicales, varía estacionalmente presentando mayor escasez de alimento al final de la época lluviosa y el comienzo de la época seca (van Roosmalen, 1997), llevando a los individuos a un probable efecto cuello de botella (García- Ruiz, *et al.*, 2007).

Teniendo en cuenta la falta de alimento estos organismos se ven forzados a buscar fuentes de alimentación alternativas, si no les es fácil encontrarlas se enfrentarían a una hambruna, lo cual afecta las tasas de reproducción y mortalidad (Peres, 1994). Entre los primates neotropicales, los de mayor talla son los que principalmente se ven afectados por la escasez de alimento, dado que son organismos que tienen una mayor biomasa, altos requerimientos calóricos y algunos presentan poca capacidad para migrar o reducir su metabolismo (Hutchinson, 1959).

Por otra parte, para establecer estrategias de conservación de las especies amenazadas es necesario obtener estimaciones de su densidad, estructura poblacional y distribución geográfica (Cowlshaw & Dunbar, 2000; DeFler, 2003). Todo esto con el fin de conocer la viabilidad poblacional (Guisan & Zimmermann, 2000; Morris & Doak, 2002), preferencia de hábitat y riesgo de extinción generando información que amplíe el conocimiento de la biología de la especie. Las acciones de conservación, establecimiento de planes estratégicos o cualquier otro tipo de iniciativa, requieren saber cómo y dónde está la especie de interés, siendo necesario un conocimiento previo de los componentes de la biodiversidad, para luego decidir sobre las estrategias de conservación más adecuadas (Gasca & Torres, 2013).

La distribución de una especie es la fracción del espacio geográfico donde está presente e interactúa con el ecosistema, determinada por factores biogeográficos, fisiológicos, así como ecológicos. A pesar de ser un atributo difícil de estimar, se ha descrito algunos patrones referentes a los tamaños, formas y límites del área de distribución (Grinnell, 1917; Rosenzweig, 1995; Alsos, *et al.*, 2009).

#### Modelos de distribución de especies o nicho ecológico

En la actualidad existen métodos que permiten hacer hipótesis certeras acerca de la distribución de las especies, por medio de la determinación de la distribución potencial, presuntiva y real de una especie, entendidas como: la potencial, es aquella establecida por geoestadística sobre parámetros ambientales que se basa en registros de presencia obtenidos de ejemplares que están en colecciones de museos o bases de datos (Templado, 1983); la distribución presuntiva a su vez usa la información disponible, del conocimiento comunitario como de la bibliografía, colecciones privadas y públicas (Guisan & Zimmermann, 2000). Por otra parte, la distribución real se basa en observaciones hechas en campo y datos de colecciones de referencia, en la cual se puede tener en cuenta el ambiente físico-biótico, las interacciones de cada organismo con el medio y otros individuos de diferente naturaleza (Lomolino, *et al.*, 2006; Pielou, 1977). Las distribuciones previamente descritas pueden ser obtenidas en sistemas de información geográfica (SIG) que permiten la superposición de capas de datos (Burrough & McDonnell, 1998).

Además de la geoestadística, el uso de modelos estadísticos permite hacer una aproximación de la distribución espacial de las especies, que puede ser: agregada cuando los individuos están distribuidos de forma no uniforme en el espacio, juntándose debido a las condiciones del medio que son heterogéneas; la uniforme que es rara en la naturaleza dado que no es influenciada por la competencia intra e interespecífica ni por la oferta de recursos; la aleatoria en la que cada individuo se ubica en el espacio de forma independiente de los demás y la espaciada cuando los individuos se evitan entre sí principalmente por competencia intraespecífica (Morlans, 2004). En primates se ha descrito patrones de distribución espacial agregados, como en las especies gregarias Ej: *Saimiri* (mono ardilla) (Carretero-Pinzón *et al.*, 2017), y espaciados como en las especies cuyos individuos son solitarios y territoriales Ej: *Pongo* (orangután) (Kanamori *et al.*, 2015; Wich *et al.*, 2016). Conocer la distribución real de las especies es vital para el desarrollo de estrategias de conservación exitosas.

#### Marco legal para la conservación

En Colombia existe la Política Nacional de Biodiversidad (PNGIBSE), la cual establece un marco general para conducir y facilitar las estrategias nacionales relacionadas con la gestión de los recursos biológicos; incluyendo aspectos puntuales como: conservación, conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad. Las acciones de conservación son encaminadas a la protección de la fauna y flora amenazada por la intervención antrópica. Los primates en peligro de extinción en Colombia son afectados principalmente por la pérdida de hábitat, comercio como “carne de monte” especialmente en la Amazonia, cacería por diversión o deporte y tráfico de mascotas, aunque la Normativa Ambiental Colombiana (decreto 1608 de 1978) y Penal (Ley 599 de 2000) prohíbe la captura, comercio y tenencia de la fauna silvestre, aún existe el comercio, especialmente de las especies *Saguinus oedipus*, *Sanguinus leucopus* y *Callicebus caquetensis*, cuyas poblaciones están en peligro de extinción debido a la disminución de los individuos en su hábitat y falta de reservas para su protección. A pesar de los esfuerzos por las entidades ambientales, faltan aún reservas que protejan los primates (Defler, 2013).

#### Estrategias de conservación

La conservación de la diversidad biológica es un problema global, que debe enfrentarse con estrategias regionales en el corto, mediano y largo plazo. La biología de la conservación es una disciplina dedicada a la preservación, rescate, manejo, estudio y uso del patrimonio que representa la biodiversidad. Las estrategias de conservación proponen minimizar las amenazas que se están generando por parte de la pérdida de hábitat, fragmentación, sobre explotación y contaminación. De manera que se mitigue o disminuya las amenazas a las especies por medio de herramientas biofísicas y socioeconómicas; de las cuales la gestión del territorio es fundamental, al igual que las regulaciones a la caza y afectación del hábitat, así como la generación de los libros rojos de especies amenazadas y los programas de educación ambiental (Primack, 2000).

La conservación puede realizarse en dos formas: *in situ* y *ex situ*. Estas dos aproximaciones son complementarias y permiten garantizar la conservación del patrimonio genético de las especies en el mediano y largo plazo, de tal modo que se integren con los planes de desarrollo sustentable de las diversas regiones. Esta integración es necesaria para lograr la conservación de la biodiversidad en el tiempo (Pezoa, 2001).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), define que: la conservación *in situ* “es la conservación, manutención y recuperación de poblaciones viables en sistemas dinámicos y evolutivos del hábitat original o, en el caso de especies cultivadas, en el entorno en que hayan desarrollado sus características” y la conservación *ex situ* se define como “la conservación de muestras genéticamente representativas de las especies o cultivos, que se mantienen viables a través del tiempo, fuera de sus hábitats naturales o lugares de cultivo, en ambientes controlados y con el apoyo de tecnologías adecuadas” (Frankel & Soulé, 1992). Por ende, los bancos de ADN son también una forma de conservación *ex situ* (Días & Espinoza, 2011), que permite almacenar material genético y así aumentar la viabilidad de las especies con bajos tamaños poblacionales, al contar con gametos o células vegetativas, que puedan dar origen a individuos que aumenten la variabilidad genética de la especie de interés mediante biotecnología, tal y como se ha hecho con las *cheetahs* (León, 2018).

#### Conservación *ex situ*

En cuanto a estrategias de conservación *ex situ*, es decir aquellas que implican sustraer a los organismos de su hábitat, en Colombia actualmente existen convenios entre asociaciones sin ánimo de lucro, parques, zoológicos y el Ministerio del Medio Ambiente donde implementan planes de conservación y recuperación de fauna amenazada, la cual es decomisada del tráfico para mascotas. Los individuos son rehabilitados pero difícilmente reintroducidos en sus hábitats naturales, obligándolos a pasar el resto de sus días en cautiverio. La Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios (Acopazoa), que agremia instituciones como: el Zoológico de Cali, Bioparque Los Ocarros, Guátika, Fundación Zoológico Santacruz, Fundación Zoológico de Barranquilla, Fundación Proyecto Tití, Parque Explora Medellín, Acuario y Museo del Mar del Rodadero, Oceanario Islas del Rosario, Mundo Marino, Piscilago, Parque recreativo y zoológico Santa Fé y Aviario Nacional de Colombia; promueven el fortalecimiento de centros de conservación integral de la biodiversidad. Días y Espinoza (2011) aplicaron medidas de conservación *ex situ* a la recuperación de primates en México y que generaron elevados costos por la alta dependencia de la intervención humana. Por ello, en esta investigación este tipo de estrategias no serán consideradas.

## Conservación *in situ*

Los programas de conservación donde se pretende mantener a los organismos de interés dentro de su hábitat se encuadran dentro de la conservación *in situ*, que se basa en el manejo del hábitat y de la resiliencia de las especies.

Las estrategias de conservación con mayor éxito son las generadas para especies que cuentan con una evaluación de su estado poblacional (Rueda *et al.*, 2011), como el Plan de conservación y manejo del Tití gris *Saguinus leucopus* (Günther, 1877) del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero Colombiano (Morales *et al.*, 2008). Los esfuerzos del Proyecto Tití han logrado llamar la atención sobre las amenazas a las que se enfrenta la especie y la necesidad de conservar a este primate endémico con programas de educación ambiental con actividades, tales como la celebración del Día del Tití donde la comunidad participa a través del arte y cultura, particularmente niños y jóvenes. Además de involucrar el desarrollo sostenible con actividades orientadas a proteger los bosques, generando alternativas de ingresos para las comunidades rurales, desestimulando la deforestación y la pérdida de hábitat (Savage *et al.*, 2012).

Wong & Carrillo (1994), propusieron una estrategia de conservación del mono Tití integrada por: el desarrollo de planes de educación ambiental dirigidos a las comunidades, consolidación de Parques Nacionales, inclusión de la conservación dentro de los POT, centros de recuperación y readaptación del mono Tití y manejo del hábitat mejorando la calidad del mosaico de vegetación en Costa Rica. Esfuerzos de este tipo han logrado acciones directas de conservación como la declaratoria del Parque Natural Regional Los Rosales (Acuerdo 00015 del 2011 de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico- CRA), que consta de 1.304 hectáreas de bosques protegidas para conservar al Tití cabeciblanco, además de las especies de fauna y flora que se encuentran en su hábitat. La declaración de áreas protegidas, como parques nacionales y reservas biológicas se considera una herramienta de conservación *in situ* (Kattan & Naranjo, 2008). En Colombia se realiza con base en el valor paisajístico, representatividad ecosistémica, presencia de especies amenazadas o por la prestación de servicios ambientales.

## Áreas protegidas

Las acciones de conservación, establecimiento de planes estratégicos o cualquier otro tipo de iniciativa, requieren saber qué es lo que se tiene, cómo y dónde, obtener un conocimiento previo de los componentes de la biodiversidad es necesario para decidir sobre las estrategias de conservación más adecuadas (Gasca & Torres, 2013).

Las áreas prioritarias para la conservación *in situ* hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que son parte de la Unidad Administrativa Espacial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (Andrade & Corzo, 2011). El SINAP, junto con los miembros del Sistema Nacional de Medio Ambiente

(SINA), está encargado de priorizar la conservación de ecosistemas a su valor ecológico y las problemáticas ambientales específicas.

Colombia cuenta con Parques Nacionales en la Región de la Amazonia, Andes Nororientales, Andes Occidentales, Caribe, Orinoquía y el Pacífico. La Región de la Orinoquía cuenta con: el Parque Nacional Natural Cordillera de Los Picachos (447.740 ha), Parque Nacional Natural Chingaza (76.600 ha); Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena (629.280 ha) con presencia de primates como: *Alouatta seniculus*, *Plecturocebus ornatus*; Parque Nacional Natural El Tuparro (548.000 ha); Parque Nacional Natural Tinigua (208.000 ha) con *Lagothrix lagotricha* y *Ateles belzebuth*; finalmente el Parque Nacional Natural Sumapaz (223.179 ha).

Para el municipio de Villavicencio, el artículo 20 del POT (2015) sobre la Clasificación de Áreas Protegidas, define 11 áreas: Áreas Protegidas Nacionales: La Reserva Forestal Protectora (RFP) Quebrada Honda, caños Parrado y Buque comúnmente denominada Buenavista; la RFP de la Cuenca Alta del Caño Vanguardia y Quebrada Vanguardiuno y la RFP Cerro Vanguardia. Como Áreas Protegidas Regionales están: el Parque Natural Regional Quebrada Honda, El Distrito de Conservación de Suelos (DCS) Kirpas-Pinilla-La Cuerera, Área de Recreación (AR) Parque Ecológico Humedal Coroncoro, AR Parque Ecológico Humedal Charco-Oasis, AR Parque Ecológico Humedal Calatrava, AR Parque Ecológico Humedal Caracolí, AR Parque Ecológico Humedal Zuria, Área de Importancia Ecológica Catatumbo y como Reserva Natural de la Sociedad Civil la Reserva Natural Halcón Colorado-Lote 1.

#### Rondas hídricas

Las rondas hídricas (RH) son de gran importancia para la conservación de primates debido a que albergan los remanentes de cobertura vegetal arbórea en el paisaje, por ello requieren de conservación y restauración. Las RH son definidas en el artículo 11 y 13 del Decreto 1541 de 1978, como la franja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efectos de las crecientes ordinarias por efectos de lluvias o deshielo y la divagación del cauce, indicando así que “para los efectos de aplicación del artículo anterior se entiende por RH, la línea o niveles ordinarios de las cotas promedios de los últimos quince (15) años, tanto para las máximas como mínimas” (CAR, 2012).

Por otra parte, una estrategia de conservación debe incluir, entre otros aspectos, la educación ambiental (Comisión Nacional del Medio Ambiente Chileno, 2003).

#### Educación ambiental

Las evidentes problemáticas que han dado lugar a la crisis ecológica son síntomas de un desorden en los valores ambientales de las comunidades, debido al deseo de explotar la naturaleza más allá de la capacidad de carga de los ecosistemas,

por ello el consumismo y extracción irracional de recursos naturales generan conflictos ambientales (Nuévalos, 2008).

A nivel mundial, según Cruces (1997) la problemática socio-ambiental pone en peligro el futuro de la humanidad, por ello el Club de Roma en 1968, planteo seis aspectos importantes para evitar impactos ambientales irreversibles: control de la explosión demográfica, evitar la contaminación, aumentar la eficiencia en el uso de la energía, disminuir el desequilibrio económico entre países, tomar medidas para enfrentar la crisis de valores y reformular las políticas de desarrollo. Estableciendo la alternativa de necesidad de generar conciencia en la opinión pública con un proceso educativo especializado. Tales aspectos del informe del Club de Roma son objetivos que se manejan en la educación ambiental en la actualidad (Zabala & García, 2008).

El término educación ambiental se utilizó por primera vez en la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente de 1972 en Estocolmo, desde ahí se generan las acciones educativas de concientización para conservar el medio ambiente a nivel mundial, regional y local. La educación ambiental constituye una herramienta necesaria para orientar y reflexionar sobre la relación hombre-medio ambiente para generar una nueva ética ambiental (Fabelo, 2004; Zabala, 2008). Los enfoques en la educación ambiental no solo son ecológicos también consideran aspectos económicos, sociales, legislativos y culturales.

La sustentabilidad ambiental implica desarrollar programas que permitan sensibilizar sobre las problemáticas ambientales sus causas, consecuencias, para reconstruir los valores sociales y cambiar los comportamientos a través de la educación ambiental (Pujol y Villanueva, 1998). Esta incluye el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje comunitarios (Tréllez, 2002), empleando estrategias didácticas como talleres, exposiciones fotográficas, conferencias eventos de divulgación, entre otros (Duarte, 2011). Los cuales pueden ser aplicados a la conservación de los primates y de su hábitat.

## **METODOLOGIA**

### Área de estudio

Este trabajo se llevó a cabo en el municipio de Villavicencio (Fig 1 y 2), ubicado en las coordenadas geográficas 4°08'33"N y 73°37'46"O, en el departamento del Meta (Colombia). El municipio cuenta con una extensión de 133.085 ha, divididas en 5.208 ha de área urbana y 127.877 ha de área rural (Alcaldía de Villavicencio, 2009). Posee un rango altitudinal desde los 120-3660 msnm determinado por la Cordillera Oriental, lo cual conlleva a temperaturas medias que van desde los 6°C a 27°C, con clima tropical (IDEAM, 2005; Villavicencio, 2013) y precipitación media anual de 4300 mm (Villavicencio, 2013; Leyva, 2003).

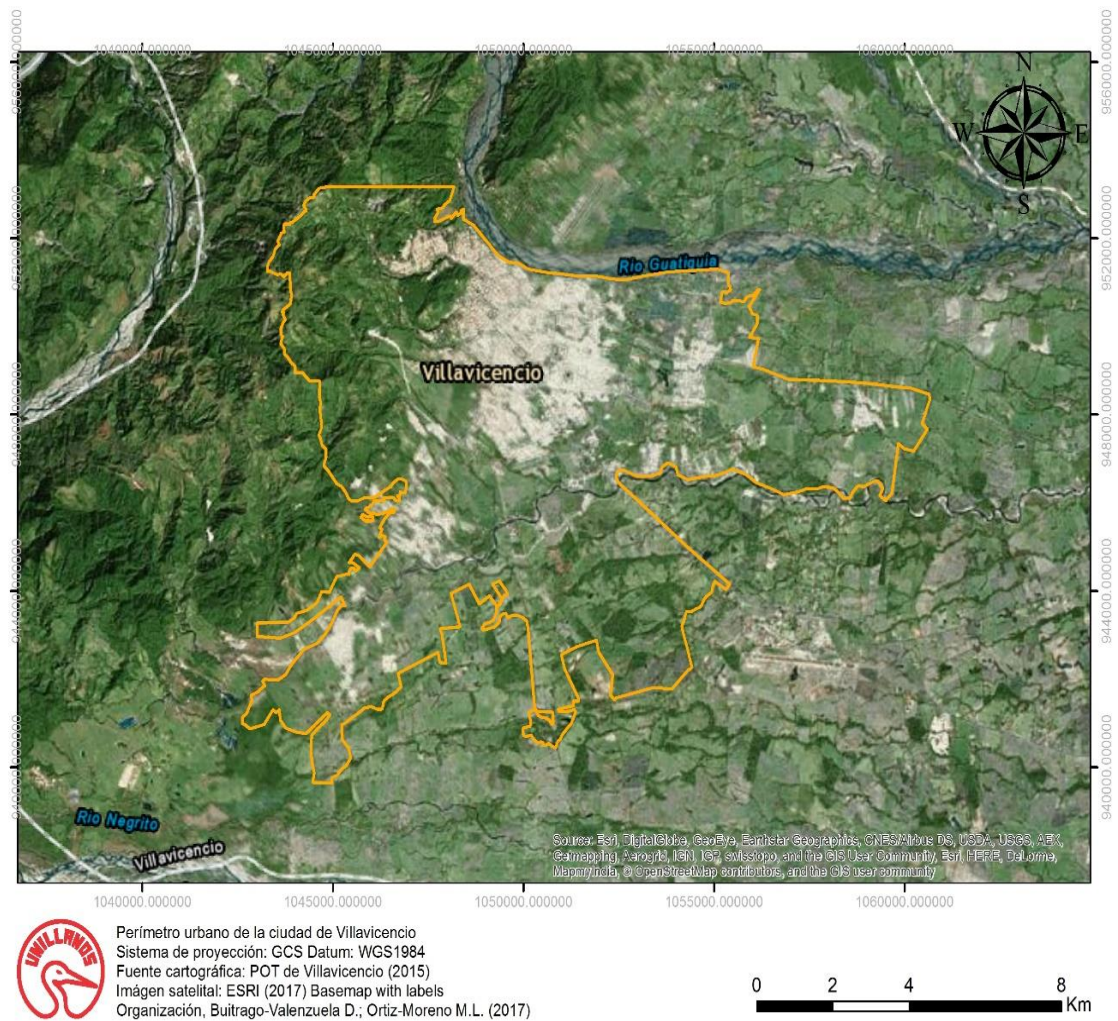
## Métodos de campo

El área urbana de la ciudad de Villavicencio se dividió en cuadrículas con base en el plano de clasificación de uso del suelo urbano del POT (2015) (con una escala de 1:25.000, Fig 2). De esta manera se obtuvieron 12 cuadrículas, las cuales fueron visitadas en su totalidad con al menos un muestreo en campo, para ello la selección de los barrios dentro de las cuadrículas tuvo en cuenta la presencia de cobertura arbórea confirmada con el visualizador geográfico Google Earth y el análisis de la facilidad de acceso, en términos de seguridad. Un total de 28 barrios, de los 235 reconocidos por la Alcaldía de Villavicencio (2012) fueron visitados, los cuales fueron representativos considerando que aproximadamente el 71% de los barrios de la ciudad son informales, tienen un tamaño heterogéneo (Ortiz-Moreno, 2015; Alcaldía de Villavicencio, 2013) y representaron el 100% de las cuadrículas.

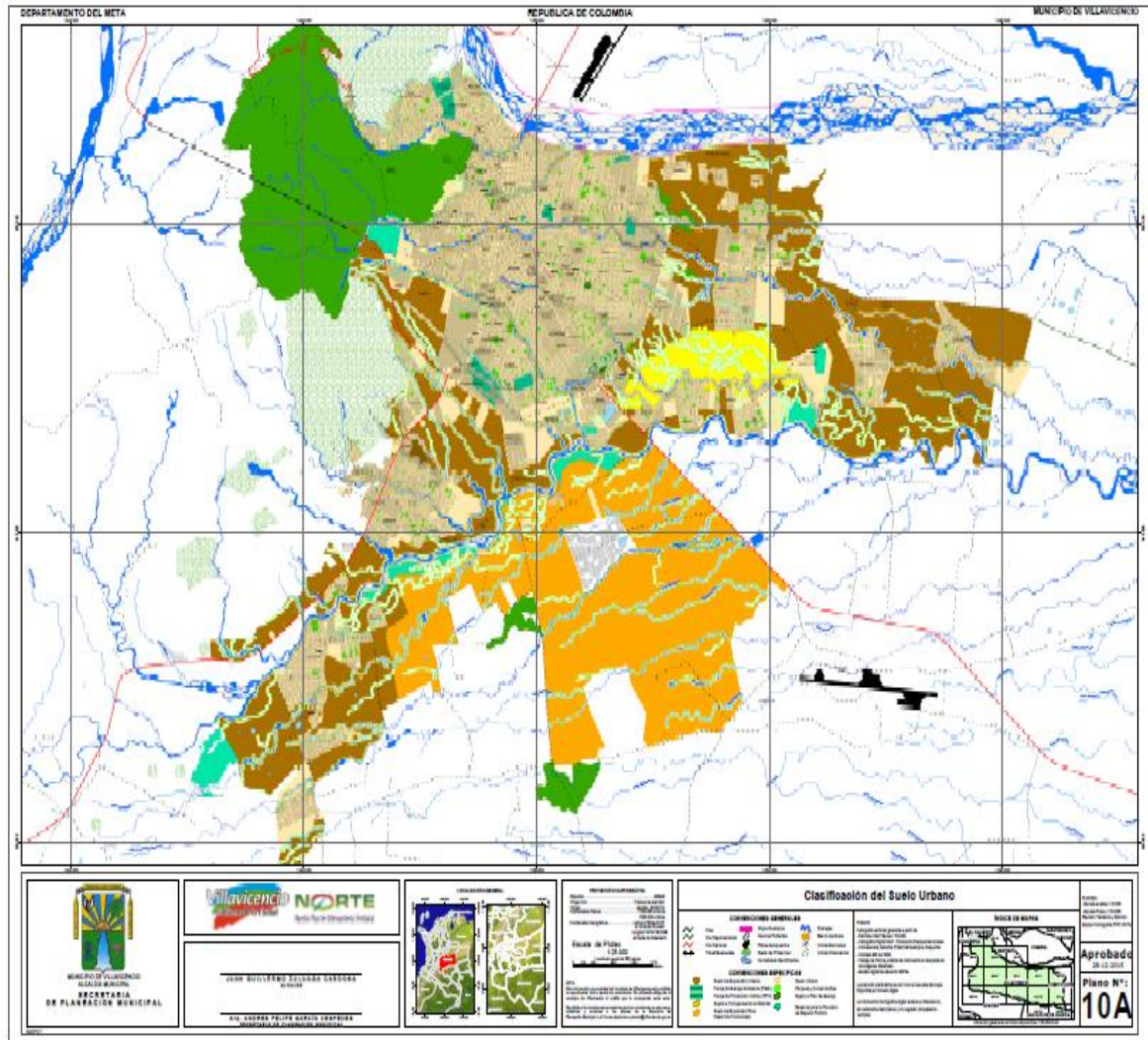
Para identificar las cuadrículas donde hay presencia de primates se realizó entrevistas tipo encuesta a los habitantes de los barrios seleccionados. Las entrevistas se realizaron mediante conversaciones informales sobre una encuesta basada en el trabajo de Gallo-Reynoso (1997), que contiene preguntas tales como ¿Hay presencia de primates en el sector?, ¿Horarios en que se observan?, entre otras (Anexos, formato de la encuesta). Las entrevistas fueron semiestructuradas con preguntas abiertas y cerradas, presentando un catálogo fotográfico de las posibles especies de primates presentes según Defler (2010). Durante las entrevistas también se registró como interactúan los habitantes de Villavicencio con las especies identificadas y que conflictos se presentan en sus áreas de distribución. El contenido de las entrevistas fue desarrollado con base en los resultados de una prueba piloto aplicada a 28 personas, con su respectivo consentimiento informado (Anexos 1, 2, 3).

Se realizaron cuatro visitas con cinco entrevistas en cada uno de los 28 barrios seleccionados, para un total de 140 entrevistas. Cuya información fue confirmada con observaciones en campo, en las cuales se registró las coordenadas geográficas en UTM WGS84 de los puntos específicos donde hay presencia de primates diurnos, mediante GPS (empleando la aplicación móvil Handy GPS y confirmadas en Google Earth), además se fotografió los ejemplares para su posterior identificación (la cuál contó con el apoyo de la Dra. Xyomara Carretero-Pinzón, primatóloga especialista en *P. ornatus*). Las observaciones en campo fueron focales, con una duración de 40 minutos por cada punto, en horarios donde los habitantes indicaron la presencia de primates (Buendía *et al*, 1999).





**Figura 1.** Área urbana consolidada de la ciudad de Villavicencio (Meta), según el POT 2015. (Fuente: Organizado en Q Gis por Buitrago-Valenzuela, D.C.; Ortiz-Moreno, M.L.).



**Figura 2.** Clasificación del suelo urbano de Villavicencio (Fuente: Alcaldía de Villavicencio POT (2015), escala 1:25.000).

A continuación se presentan las actividades que fueron desarrolladas para alcanzar los objetivos del trabajo:

**Determinar la distribución de primates diurnos en el área urbana consolidada de Villavicencio, con base en registros de presencia, encuestas y referentes en DIVAGIS.**

DIVA-GIS es un sistema de información geográfica (GIS) especializado en analizar las distribuciones de especies y puede emplearse para: patrones geográficos, ecológicos y genéticos. Las funciones analíticas en DIVA-GIS incluyen el mapeo de riqueza y diversidad; mapeo de la distribución de rasgos específicos; identificar áreas de elevada diversidad para predecir la posibilidad de encontrar una especie en áreas que aún no han sido exploradas, además de estudiar la distribución de ciertos rasgos de interés; seleccionar y diseñar áreas con el objeto de realizar conservación *in situ*. DIVA-GIS puede extraer datos climáticos para todas las localidades en el planeta; y mapear la diversidad basada en datos de marcadores moleculares. También puede emplearse para el análisis de auto correlación espacial, y en el modelamiento de nichos ecológicos (MNE) o análisis de distribución de especies (MDE), utilizando los algoritmos BIOCLIM y DOMAIN (con predicciones para climas presentes y futuros) (Hijmans *et al.*, 2004).

BIOCLIM es una herramienta de modelado correlativo que interpola hasta 35 parámetros climáticos para cualquier ubicación en el planeta en la cual la latitud, longitud y elevación son conocidos (Nix, 1986; Houlder *et al.*, 2001). Se puede usar para describir el entorno en el que la especie ha estado registrada, identificar otros lugares donde puede residir actualmente e identificar dónde puede ocurrir en escenarios climáticos alternativos. El programa posee un modelo basado en el rango que describe una especie climática sobre un volumen rectilíneo, es decir, que una especie puede tolerar ubicaciones donde los valores de todos los parámetros climáticos encajan dentro de los valores extremos determinados por el conjunto de ubicaciones conocidas (Carpenter *et al.*, 1993).

El modelo de nicho ecológico divide el área de estudio en perfiles bioclimáticos, resultando en una envoltura ambiental multidimensional rectilínea considerando que las condiciones ambientales no se encuentran de forma homogénea en el espacio (Jackson *et al.*, 2001; García, 2006). De esta manera, presenta diferencias en el tamaño del área de predicción para cada especie, se asume que el clima en los puntos de observación de una especie es representante de la gama ambiental del organismo. El clima en estos puntos se utiliza como el sistema de calibración para computar un modelo de la probabilidad de presencia en base al clima (Jarvis *et al.*, 2005), siendo estos sitios los más viables para la presencia de cada una de ellas y así establecer estrategias de conservación *in situ*.

Por lo tanto, se puede suponer que una especie estará presente en un punto dado donde se cumplen tres condiciones: (1) Las condiciones abióticas deben ser

favorables en la región (es decir, donde la aptitud física independiente de la densidad es positiva); (2) Un apropiado conjunto de especies está presente (por ejemplo, huéspedes, fuentes de alimentos, polinizadores, dispersores de semillas, micorrizas) o ausente en la región (por ejemplo, competidores fuertes, enfermedades, depredadores especializados); (3) La especie estará presente solo en una región, a la que puede acceder desde áreas de distribución establecidas en un tiempo ecológico (es decir, las limitaciones de dispersión no son una consideración) (Soberón & Peterson, 2005).

El nicho fundamental (NF) o la distribución potencial (DP) de una especie (Hutchinson, 1957). Se entiende como el área donde se dispersan los individuos o pequeñas poblaciones de las especies que llegaron a cualquier lugar de las áreas donde los factores limitantes de naturaleza biótica (si los hay), determinarán el crecimiento de la población. Por otra parte, la expresión del nicho realizado (NR) o distribución real (DR) de la especie se da cuando las condiciones abióticas son adecuadas para que se dé el crecimiento poblacional de la especie y se tiene en cuenta el impacto poblacional del conjunto de competidores, depredadores y enfermedades (Hutchinson, 1957). La distribución potencial (DP) de una especie se identifica mediante la interpolación del clima dentro cada celda de la grilla de un Modelo de Elevación Digital (DEM) comparándolo con el perfil climático.

La distribución potencial (DP) de primates urbanos se analizó por medio de DIVAGIS, con base en los datos de presencia del GBIF (Global Biodiversity Information Facility) y climáticos de BIOCLIM para Colombia.

La distribución presuntiva (DPR) de primates se analizó con DIVAGIS empleando los datos tomados de las entrevistas realizadas a las comunidades, adicionadas a los datos empleados en la distribución potencial (DP).

La distribución real (DR) se obtuvo por medio de las observaciones directas, entrevistas y datos obtenidos en el GBIF y BIOCLIM, de esta manera se logra obtener un modelo de nicho ecológico (MNE) ajustado al nivel de conocimiento disponible de las especies de interés. Moreno (2005) empleo este tipo de análisis de datos para obtener la distribución, uso de hábitat y estimación del estado de conservación de la especie *Bradypus variegatus* (perezoso de tres dedos), metodología que es replicable en otras especies.

### **Determinar la calidad de paisaje para las especies de primates diurnos con base en la cobertura vegetal en el área urbana consolidada de Villavicencio empleando la extensión Vlate de ArcGIS.**

El análisis de la calidad del paisaje fue realizado en términos de la disponibilidad de hábitat (CITA) para las especies estudiadas. La cartografía base fue el área urbana consolidada del POT (2015) de Villavicencio, la cual se convirtió en una imagen TIFF con el programa Photoshop portable, luego se georreferenció y superpuso a través del Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS, que permitió la digitalización de la imagen en pantalla a escala 1:25.000 y se realizó la

delimitación de los diferentes usos y coberturas del suelo observados con base en una imagen del satélite Geoeye (2017) en Villavicencio obtenida de de Google Earth.

Quantum GIS es un SIG de software libre que permite visualizar, editar, diseñar, exportar datos e imprimir mapas, la variedad y potencia de las herramientas, así como la gran cantidad de documentación y ejemplos disponibles, hacen de QGIS una de las mejores utilidades de análisis de datos geográficos disponible (Curiel, 2016).

Para determinar la cobertura vegetal del área urbana consolidada de Villavicencio se empleó QGIS, analizando la estructura del paisaje para las cuatro especies de primates diurnos presentes con base en el mapa de uso y cobertura del suelo, considerando el análisis de conectividad y forma de fragmentos, a partir de las métricas obtenidas con la extensión Vlate, que es una herramienta de análisis de paisaje basada en vectores para el SIG ArcGIS, la cuál considera el tamaño del área de dominio vital de las especies de interés (Robinson ,1977; Klein & Klein 1975; Palacios & Rodríguez, 2001; Di Bitetti, 2001), su capacidad de desplazamiento en bipedismo y el efecto de borde en los fragmentos. Las métricas calculadas fueron: índice de forma, perímetro y área de fragmentos, al igual que la distancia al fragmento vecino más próximo, así mismo se estableció la frecuencia porcentual de las categorías de fragmentos: en área (ha): 0,05-3, 3,01-6, 6,01-9 y mayor 9 hectáreas; en índice de forma 1-1.5; 1.51-2;2.1-2.5; 2.5-3 y mayor de 3; en perímetro (m) 0.1-500; 501-100; 1001-1500; 1501-2000; 2001-2500 y mayor a 2500. Como los rangos de capacidad de desplazamiento en bipedismo para los primates se considero 100m (Palacios-Silva et al 2008) y un efecto de borde para cada fragmento de 30m (Montenegro & Vargas, 2008; Cadenasso & Pickett, 2000; Young & Mitchell, 1994).

### **Proponer una estrategia con el fin de conservar los primates diurnos del área urbana consolidada de Villavicencio, considerando la conectividad de fragmentos, presencia de especies y conflictos.**

Por medio de sobre posición de capas en ArcGIS, con los datos obtenidos de conectividad de fragmentos, presencia de especies de primates diurnos, interacciones y conflictos en las cuadrículas del área urbana consolidada de Villavicencio identificados mediante las entrevistas a los habitantes, además de contraste con bibliografía, se propuso una estrategia de conservación para los primates analizados.

Para establecer mecanismos que aseguren la articulación entre los actores ambientales e involucrar a la sociedad civil, es necesario desarrollar herramientas de sensibilización y educación ambiental, así como hacerles seguimiento (Correa, *et al.* (eds), 2006). Por ello se socializó los resultados de este trabajo con la comunidad; ONG's (Fundación William Barrios, Veeduria Ambiental de Villavicencio, Hasiendo, Mesa Hidrica y Meta Natural); el ente gubernamental

encargado de la toma de decisiones en el área ambiental como Secretaria de Medio Ambiente (SEMA) de la Alcaldía de Villavicencio; la unidad encargada de conservación *ex situ* y rehabilitación de fauna incautada para la ciudad, el Bioparque Los Ocarros; el emprendedor privado concesionario vial Coviandina; y la academia representada por la Universidad de los Llanos (Unillanos), Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), Universidad de Manizales, Corporación Universitaria de la Costa (CUC) y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Además de presentar el aplicativo móvil “Ubica un primate” desarrollado en la plataforma Android para la sensibilización de la comunidad, turistas y otros actores involucrados en la conservación *in situ* de los primates y la valoración de los potenciales usuarios fue registrada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentarán los hallazgos obtenidos en el desarrollo de cada uno de los objetivos del trabajo:

**Determinar la distribución de primates diurnos en el área urbana consolidada de Villavicencio, con base en registros de presencia, encuestas y referentes en DIVAGIS.**

Análisis de la distribución de los primates diurnos de Villavicencio

En el mapa temático de la distribución de primates diurnos en el área urbana consolidada de Villavicencio, se incluye el registro de 4 especies de primates diurnos: *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Plecturocebus ornatus*, *Sapajus apella* y *Alouatta seniculus* (Fig 3 y 4). En las zonas más intervenidas fue más frecuente la especie *S.c. albigena*, en tanto que *P. ornatus*, *S. apella* y *A. seniculus*, fueron observadas con mayor frecuencia en las zonas aledañas al perímetro urbano, donde hay más bosque denso. Cabe resaltar que la presencia de las especies siempre estuvo asociada a rondas hídricas (RH) con cobertura arbórea, tal y como lo describe Defler (2010).

En cuanto al análisis de la distribución geográfica de la especies estudiadas, al comparar la distribución potencial (DP) (Fig 5), presuntiva (DPR) (Fig 6) y la distribución real (DR) para cada especie (Fig 10 a 13), se pudo determinar que el modelo de nicho ecológico (MNE o MDS) para cada especie se va refinando al incluir las observaciones en campo y los respectivos registros de las bases de datos (SIB, GBIF).

Al analizar caso por caso los MNE (Fig 7), se puede determinar que *Alouatta seniculus*, se puede encontrar en casi todo el territorio nacional, mientras que *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Plecturocebus ornatus* y *Sapajus apella*, están restringidas a los Llanos Orientales.

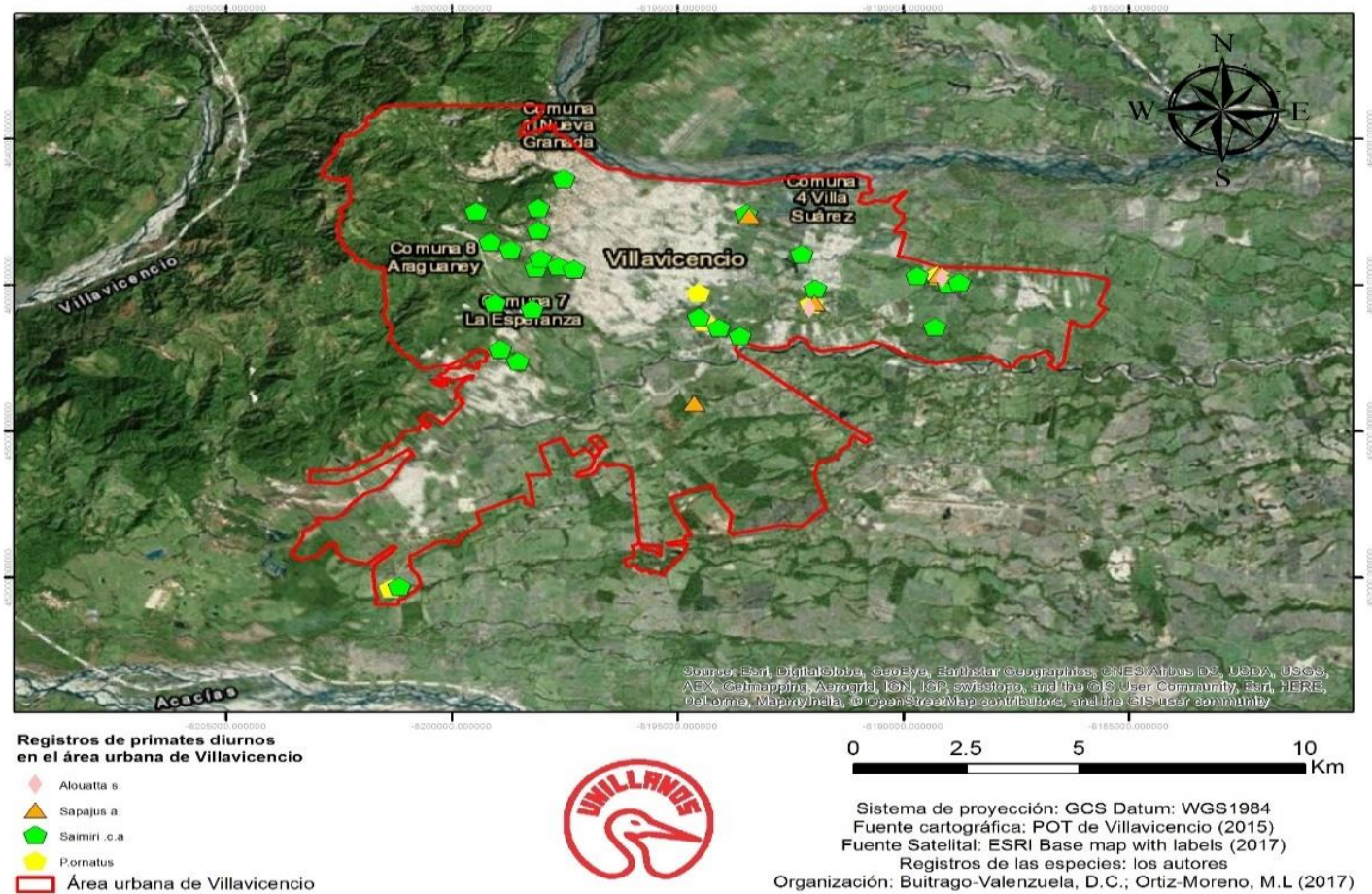
Para *P. ornatus* el MNE indica que se puede encontrar en Villavicencio siendo el área urbana el límite norte de su distribución geográfica, encontrándose en fragmentos boscosos rodeados por zonas con altos niveles de urbanización haciendo que la disponibilidad de hábitat para *P. ornatus* sea muy restringida (Fig 9 y 13), lo cual pone a la especie en una particular condición de vulnerabilidad. Según la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, versión 2017-2) se encuentra en el este de Colombia en las tierras bajas húmedas subtropicales/tropicales, desde el departamento de Cundinamarca (Medina) al norte hasta el río Upía y Río Meta, al sur en el departamento del Meta, a lo largo de la base de la Cordillera Oriental y la Sierra de la Macarena hasta el Río Guayabero y el alto Río Guaviare. Es el único miembro del grupo Cupreus que se encuentra al norte de los ríos Amazonas, Solimões y Napo, en la cuenca alta del río Orinoco (Van Roosmalen et al., 2002). Sin embargo los datos de campo indican que esta distribución es discontinua y fuertemente afectada por las acciones antrópicas.

En el caso de *P. ornatus* (Fig 8, 11, 12 b) es necesario priorizar medidas de conservación, así como realizar censos poblacionales debido a que se distribuye en un área muy antropizada y pequeña (Defler, 2004; Carretero-Pinzón, 2013), además de ser una especie endémica y estar catalogada como vulnerable por la IUCN.

En cuanto a *S.c. albigena* (Fig12c) es una especie muy adaptable con una amplia distribución geográfica dentro de la Orinoquía, pero es necesario analizar su estado de conservación, pues tiene una distribución agregada determinada por la disponibilidad de hábitat y alimento. Además es muy susceptible a las interacciones humanas negativas debido a su comportamiento adaptable a la presencia humana y ser una especie carismática altamente apreciada por el tráfico de fauna para mascotas (Chapman & Perez, 2001; Carretero-Pinzon, 2013; Defler, 2010).

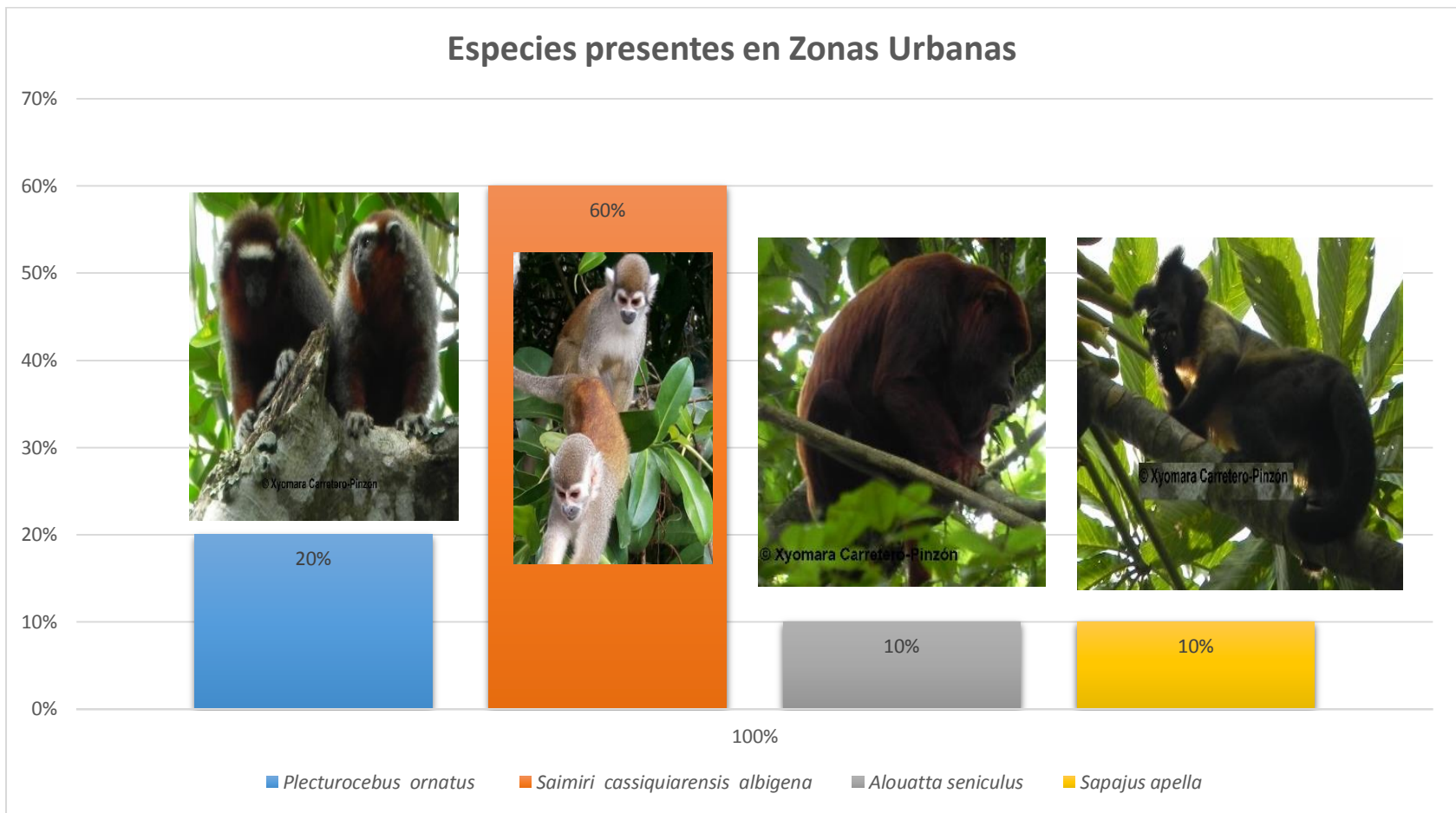
En cuanto a *Sapajus apella*, el MNE indica que su hábitat puede ser la zona baja de los Llanos Orientales, parte de la Amazonia y algunos puntos en la zona Andina, con aptitudes altas y medias para la especie, esto se debe a que prefiere ambientes más secos, diversos y fértiles, además de ser una especie generalista en términos de uso de hábitat que normalmente utiliza árboles con copas pequeñas (Sussman, 2000), encontrándose con mayor frecuencia en los estratos medio y bajo de los bosques secundarios (Fleagle, et. al., 1981).

El MNE indica que *Saimiri cassiquiarensis albigena*, se distribuye en los Llanos Orientales prefiriendo departamentos como: Meta, Arauca, Vichada, Guaviare y Guainía. En tanto que *Alouatta seniculus*, cuenta con una mayor área de distribución que las otras especies analizadas, según el MNE se podría encontrar en casi todo el país con excepción de la zona Pacífica. Las áreas con hábitats más aptos son: los departamentos del Meta, Caquetá, Guainía, Arauca y potencialmente Córdoba, aunque por aislamiento geográfico es un área inaccesible. En este estudio, se encontró que esta especie podría habitar toda el área urbana de Villavicencio.



**Figura 3.** Registros de primates diurnos en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por Buitrago-Valenzuela, D.C.; Ortiz-Moreno, M.L).

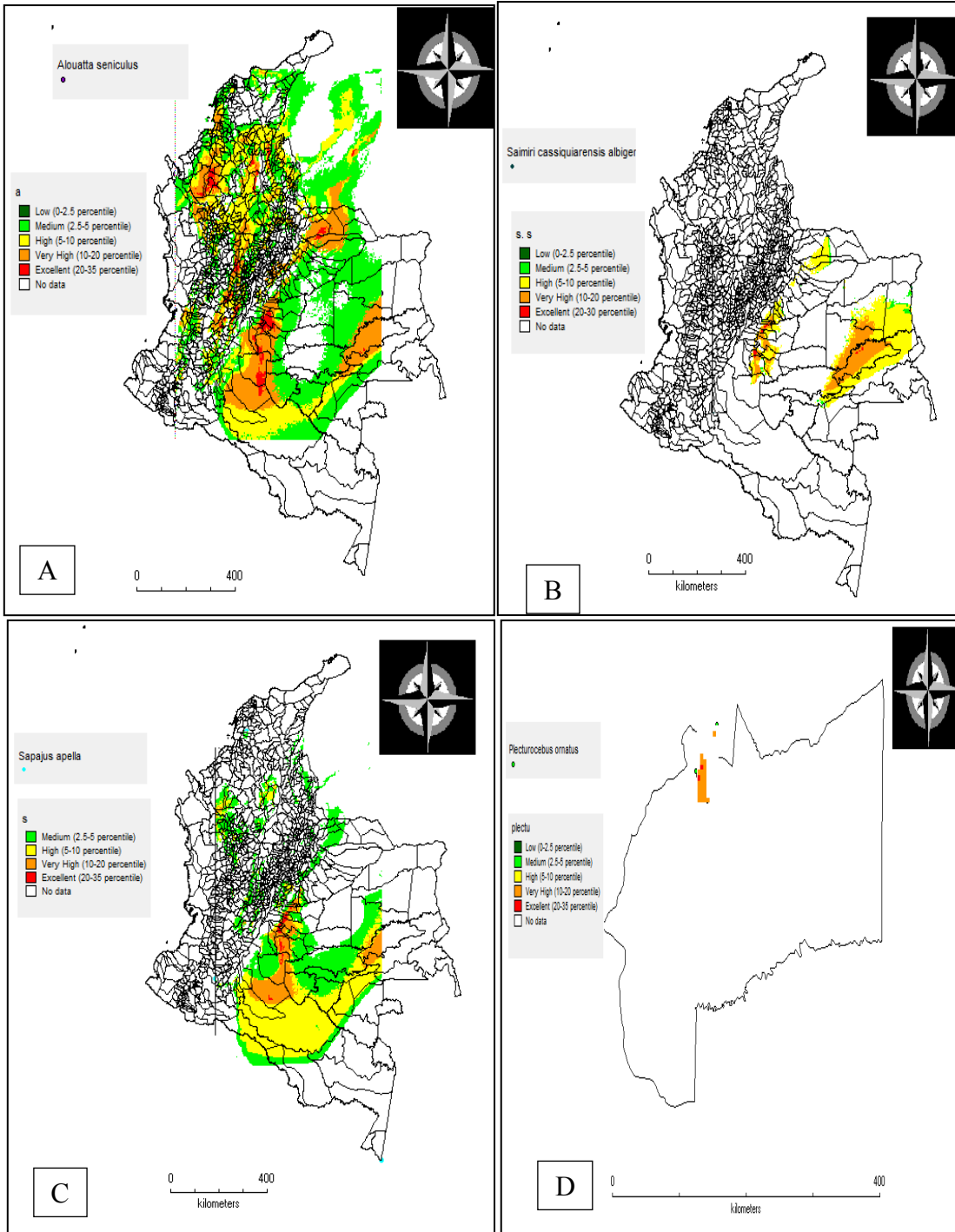




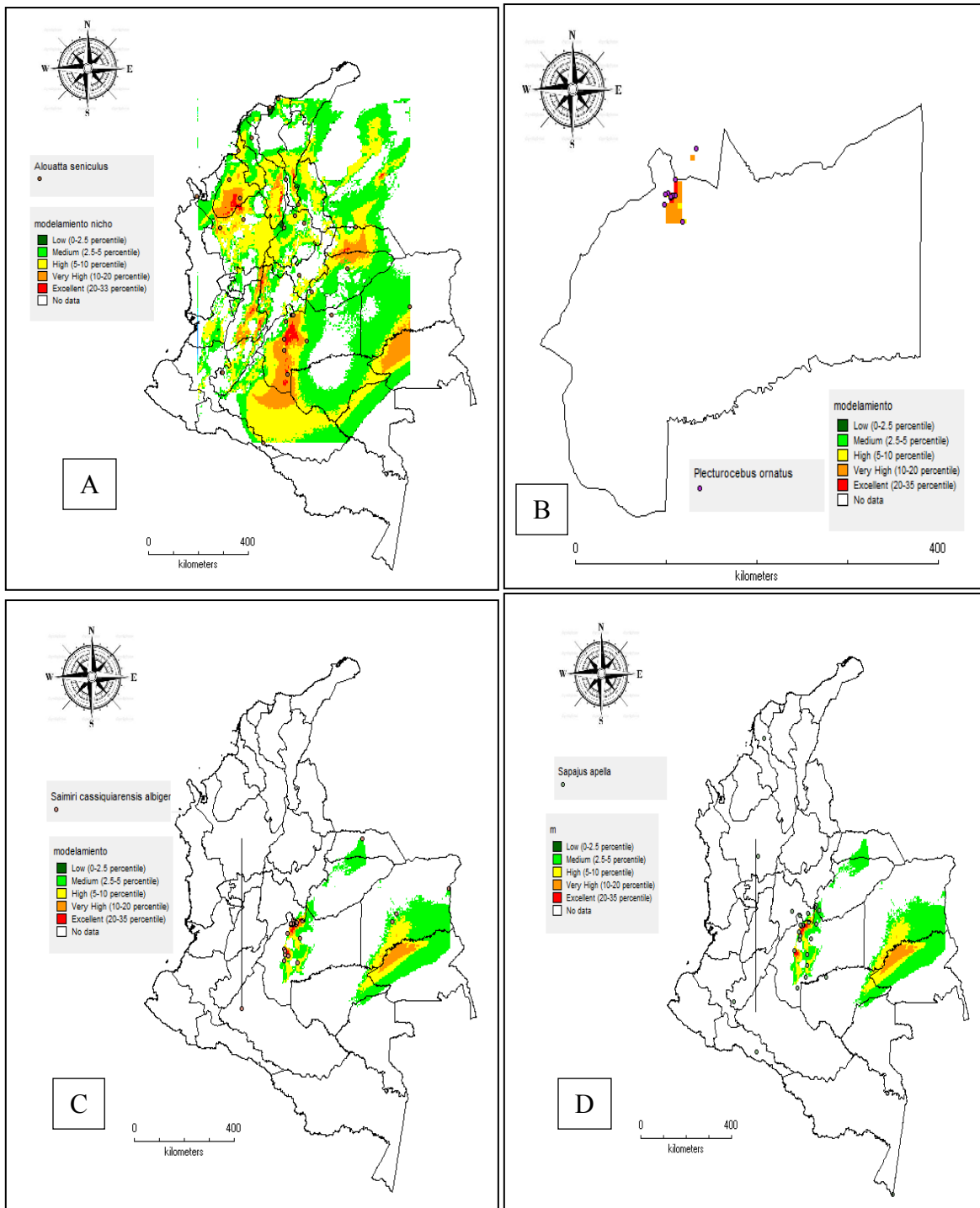
**Figura 4.** Especies de primates diurnos más frecuentes en el área urbana de Villavicencio reportadas en las entrevistas realizadas (Fuente: Elaborado por los autores; Fotos: Carretero-Pinzón, 2017).

Al comparar el MNE de este trabajo con el MNE de la IUCN (2017) (Fig 12), en los casos de *A. seniculus* y *S. apella*, no se encuentran registros de dichas especies para Colombia, lo cual muestra los vacíos en el conocimiento de los primates para el país y que son de suma importancia ya que esta entidad establece el listado de especies en riesgo de extinción (IUCN, 2017). Analizando el modelo de DOMAIN con datos climáticos de BIOCLIM, es decir la distribución potencial (DP), se pudo determinar que hay muchas áreas del país en las cuales las condiciones bioclimáticas son propicias para la presencia de las especies estudiadas, por lo cual es de vital importancia realizar muestreos intensivos y rigurosos en dichas zonas para robustecer y actualizar los datos de distribución, que son de suma importancia en la toma de decisiones con fines de conservación. Para *A. seniculus* (Fig12.a) y *S. apella* (Fig12.d) se observa que los registros obtenidos en este trabajo contribuyen con nuevo conocimiento sobre la distribución real (DR) de las especies y que es necesario realizar más estudios primatólogicos en la Orinoquia Colombiana.

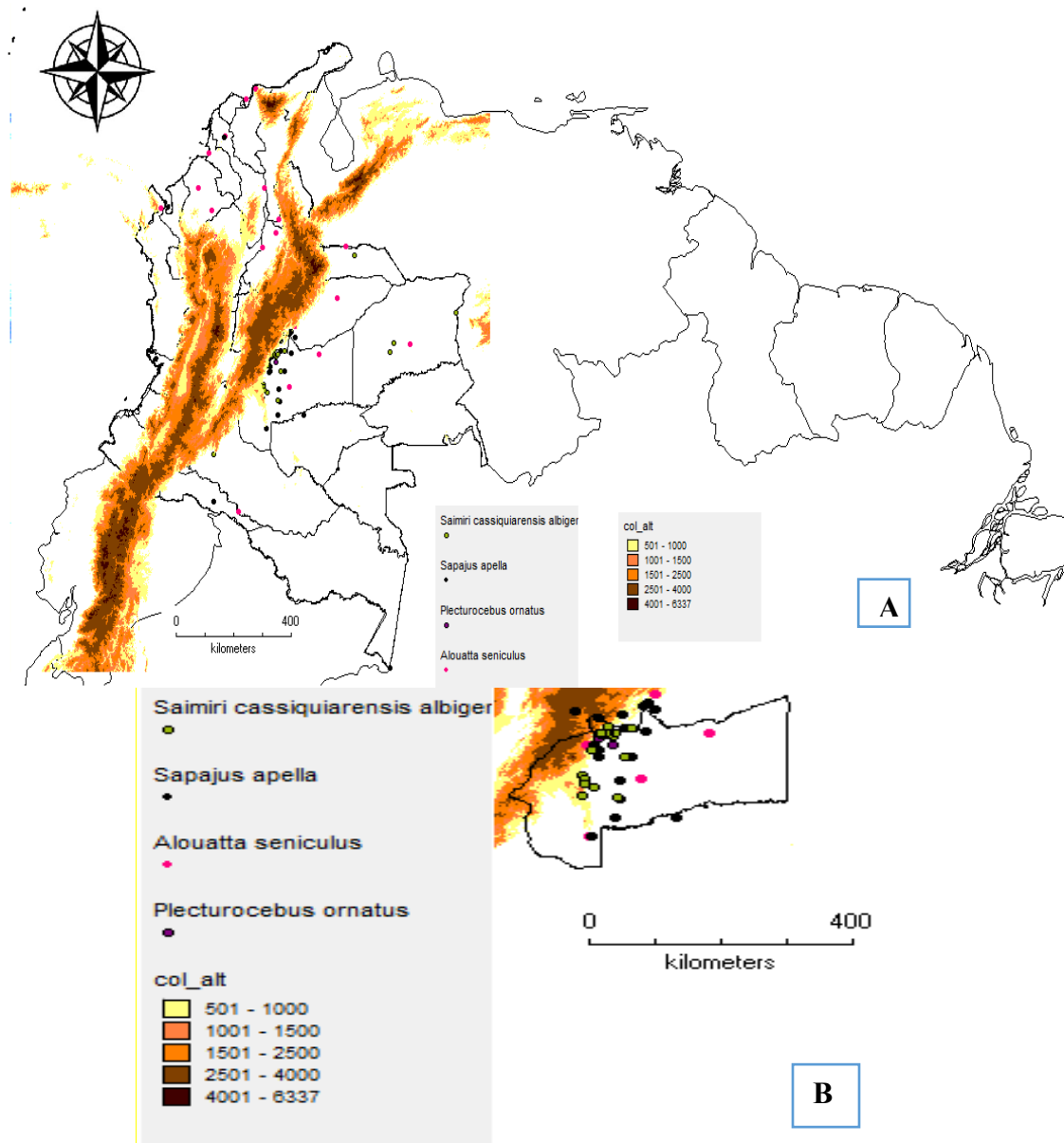
Por lo anterior y analizando los resultados de las DR, se puede determinar la importancia del área urbana de Villavicencio para la conservación de los primates estudiados, ya que se ubica en un punto de confluencia importante de los MNE para todas las especies. Por ende la conservación de la biodiversidad urbana en Villavicencio contribuye al fortalecimiento del sistema de áreas protegidas regional, su conectividad y a la conservación de especies en riesgo de extinción (Fig 14).



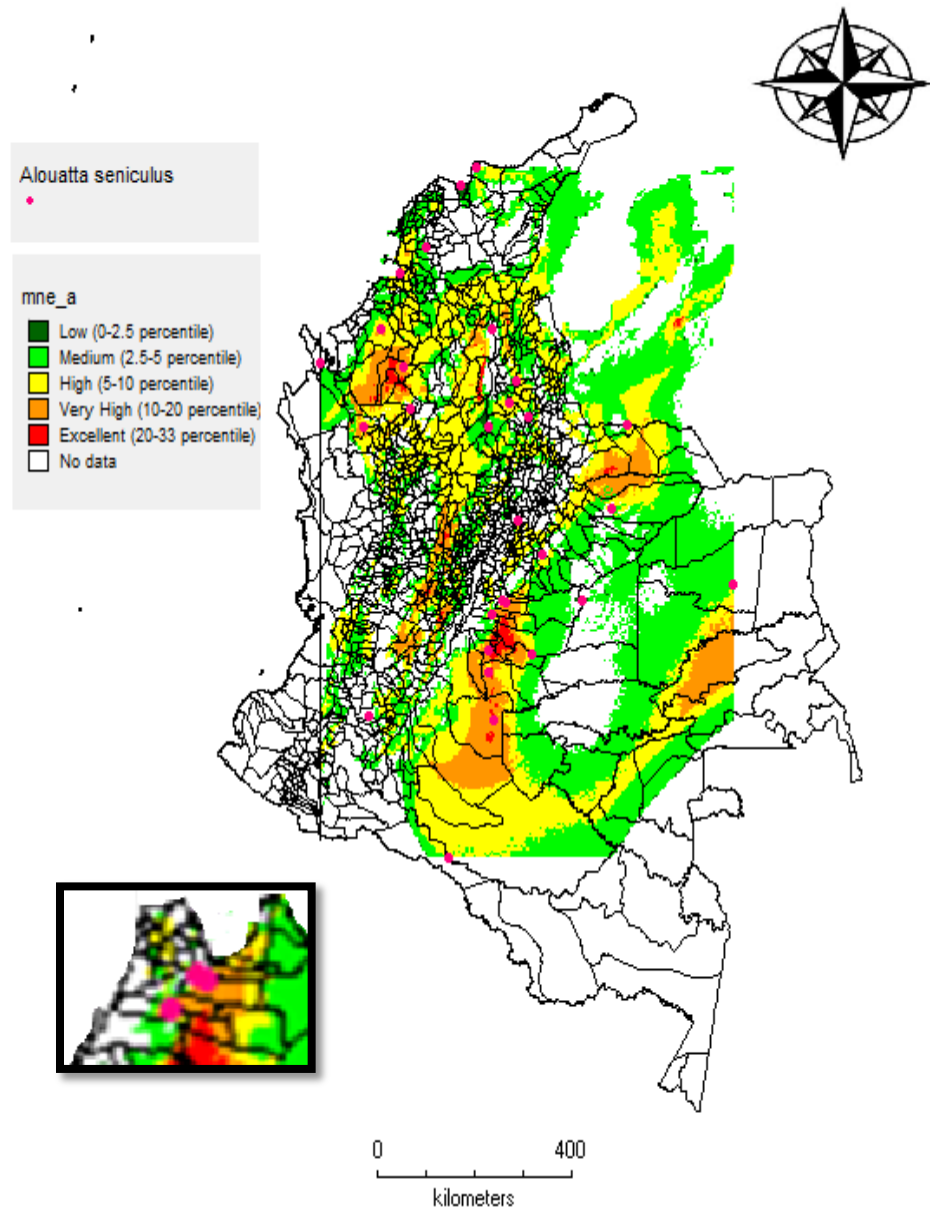
**Figura 5.** Modelo de nicho ecológico (MNE) para las cuatro especies con datos de GBIF (Distribución potencial (DP)). A. *Alouatta seniculus*; B. *Saimiri cassiquiarensis albigena*; C. *Sapajus apella*; D. *Plecturocebus ornatus*. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.)



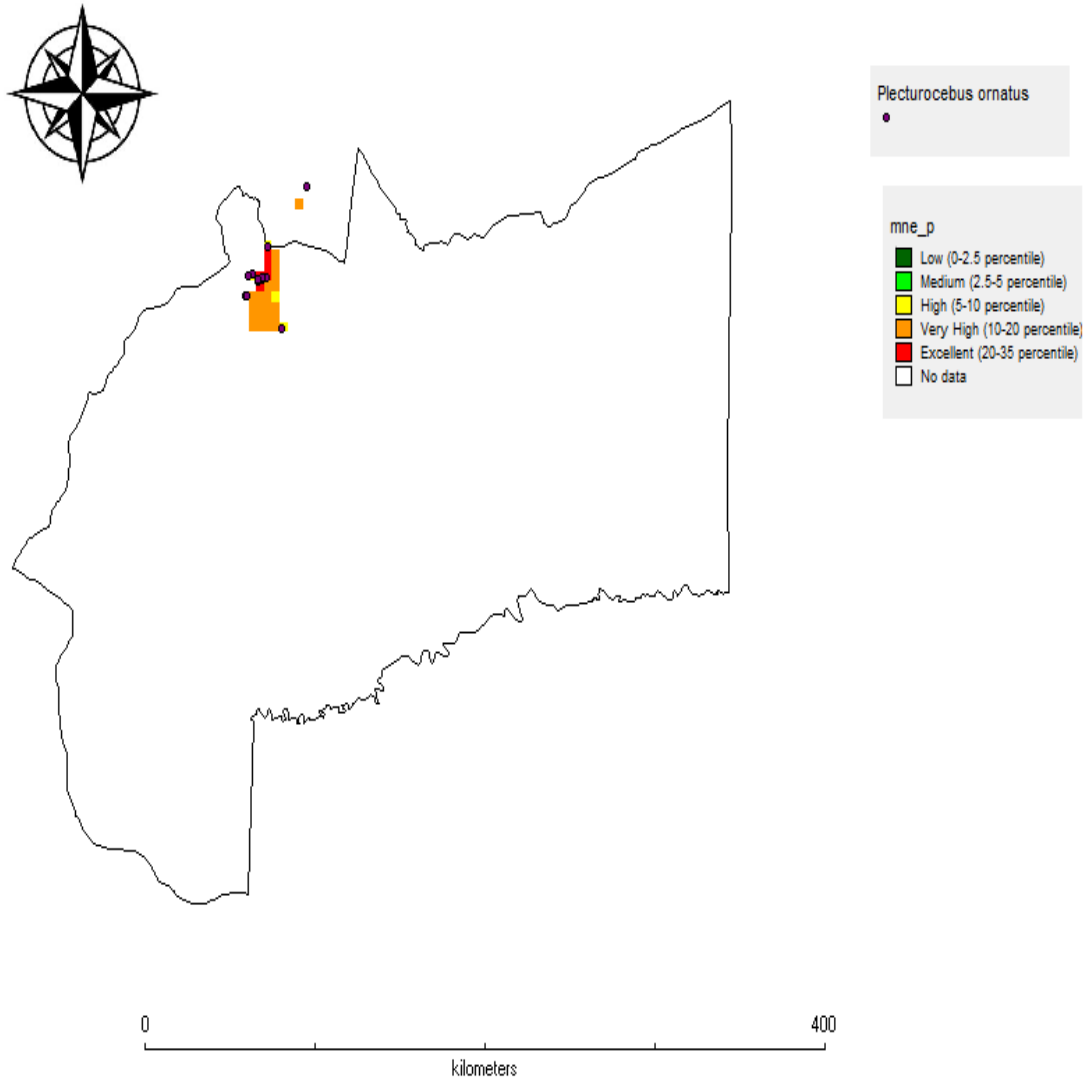
**Figura 6.** Modelo de nicho ecológico (MNE) para las cuatro especies con datos de GBIF y entrevistas (Distribución presuntiva (DPR)). **A.** *Alouatta seniculus*; **B.** *Plecturocebus ornatus*; **C.** *Saimiri cassiquiarensis albigena* y **D.** *Sapajus apella*. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.).



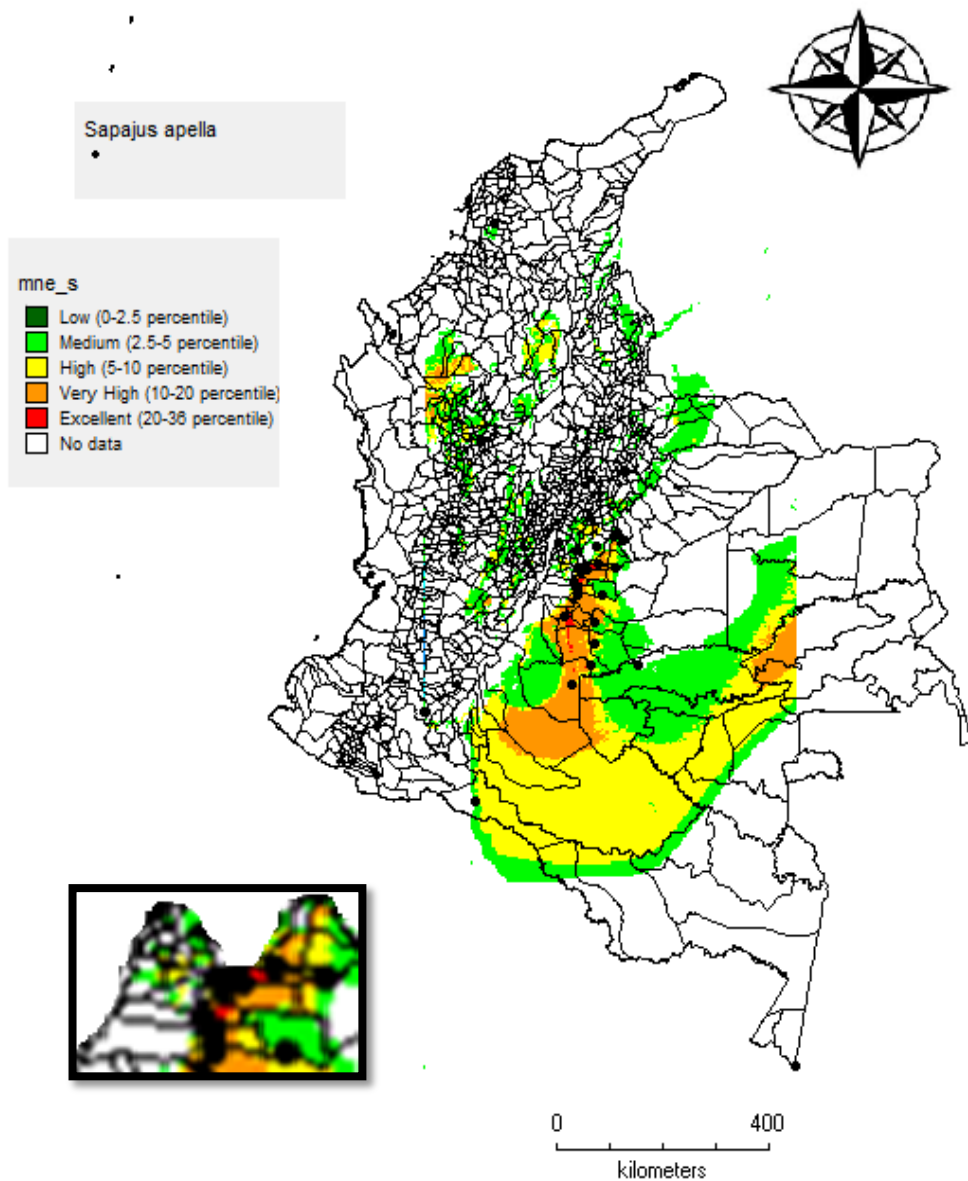
**Figura 7. A.** Modelo de nicho ecológico (MNE) de los primates estudiados basado en datos de GBIF, entrevistas y observaciones en campo (Distribución real (DR)) en DIVA-GIS. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.); **B.** MNE de los primates estudiados (Distribución real (DR)) para el departamento del Meta. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.).



**Figura 8.** Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de *Alouatta seniculus* en Diva- GIS (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno. M. L.).

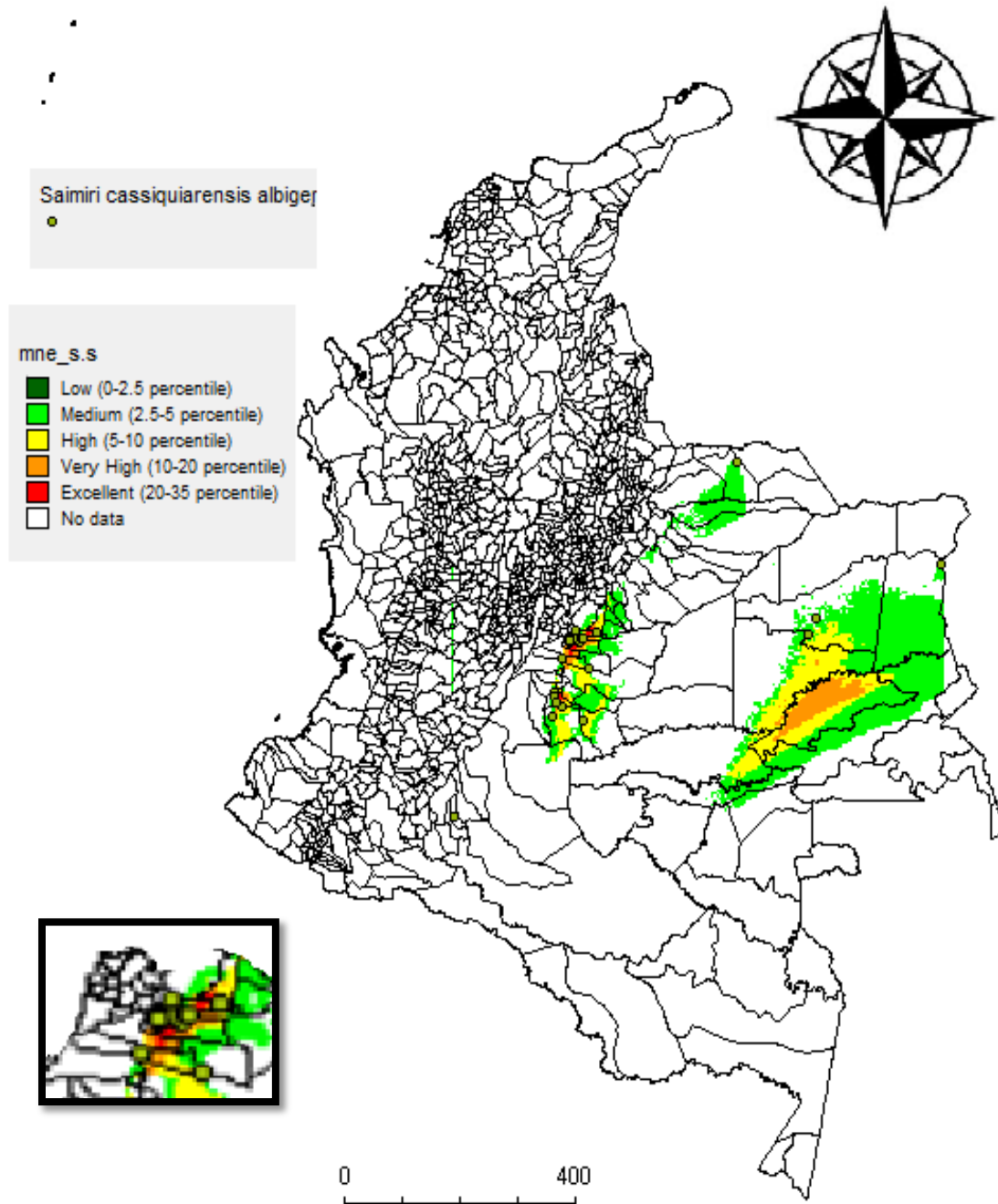


**Figura 9.** Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de *Plecturocebus ornatus* en Diva- GIS (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.).

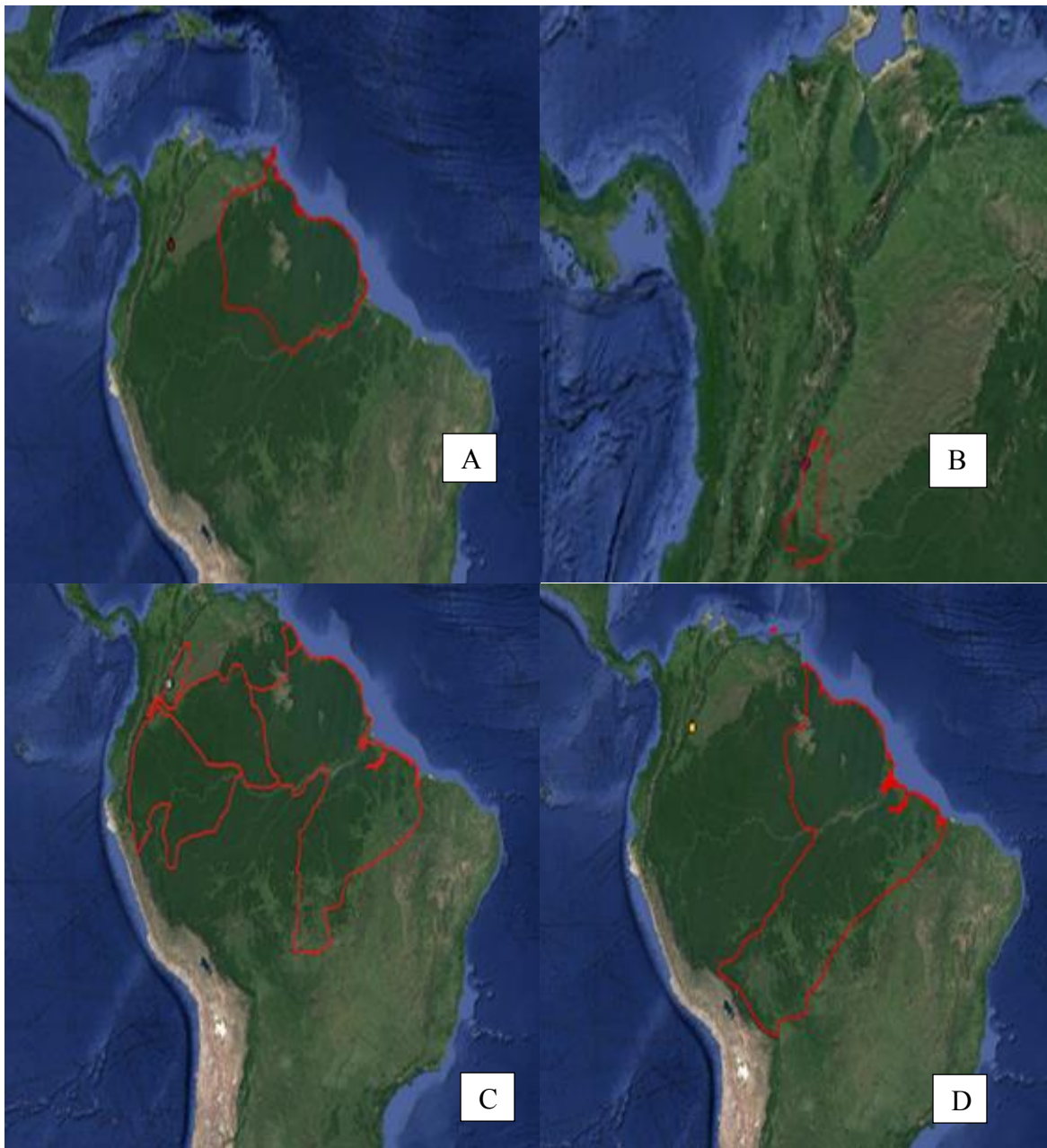


**Figura 10.** Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de *Sapajus apella* en Diva- Gis (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.).





**Figura 11.** Modelo de nicho ecológico basado en la distribución real (DR) de *Saimiri cassiquiarensis albigena* en Diva- GIS (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L.).



**Figura 12.** Mapas de la distribución (MNE) para las cuatro especies de la IUCN en Q- GIS. a. *Aloutta seniculus*, b. *Plecturocebus ornatus*, c. *Saimiri casiquiarensis albigena* y d. *Sapajus apella* (Fuente: Desarrollado por: Buitrago-Valenzuela, D. C.).

## **Determinar la calidad del paisaje para las especies de primates diurnos con base en la cobertura vegetal en el área urbana consolidada de Villavicencio, con la extensión Vlate de ArcGIS.**

El paisaje de Villavicencio (Meta) ha sufrido una gran intervención humana debido a las actividades agropecuarias y urbanísticas, generando un paisaje fragmentado con relictos de bosques pequeños y una matriz de pastos (Mora & Trujillo, 2014; Latorre *et al*; 2014; Ortiz-Moreno, 2015). Dicha intervención se ve reflejada en la figura 13 donde se observan las tres categorías de uso y cobertura del suelo en el área urbana consolidada de Villavicencio digitalizadas en Q-GIS: bosque, vegetación herbácea y uso urbano. El uso urbano conto con 326 fragmentos siendo la matriz del paisaje estudiado con un área de 4248,45 ha, seguido de la vegetación herbácea con 305 fragmentos y un área de 3593,69 ha y por último los fragmentos de bosques, 325 en total con un de área 3548,75 ha (Fig 16), de los cuales un 45% por distancias de más de 100m y el 34% se encuentran separados por distancias de más de 500m del fragmento más próximo, dificultando el desplazamiento de los primates entre parches de bosque (Fig 18), ya que poseen baja capacidad de desplazarse en bipedismo por áreas abiertas de más de 100m de distancia (Marsh, 2003; Palacios-Silva, R. & Mandujano, S. 2007). De los parches identificados, el Jardín Botánico dentro de la Reserva Forestal Protectora “Buenavista” presento la mayor área con 42, 5 ha. En general se evidenció que los fragmentos de bosque asociados a RH y las áreas protegidas son el único hábitat disponible para las especies analizadas, por lo tanto deben ser priorizados dentro de la estrategia de conservación *in situ* (Fig 3 y 13).

Según el índice de forma (Fig 15) los parches de bosques con tendencia a la circularidad (Forma de 1-1.5) fueron un 39%, por ende la gran mayoría de bosques que persisten son de formas irregulares y tienden a la linealidad (61%), siendo que el 8% presentan una alta linealidad con valores del índice de forma mayores a 3.

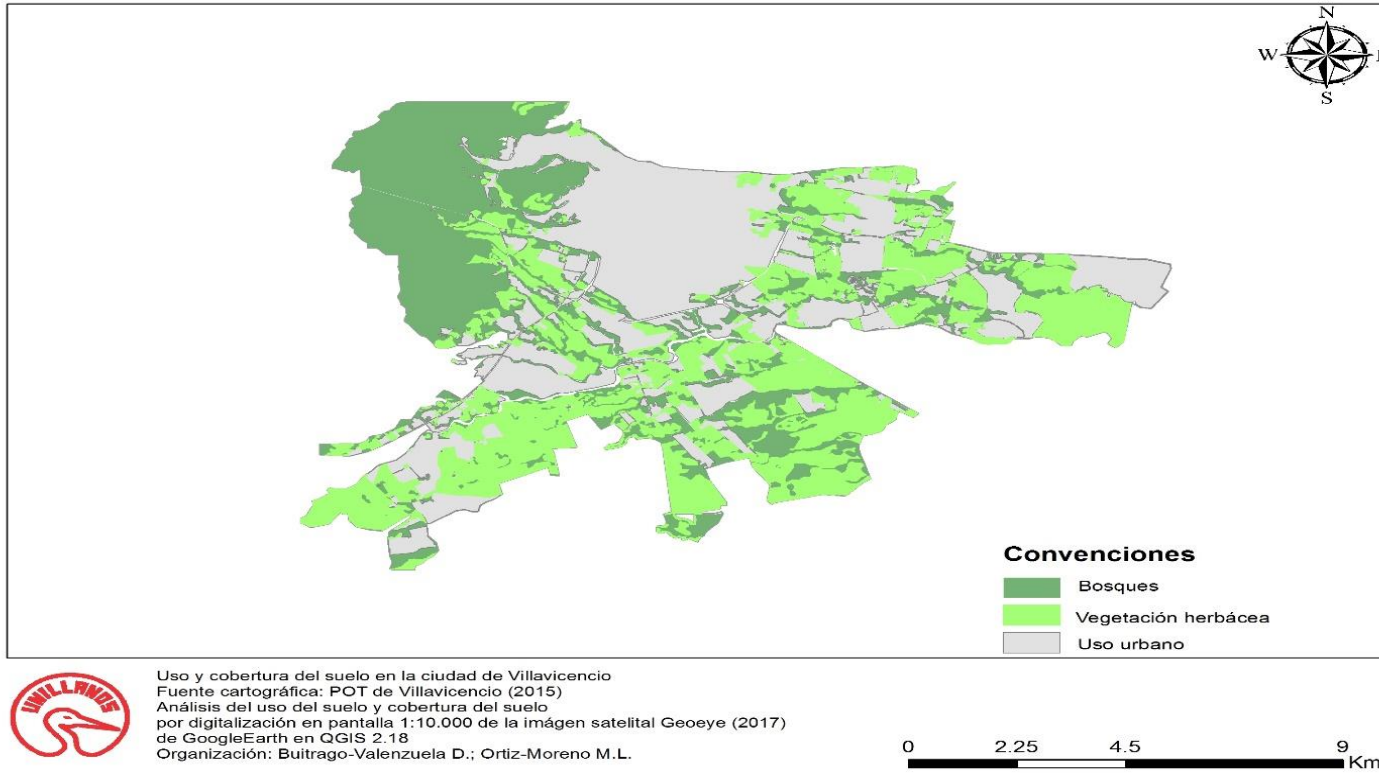
La presión urbanística restringe los bosques en el área urbana encontrando 325 fragmentos de bosques que presentan áreas de 0,05 – 3ha en un porcentaje de 63% y un 5% son fragmentos mayores de 9 ha. De los fragmentos de bosques que persisten en Villavicencio, solo en 28 se registró la presencia de primates, cuya área es muy pequeña (inferior a 3ha, la ADV mínima de las especies estudiadas) para los requerimientos de las especies debido a la deforestación asociada a la urbanización (Fig 19). En cuanto al perímetro se obtuvo un porcentaje de 37% para los valores de 0,1-500m y de un 12% en los valores mayores de 2501m (Fig 17), lo cual está relacionado con la forma irregular de los fragmentos.

Los resultados muestran que las coberturas boscosas en Villavicencio no cumplen con el área de dominio vital de los primates diurnos estudiados, según Robinson (1977) para la especie *P. ornatus* su ADV es de 3,29 a 4,18 ha y 14,2 ha según Porras (2000). Según Klein & Klein (1975) para el *S.c. albigena* su ADV es de 65 a 130 ha. Palacios & Rodríguez (2001) indican que para el *A. seniculus* su ADV

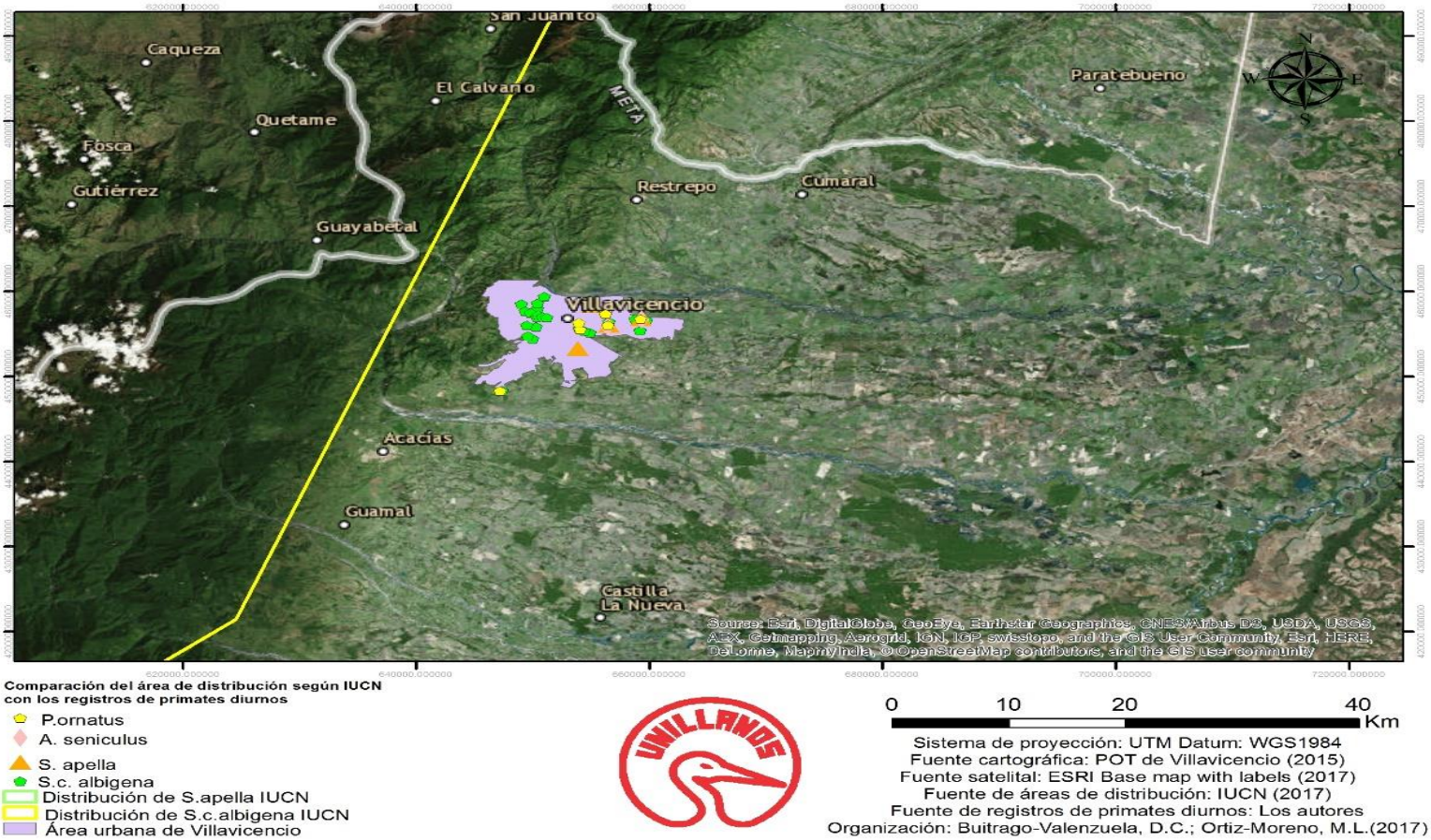
es de 182 ha y para el *S. apella* es de 161 ha según Dibitetti (2001); estas especies persisten en estos bosques perturbados que no cumplen con sus requerimientos vitales porque no tienen más alternativas, si no se realizan medidas de conservación *in situ*, es probable que lleguen a la extinción en un futuro no muy lejano, ya que solo el 5% de los bosques tiene un área mayor de 9 ha.

Wanger *et al* (2009) han encontrado grupos de *P. ornatus* en fragmentos de bosque menores de 10 ha, los cuales no es probable que supervivan a largo plazo. Tal es el caso del bosque del Área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis (Charco, en el POT 2000) ubicado detrás de la Universidad Santo Tomás sede Aguas claras, en este bosque hay aproximadamente 20 individuos de *P. ornatus* en una situación crítica, ya que según la literatura no cumple con el ADV de la especie, lo cual los ha llevado a cambiar su comportamiento para pedir alimento en los conjuntos residenciales vecinos (Fig 22). En la figura 22 se presenta la deforestación que ha presentado este fragmento desde el 2015 al 2017, perdiendo área boscosa de 12,71 ha en el 2015 a 5,89 ha para el 2017 debido al desarrollo urbano y la modificación de la cobertura arbórea sigue expandiéndose. Dicho fragmento de bosque está inconexo con otros, ya que las distancias con los fragmentos más cercanos son: de 172 m para conectar con el humedal Aguas Claras hacia el sector de la Alborada y de 113 m para el sector de Llanabastos (Fig 22), lo cuál agrava la situación de la población de *P. ornatus* en este fragmento.

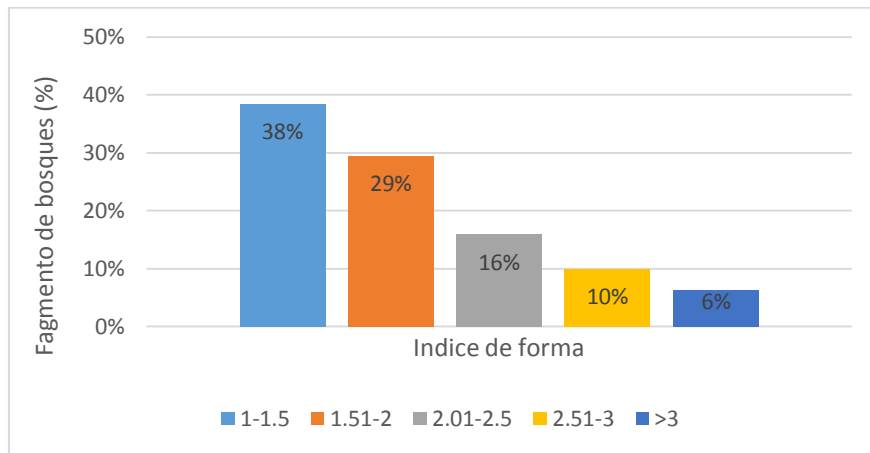
Estos datos corroboran que los fragmentos de bosques que quedan en el área urbana de Villavicencio tienden a ser lineales y muy pequeños para los requerimientos ecológicos de las especies estudiadas. Lo cual limita la disponibilidad del hábitat de los primates diurnos y puede llevar a un declive poblacional irreversible, dada la excesiva fragmentación de su hábitat (García *et al*, 2010; Rudas *et al*; 2007), generando un detrimento de los servicios ecosistémicos en el área urbana.



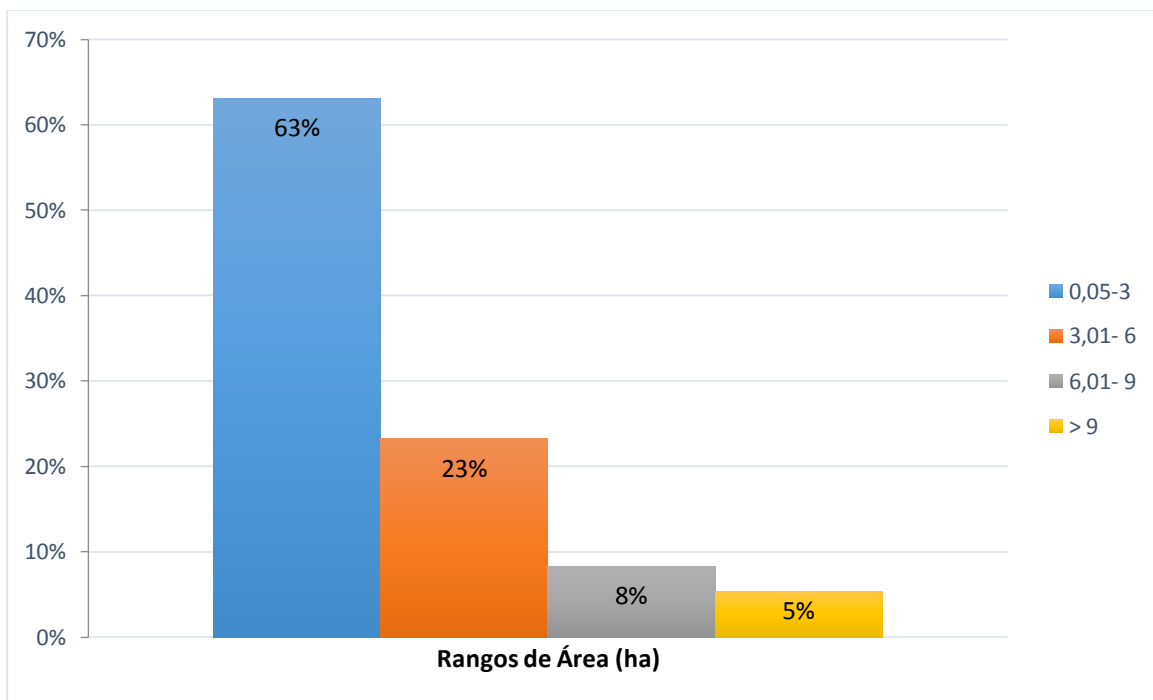
**Figura 13.** Uso y cobertura del suelo en el área urbana de Villavicencio (Organizado por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L.).



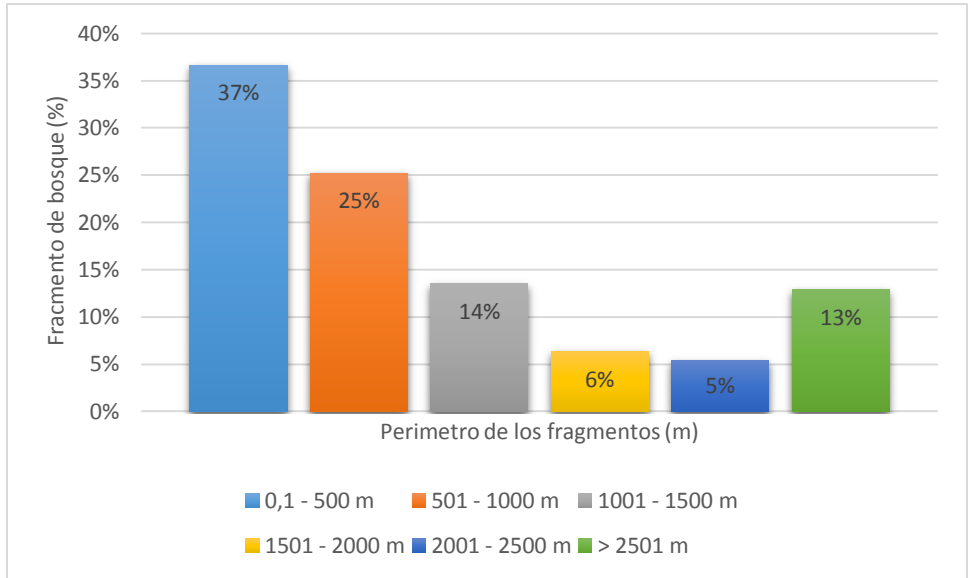
**Figura 14.** Comparación de la distribución de los primates estudiados con la distribución según IUCN (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L.)



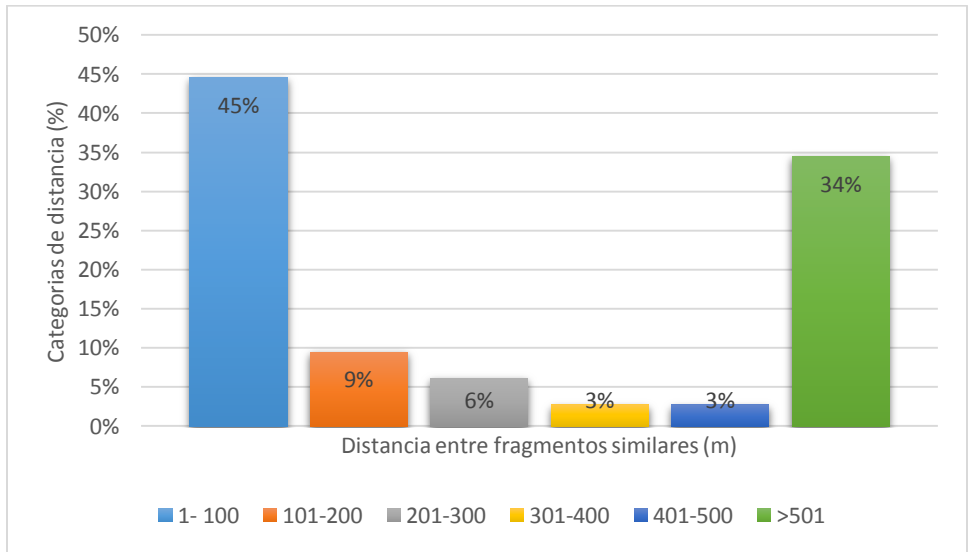
**Figura 15.** Índice de forma de los fragmentos de bosque en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.).



**Figura 16.** Tamaño de los fragmentos boscosos en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.).



**Figura 17.** Perímetro de los fragmentos de bosques en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.).



**Figura 18.** Distancia al fragmento similar más próximo en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ceballos-Ladino, L.A.).

Conflictos en las áreas de distribución de los primates diurnos

El Distrito de Conservación del Suelo Kirpas-Pinilla-La Cuerera, el Área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis, Área de Recreación Parque



Ecológico Humedal Coroncoro y Zuria establecidos según el POT (2015) como áreas protegidas fueron puntos donde se observaron primates diurnos. Allí se pudo identificar la falta de monitoreo y conservación de estos, ya que estas áreas protegidas están siendo tomadas como basureros y son intervenidos por el hombre degradándolos (Fig 19). La presencia de primates diurnos persiste en los bosques asociados a las rondas hídricas (RH), el decreto 1449 de 1977 establece que las RH deben tener una franja no inferior de 30 metros de ancho (en el área urbana) paralela a las líneas de inundación máxima, a cada lado del cauce de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de lagos o depósitos de agua. En el POT (2015) se establece que 20m serán para la protección de la RH y 10 m para recreación pero esto no se ha cumplido, ya que existen asentamientos humanos construidos en los bordes de los caños, disminuyendo la cobertura arbórea, lo que impide que existan corredores biológicos apropiados que suministren hábitat, refugio y alimento a los primates (Fig 20 y 21).



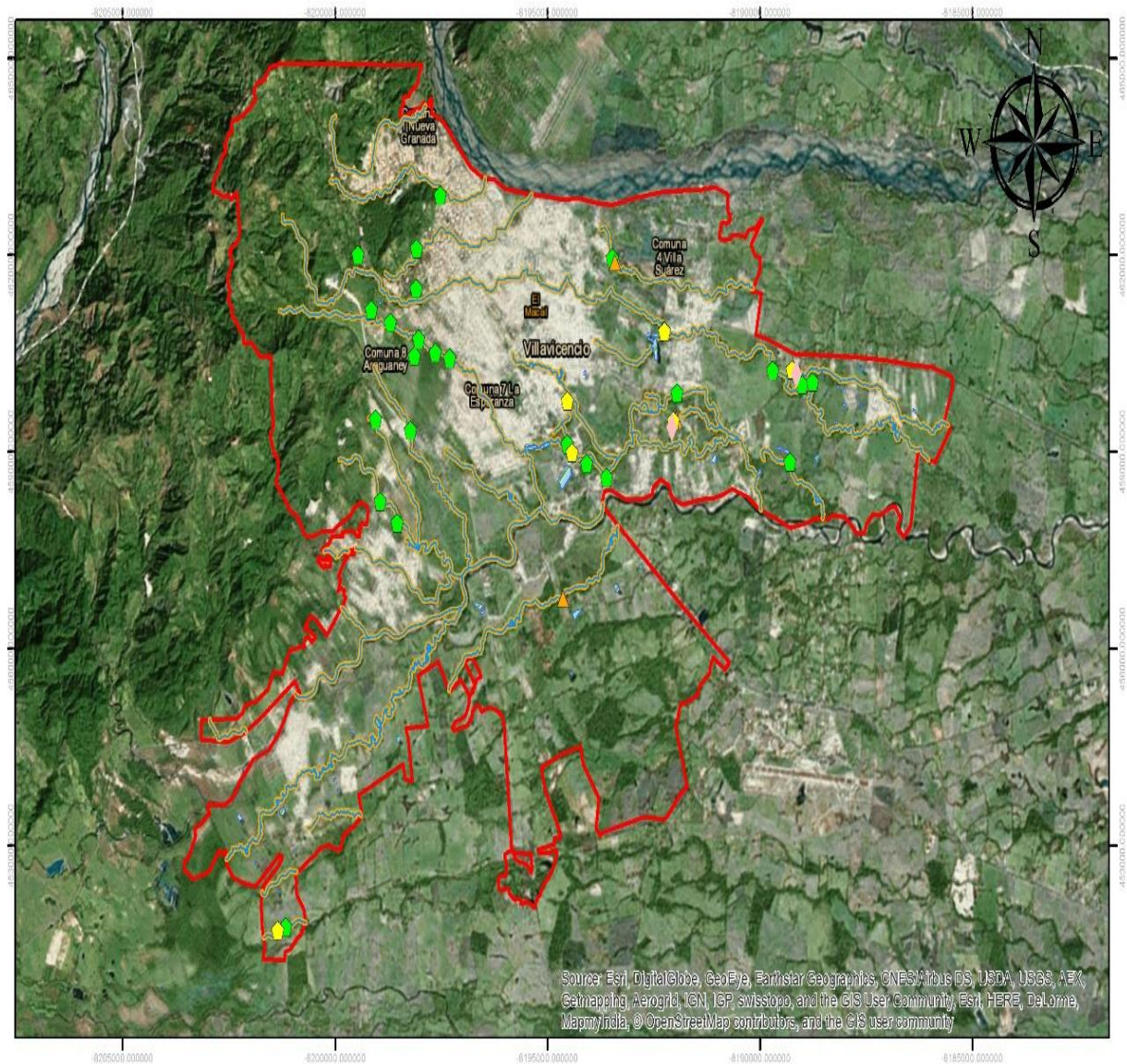
**Figura 19.** Conflictos ambientales presentes en la ciudad de Villavicencio por la deforestación en los humedales para la urbanización, Humedal Kirpas-Pinilla-La Cuerera (Fotos: Comunidad del sector y Fundación William Barrios).



**Figura 20.** Contaminación por residuos líquidos y sólidos, además de ocupación en las rondas hídricas **A**, Caño Buque en el sector de la Alborada. **B**, Caño Maizaro sector Venecia (Fotos: Colegio Departamental San Francisco de Asís y la comunidad).

Es preocupante la continua tala de árboles para la urbanización informal y deterioro por la contaminación asociada con la disminución de calidad de los fragmentos de bosque, que afecta su capacidad de proveer refugio y alimento a las especies, llevándolas a buscar alimento en otros entornos como es el urbano (Fig 23). Tal es el caso de sectores como Balmoral, Santa Catalina y Las Américas (Fig 23) donde los habitantes informan que en ocasiones los primates entran a los predios a tomar alimentos debido a la falta de oferta en su hábitat, siendo esta la única interacción conflictiva con ellos. Por esto, las comunidades tomaron medidas de prevención tales como colocar mallas en las ventanas y puertas.

Se estableció mediante las entrevistas que el conflicto hombre-primate se presenta principalmente en las zonas marginales de la ciudad, donde las personas los agreden y los cazan por diversión (Anexos, entrevista pag 86).



Conflictos por afectación en rondas hídricas con presencia de primates diurnos en la ciudad de Villavieco

- ◆ Alouatta s.
- ⬠ Pionatus
- ▲ Sapajus s.
- ◆ Saimiri c.a.
- Caños
- Humedales
- Rondas hídricas
- Área urbana de Villavieco



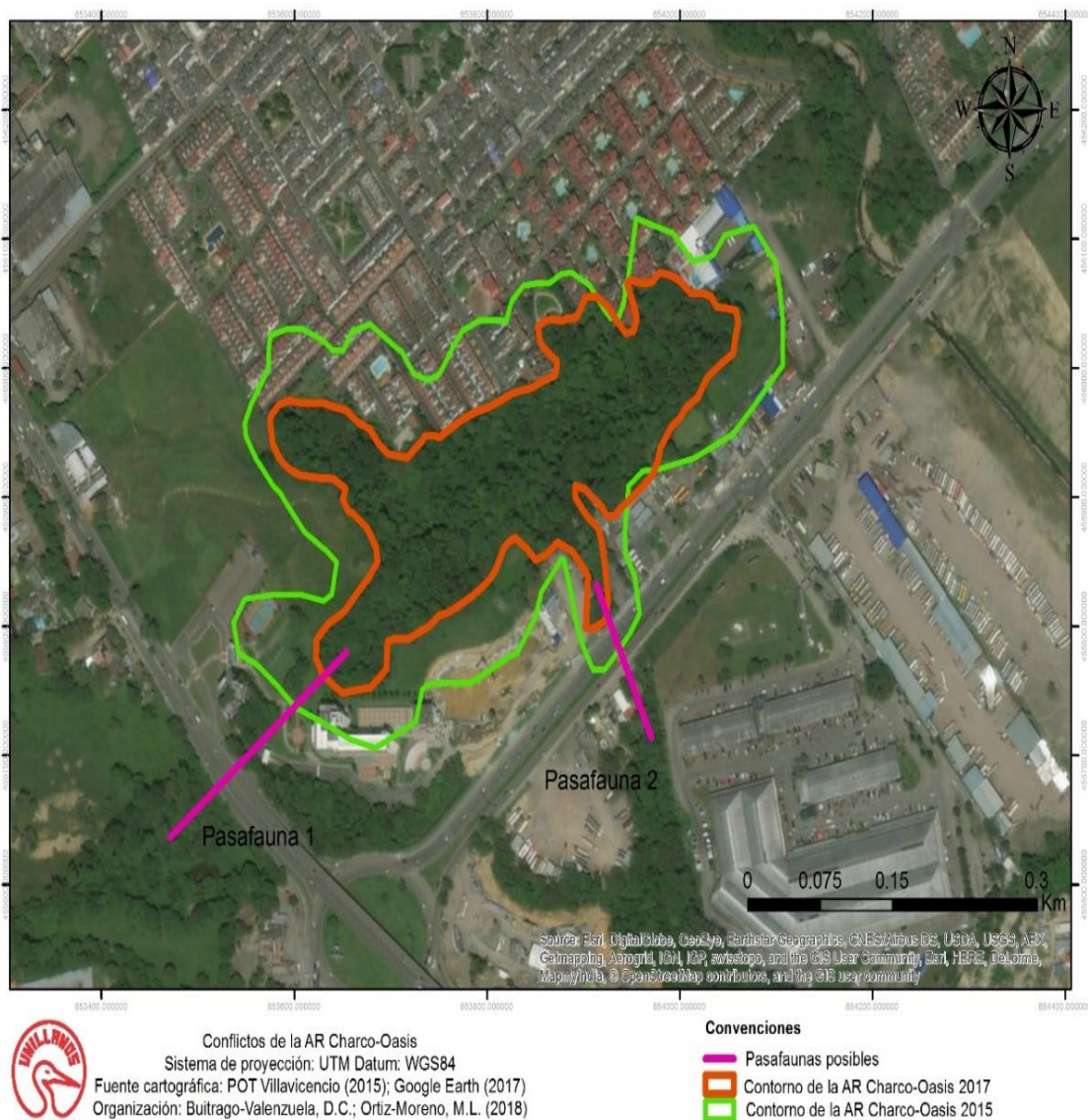
Sistema de proyección: GCS Datum: WGS1984  
 Fuente cartográfica: POT de Villavieco (2015)  
 Fuente satelital: ESRI Base map with labels (2017)  
 Registros de las especies: Los autores  
 Organización: Buitrago-Valenzuela, D.C.; Ortiz-Moreno, M.L. (2017)

**Figura 21.** Conflictos por afectación en rondas hídricas con presencia de primates diurnos en la ciudad de Villavieco (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L.).

La falta de conectividad entre fragmentos lleva a otra problemática informada por los habitantes de los barrios Hacienda Catama, Rincón de la María y el Distrito de Conservación de Suelo Kirpas-Pinilla-La Cuerera fue la muerte de primates por las redes eléctricas, ya que las utilizan como medio para desplazarse y no están diseñadas para tal fin, ni reciben un adecuado mantenimiento (Fig 23). Las personas indicaron que encuentran los cuerpos de los primates electrocutados colgando de los cables en estado de descomposición. Según Kumar & Kumar (2015) en el área de Shivalik Hills al norte de la India, la muerte de Macacos (*Macaca mulatta*) es debida a la electrocución en infraestructura eléctrica urbana, relacionada con la tendencia a utilizar los cables para desplazarse generando lesiones o muertes en 52% de los juveniles, 30% de los adultos y en 10% en los ejemplares viejos.

En las entrevistas realizadas en el barrio Amarillo la comunidad reporto que debido a la perdida de conectividad del bosque, los primates pasan sobre las vías exponiéndose a ser atropellados, el sector cuenta con un pasafauna el cual no presenta las condiciones óptimas para que *S.c. albigena* lo utilice (Fig 24).

Por otra parte, debido a la baja diversidad genética relacionada se presenta el albinismo en las especies (Camargo et al., 2014), que ha sido reportada para varios mamíferos (Abreu et al., 2013) incluidos los primates no humanos (Prado-Martinez et al., 2013), considerándose rara en la naturaleza (McCardle, 2012). En los muestreos de campo se identificó una hembra albina de *S.c. albigena* (Fig 31a), lo cual puede indicar que la tropa a la que pertenece, presente en la RH del caño Buque, no tiene suficiente variación genética debido a la fragmentación del paisaje.



**Figura 22.** Cambios en el Área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis, comparación del área en el POT (2015) vs imagen satelital de Google Earth 2017, y posibles formas de restituir la conectividad con los fragmentos aledaños (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L.).



**Figura 23.** Presencia de *Sapajus apella* en Balmoral y *S.c. albigena* en las viviendas del barrio Américas. (Fotos: Lozano-Amaya F & Herrera-Edison).



**Figura 24.** Pasafauna inadecuado para la especie *S.c. albigena* presente en el barrio Amarillo (Fotos: Buitrago-Valenzuela.D.C).



**Figura 25.** *Plecturobebus ornatus* del área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis acercándose a un conjunto residencial en busca de alimento (Fotos: Vargas-Hernando y Buitrago-Valenzuela.D.C).

Interacciones de la comunidad con los primates diurnos

#### *Suministro de alimento a los primates*

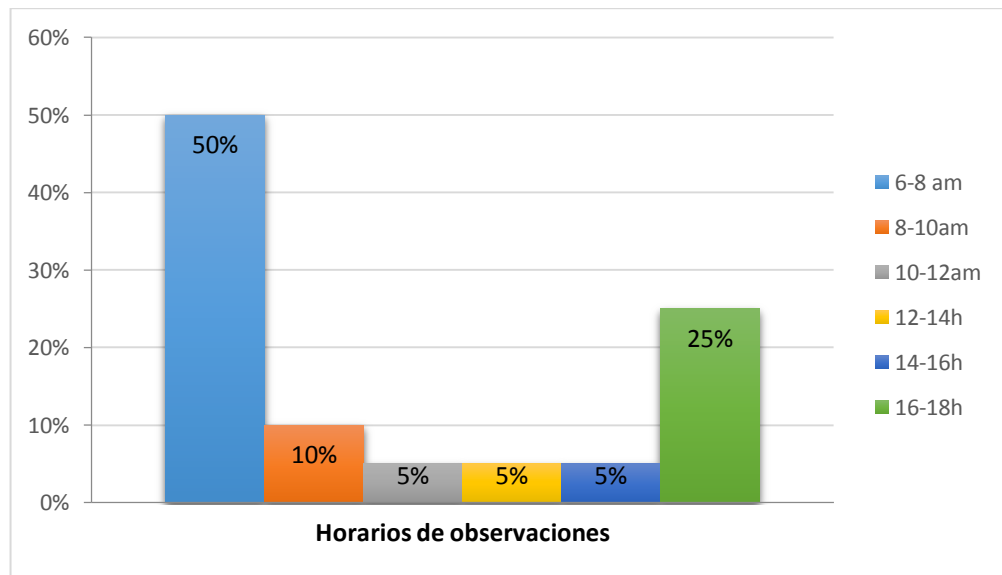
La especie *S.c. albigena* se mostró adaptada a la convivencia con la comunidad recibiendo alimento. En el barrio Manantial, exactamente en el humedal Coroncoro, la comunidad informó la presencia de un individuo de *S. apella*, el cual fue introducido por Cormacarena y se encuentra adaptado a recibir alimento y socializar con las personas.

En cuanto a las entrevistas, el tipo de interacción que se establece es no agresiva con un 99% de los entrevistados, los cuales informan que alimentan a los primates 65% y 35% los observan. Los horarios donde se observan son: en las mañanas de 6-8 am o en las tardes de 4-5 pm (Fig 27), y se encuentran en lugares donde predomina la cobertura arbórea (Fig 28). Se registró que las personas en un 50% proveen banano y 10% plátano maduro *Musa sp*, 20% frutas, 5% semillas y otros 15% en especial a *S.c. albigena* (Fig 27). Por otra parte, algunas de las comunidades en los barrios con estrato socioeconómico alto promueven la

conservación de las especies estudiadas (Fig 31a y 32), recuperando la conectividad de los bosques y parques por medio de pasafaunas financiados por ellos. Además han instalado señalización de paso de fauna silvestre como es el caso de la carrera 40 frente al centro comercial Primavera Urbana, de gran importancia para que los conductores tengan conciencia de la presencia de fauna en la ciudad (Fig 33). Adicionalmente la comunidad establece parques y zonas donde los habitantes y turistas pueden ir a observarlos y darles alimento (Fig 29, 30,31b), en dichos lugares aún conservan los árboles y los ciudadanos se sienten atraídos por la presencia de los primates (Fig 32 y 33), como en el barrio Buque, Amarilo, condominio Pacandé, Centro Comercial Villacentro y zonas de atractivos turísticos como balnearios y restaurantes típicos, en especial asaderos (Fig 29). Esta interacción es negativa, ya que los primates son especies silvestres y si se les provee su alimento se vuelven dependientes del humano generandoles una impronta en su comportamiento (Hess, 1958), de igual manera las zonas de alimentación impiden que los primates puedan cumplir su rol en el ecosistema como es la dispersores de semillas (Defler, 2010).

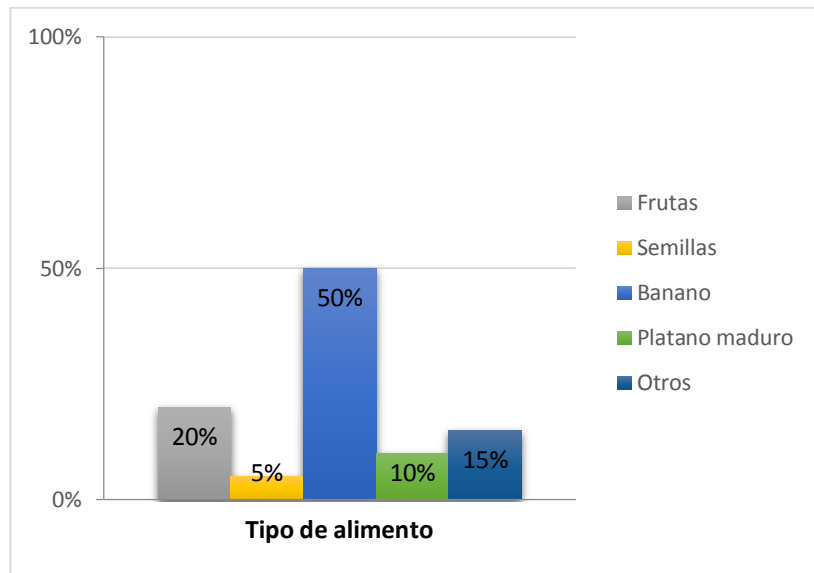
*Falta de pasafaunas*

En la ciudad actualmente existen pasafaunas en algunos sectores como Amarilo, Balmoral y Los Ocobos; los cuales no son adecuados para que las especies se puedan trasladar (lo cual ha sido evidenciado porque los primates no los usan) y algunos están deteriorados como en Balmoral. También se observó la falta de pasafaunas en la ciudad en el sector del Centro Comercial Primavera Urbana, allí solo se implementó una malla y los primates se ven obligados a pasar por la vía o arriesgarse a saltar (Fig 24 y 32).

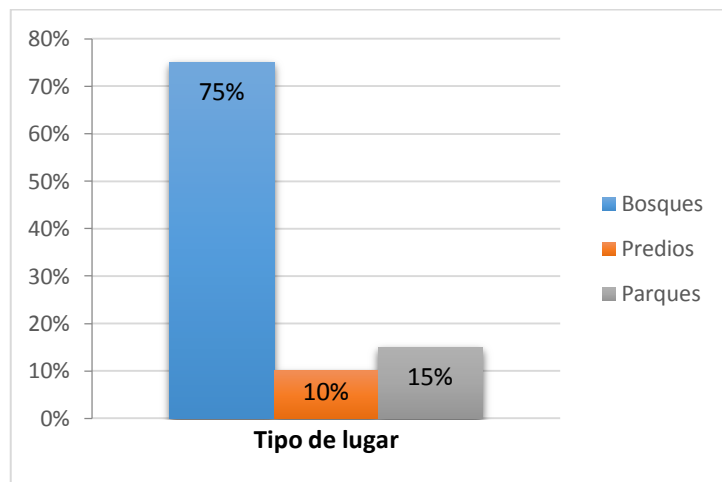


**Figura 26.** Horarios de observación de los primates diurnos en las áreas analizadas de la ciudad de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.).





**Figura 27.** Tipo de alimentación suministrada por las comunidades en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.).



**Figura 28.** Sitios donde las personas observaron a los primates diurnos en el área urbana consolidada de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en Excel por: Buitrago-Valenzuela, D. C.).



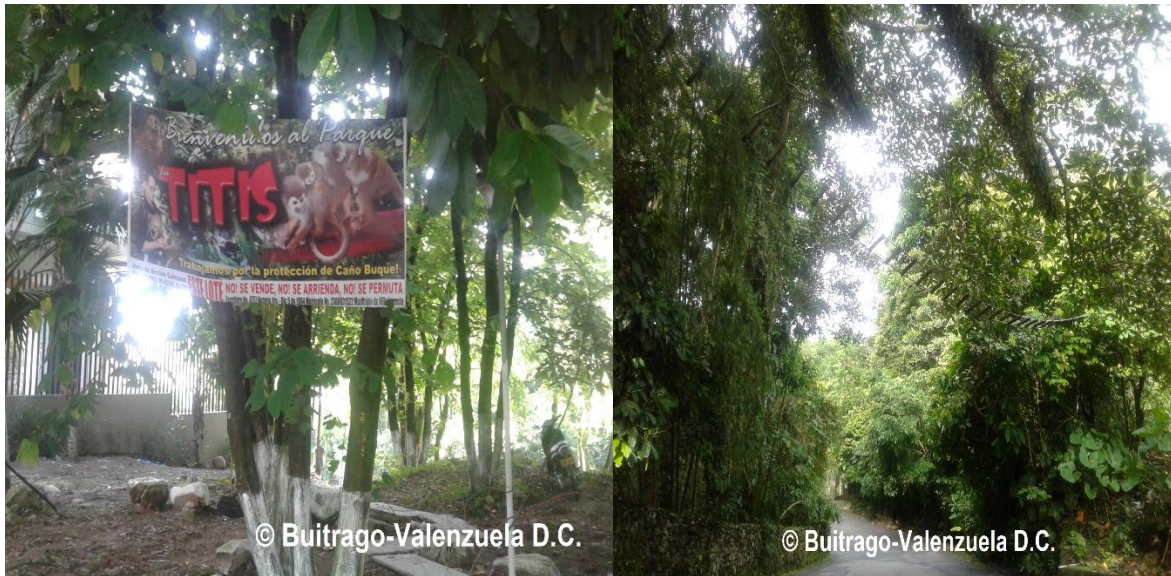
**Figura 29.** *S.c. albigena* recibiendo banano en el Asadero Santandereano, vía Acacias y Amarillo (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C y Rubiano-Karen).



**Figura 30.** *S.c. albigena* recibiendo alimento en el barrio Américas (Fotos: Ceballos-Ladino, L.A).



**Figura 31. A.** Presencia de una hembra de *S.c. albigena albigena*. **B.** Zona de alimentación de *Saimiri cassiquiarensis albigena* aledaña al centro comercial Villacentro, en un comercio ambulante de frutas (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C & Pava-Silva C.M).



**Figura 32.** Proyectos realizados por la comunidad para conservar las especies, tales como parques y pasafaunas (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C).



**Figura 33.** Señalización en la carrera 40, centro comercial Primavera Urbana (Fotos: Buitrago-Valenzuela, D.C).

## Propuesta de estrategia de conservación

La conservación *in situ* es dinámica, ya que las especies siguen sometidas a todos los procesos naturales del hábitat a los cuales tienen que generar estrategias de adaptación, esto permite el desarrollo de nuevas características genéticas, la coevolución con otras especies y generación de respuestas al ambiente así como a los cambios genéticos de las especies acompañantes. Siendo importante la participación de las comunidades locales para tener éxito a largo plazo. Las estrategias de conservación participativas, permiten la oportunidad de generar emprendimientos económicos, tales como el ecoturismo, la producción de flores y plantas nativas, exóticas, originando focos de desarrollo local de tipo sustentable (Pezoa, 2001). Si se logra intervenir con actuaciones de conservación y uso sustentable, se podría a mediano o largo plazo, mejorar el estado de salud del socio-ecosistema, el suministro de servicios ecosistémicos, y el bienestar de las poblaciones (Lozano *et al.*, 2016).

Espinoza *et al.* (2010) establecen como estrategia de conservación para la piangua la identificación de su gran importancia. Debido a los altos volúmenes de explotación actuales y a la gran dependencia del recurso que poseen las comunidades afrodescendientes del Pacífico colombiano. Para llevar a cabo dicho proceso se presenta la necesidad de diversos trabajos mancomunados para establecer las iniciativas desde la dinámica social y de los acuerdos colectivos de manejo que se llevan a cabo, con la disposición de cumplir reglas y normas, para realizar acciones para su conservación y ser promovidas por entidades del sector público y privado.

Ochoa- Ochoa *et al.* (2017) determinan que las ecorregiones: Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca, Los Altos de Chiapas, Sierra Madre Oriental y el Centro de México concentran la mayor superficie de bosque de niebla y donde más del 70% del área fue también calificada como prioritaria para implementar medidas urgentes de conservación. Basados en la capacidad de respuesta, se propuso diferentes instrumentos de conservación en cada fragmento. Sus resultados muestran que la superficie del bosque de niebla primario se ha reducido y que muy pocas zonas se encuentran bajo algún esquema de protección. Por ende, la importancia del estudio radica en que ayuda a que los bosques de niebla sean conservados, siendo ecosistemas con una distribución restringida y una gran biodiversidad que están altamente amenazados debido al cambio de uso de suelo.

Por otro lado, Luna & Fontana (2017) en su trabajo determinaron la importancia de la familia Araucariaceae puesto que ha sido explotada por su madera asociada a la expansión agrícola. Es por ello que este artículo describe el estado de conservación y recursos genéticos disponibles, ya que solo a través del conocimiento del patrimonio natural es posible implementar acciones para su conservación, protección e integración de las comunidades locales en dichas actividades, en la medida que se sensibilice sobre el valor que tiene esta familia

botánica para las comunidades que la circundan. Estableciendo que conservar la variación genética es indispensable para implantar estrategias más eficientes de conservación, ya sean éstas *in situ* o *ex situ*, si se fundan en el conocimiento de los requisitos ambientales y en las pautas de variabilidad de la especie contemplando los cambios climáticos futuros.

Castro (2017), determino que el conocimiento de la sociedad en cuanto a la importancia de las abejas es un pilar principal para generar planes y manejos estructurados de conservación que sean aplicables, velando por la preservación y mantenimiento tanto de las abejas como del ecosistema.

El plan de conservación y manejo del Tití gris *Saguinus leucopus* (Günther, 1877) del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero Colombiano (Morales *et al*, 2008), se ha centrado en sensibilizar sobre las amenazas a las que se enfrenta la especie y la necesidad de conservar a este primate endémico con exitosos programas de educación y de desarrollo sostenible. Este proyecto desarrolla actividades para la protección del hábitat del Tití generando alternativas de ingresos a las comunidades rurales, además de trabajar en la educación ambiental de niños y jóvenes (Savage *et al.*, 2012). Estos esfuerzos han logrado acciones directas como la ampliación de las áreas protegidas para la conservación del hábitat de *S. leucopus* (Rueda *et al.*, 2011).

Wong & Carrillo (1994), propusieron como estrategias de conservación del mono Tití en Costa Rica: el desarrollo de planes de educación ambiental dirigidos a las comunidades, consolidación de Parques Nacionales, inclusión de la conservación dentro de los planes de ordenamiento territorial (POT), centros de recuperación y readaptación de los ejemplares incautados o afectados por el tráfico de fauna y manejo del hábitat mejorando su mosaico de vegetación.

Con base en los análisis realizados, la estrategia de conservación *in situ* para los primates diurnos del área urbana de Villavicencio se compone de tres ejes (Anexos 6): restauración de las RH, pasafaunas y educación ambiental, haciendo especial énfasis en la sensibilización hacia las especies de interés. Al comparar los antecedentes con la estrategia de conservación *in situ* propuesta, se puede determinar que es factible puesto que incorpora la restauración de los bosques y su conectividad como hábitats para los primates y a su vez integra a la comunidad para la protección del ecosistema a través de la sensibilización ambiental.

A continuación se describen cada uno de los ejes de la estrategia de conservación:

Restauración de rondas hídricas

En este eje se plantea la restauración de los hábitats de los primates estudiados (bosques y rondas hídricas), la conectividad del paisaje, el manejo del hábitat y acciones de reforestación con especies nativas.

Las RH deben tener una amplitud mínima en el área urbana de 30 metros a cada lado del cuerpo de agua (POT, 2015), al analizar el buffer realizado en QGIS (Fig 19 y 20), se puede identificar el alto impacto que genera las actividades antrópicas dentro de las RH, de ahí la importancia de realizar restauración ecológica en estas áreas.

La restauración ecológica es definida como el conjunto de actuaciones encaminadas a devolver a un ecosistema, su estructura y funcionamiento, siendo su objetivo principal realizar la restauración de los servicios ecosistémicos y las características ecológicas del ecosistema a intervenir, en el caso de cuerpos hídricos es importante para el aumento en la calidad y cantidad de agua, reducción de la tasa de sedimentos que llega al cauce, el control y la regulación de los flujos de agua, en ecosistemas terrestres es importante para la recuperación de hábitats para los animales, el restablecimiento de corredores biológicos, el aumento de la conectividad, la recuperación de la belleza escénica, entre otros (DAMA, 2004). Los principales actores que se sugiere lleven a cabo esta estrategia son: Alcaldía de Villavicencio, Gobernación del Meta, Juntas de acción comunales (JAC), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio (EAAV) y ONG´s, puesto que son los agentes institucionales y sociales que pueden influir en el éxito de un proyecto ambiental a largo plazo (DAMA, 2004).

El desarrollo de funciones ecológicas esenciales favorece la provisión de servicios ecosistémicos Meli *et al.* (2017). La restauración de bosques debe basarse en la investigación, pero al mismo tiempo debe proporcionar soluciones apropiadas de acuerdo con los marcos legales, políticos e institucionales (Suding *et al.*, 2014). Esto sería más coherente con las ciencias ambientales y sociales, con la mayor probabilidad de realizar una restauración que brinde beneficios ecológicos y económicos con una mayor aceptación social.

Las rondas hídricas que se propone restaurar son: las de los humedales Charco-Oasis, La Madrid, Coroncoro y Kirpas-Pinilla-La Cuerera (Fig 18 y 19), donde se observa la tala de árboles con fines urbanísticos y el mal manejo de residuos sólidos y líquidos. Se sugiere también restaurar las RH de los caños: Maizaro a la altura de la urbanización Santa Catalina; Siete Vueltas, Montañita y Buque, además es necesario restaurar la zona de amortiguación de las RH y concientizar a la comunidad sobre la importancia de los servicios ecosistémicos que prestan.

La Orinoquia cuenta con diversidad de flora, según Rangel (2015) hay 4347 especies correspondientes al 16,4% de la riqueza del país y pertenecientes principalmente a las familias *Rubiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Melastomataceae* y *Asteraceae*. Según Atswood (2013, no publicado) la diversidad de flora presente en el Distrito de Conservación de Suelo Kirpas-Pinilla-La Cuerera está compuesta por 56 especies correspondientes a 36 familias, predominando las familias *Fabaceae*, *Melastomataceae* y *Urticaceae*, las cuales es recomendable utilizar para restaurar las RH presentes en el área urbana de Villavicencio (Anexos 4, tabla de especies recomendadas para la restauración de RH).

Bojaca (2016), considera que para los procesos de restauración de RH, las actividades a seguir son: la repoblación con especies nativas, para ello se hace necesario realizar un diseño florístico para recuperar la estructura del bosque y de esta forma determinar las especies y su ubicación dentro de la ronda hídrica. Además es necesario monitorear el desarrollo de las plantas y la recuperación de los servicios ecosistémicos a largo plazo.

Al comparar la propuesta presentada en este trabajo con la de Bojaca (2016), es evidente que la restauración con plantas nativas que recuperen la cobertura arbórea y además produzcan frutas, es de suma importancia para asegurarle alimento a las especies presentes en estos ecosistemas y así mitigar los conflictos asociados al deterioro de la calidad y conectividad del hábitat. Para realizar esta estrategia es necesario el estudio completo del suelo e inventario florístico, para determinar cómo reforestar las zonas a ser restauradas, según un diseño florístico que aumente la oferta de hábitat y recursos a las especies estudiadas y la fauna acompañante, para que como lo dice Meli (2017), se recupere los servicios ecosistémicos tales como el soporte a la biodiversidad, la calidad del agua y almacenamiento de carbono, entre otros. Con esta estrategia de conservación no solo se beneficiaran las especies silvestres, sino también la comunidad de la ciudad que podrán beneficiarse de los servicios ecosistémicos ofrecidos por las RH restauradas.

#### Pasafaunas

La fragmentación del paisaje por las barreras físicas naturales (ríos, montañas) y las antropogénicas (carreteras, represas e infraestructura) limitan el flujo migratorio y génico entre las subpoblaciones de una especie (Primack, 1998). Generando dos efectos que amenazan las especies: efecto de barrera (impide la movilidad del organismo, afectando la dispersión y colonización, además del efecto de borde (cambio de las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos, que según Kattan (2002) eleva la temperatura, radiación solar y genera reducción de la humedad). Las carreteras también son causa importante de perturbación y mortalidad de animales, al igual que la construcción de estas por la contaminación sonora, luminosa, aérea e hídrica y la tala (Forman & Lauren 1998).

Como estrategia de prevención y mitigación de estos impactos se deben implementar los pasafaunas, que conecten los fragmentos de bosques que han sido separados por carreteras mediante la instalación de puentes elevados, túneles o pasos aéreos, dependiendo la especie de interés (Taylor & Goldingay, 2010). Los cuales han dado buenos resultados en reducción del atropellamiento de fauna y mantenimiento de la conectividad del paisaje en Australia (Goosem *et al.*, 2006), Belice (Lyon y Horwich, 1996) y Brasil (Valladares-Padua *et al.*, 1995). A su vez se puede implementar los reductores de velocidad, las señalizaciones como avisos de precaución sobre la presencia de animales (Bonds, 2001; Iglesias, 2007; Adárraga & Gutiérrez, 2017) y mantener la vegetación aledaña a la vía. Además de actividades de sensibilización ambiental a los conductores para que

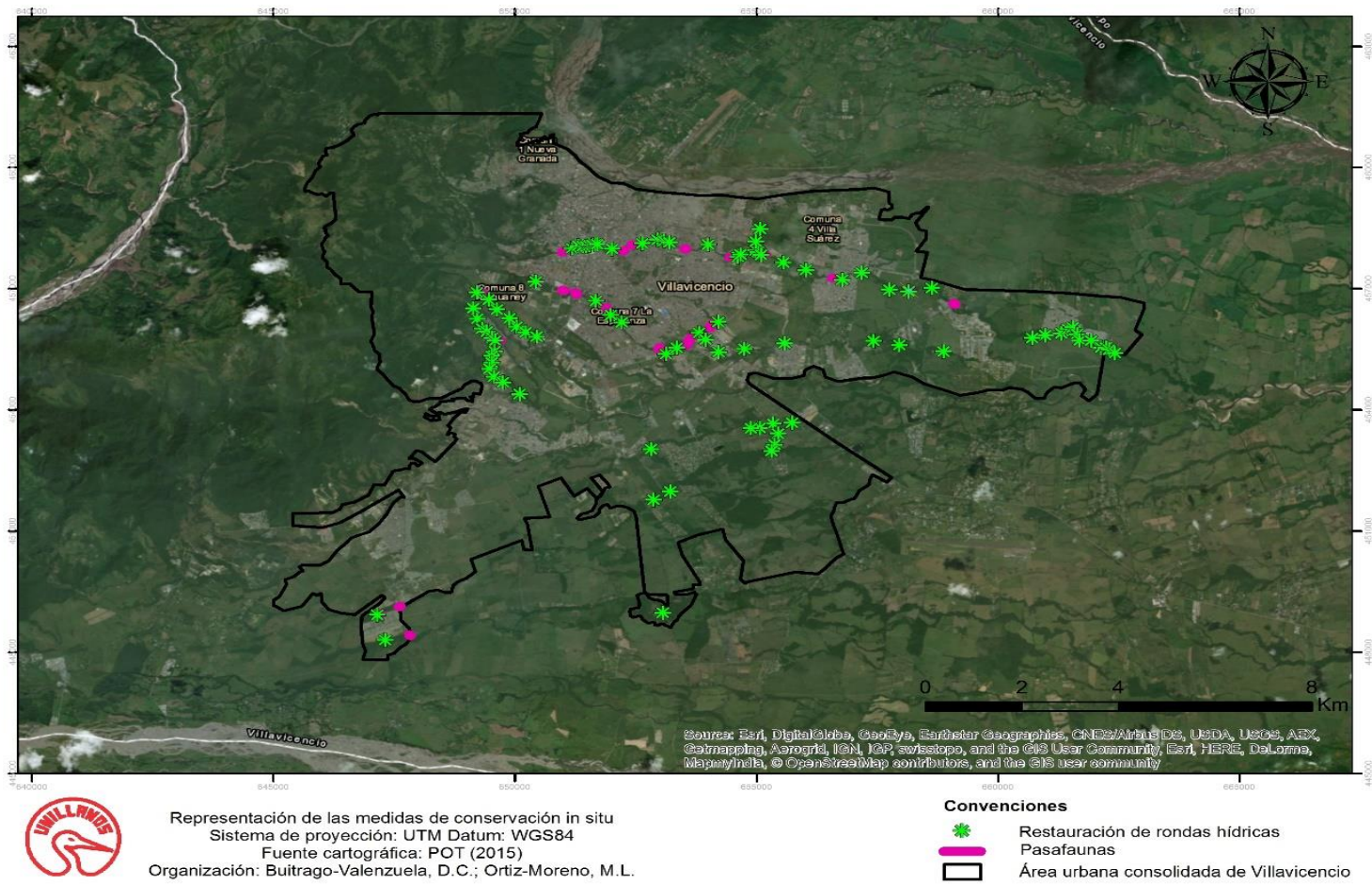


eviten los atropellamientos, tal y como lo recomiendan Ramo & Bustos (1986) y Arroyave et al (2006).

Los pasafaunas son obras diseñadas que facilitan el cruce seguro de fauna, los pasafaunas aéreos son la mejor estrategia de paso de fauna arbórea, ya que su construcción genera menor costos (Anexo 5) que los pasafauna supraviales (ecoducto) implementados en Argentina y otros países, los cuales generan más costos en infraestructura vial. Por otra parte, los ecoductos no son flexibles en su ubicación ya que no existe forma de desmontar y trasladar la estructura a otras zonas, mientras los aéreos si se pueden reubicar de acuerdo a los indicadores de uso obtenidos con el monitoreo de cámaras trampa. Por consiguiente, se puede establecer que la prioridad es recuperar la conectividad de los fragmentos de bosques, mediante la implementación de pasafaunas aéreos los cuales han dado buenos resultados en diferentes países. Teniendo en cuenta la durabilidad en las condiciones tropicales de Villavicencio se sugiere que estos pasafaunas sean metálicos.

Con los pasafaunas, se propone conectar los fragmentos de bosques desde la vereda El Carmen hasta el sector de Villacentro, en la RH del caño Buque. Además de dar conectividad a la RH del caño Zuria y caño Remache o Morroco con el humedal La Madrid con la instalación y adecuación de pasafaunas (Fig 34). Los pasafaunas (tipo puente de dosel) deben incluir un seguimiento sistemático con cámaras trampa para identificar las especies que lo utilizan y su frecuencia de uso, al igual que revisar periódicamente el estado de su estructura (Cuarón, 1995; Weston et al., 2011). Lo que permitirá evaluar la eficacia de los pasafaunas aéreos y demostrar la importancia de su construcción para la conservación de las especies.

Además se recomienda adecuar el pasafauna ubicado en el centro comercial Primavera Urbana para que sea utilizado por los primates y puedan desplazarse a lo largo de la RH del caño Buque. Esto permitiría tener más oportunidades de aumentar su variabilidad genética al interactuar con otras subpoblaciones; al igual que adecuar el pasafauna que se encuentra instalado en el conjunto Balmoral y reubicar los que están instalados en la vía “Corredor Ecológico” en el sector del humedal Zuria ya que actualmente no son utilizados por las especies arbóreas.



**Figura 34.** Ubicación de los pasafaunas propuestos para la conectividad de los fragmentos de bosques y restauración de RH en el área urbana de Villavicencio (Fuente: Desarrollado en ArcGIS por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L.).

La educación ambiental es un proceso que pretende formar y crear conciencia a todos los seres humanos sobre su entorno, implica impulsar las destrezas y las estructuras cognitivas que permiten que los estímulos sensoriales y la percepción del mundo-realidad se conviertan en información significativa, en conocimientos para su construcción y reconstrucción, así como en valores y costumbres, que determinan los comportamientos o formas de actuar, siendo responsables de su uso y mantenimiento. Está debe impartirse hacia los diferentes segmentos de la comunidad y utilizar gran variedad de recursos didácticos. Se debe fundamentar en un cambio que persista en los conocimientos, actitudes, comportamientos y hábitos frente al ambiente, orientados a conseguir que la humanidad cambie su clásica concepción de que la naturaleza es un elemento pasivo y complaciente, que se regenera automáticamente, porque es un bien infinito, con el fin de generar conciencia, lo cual provoca una acción cotidiana de protección ambiental (Álvarez, 2003; Martínez, 2010; Duarte, 2011; Meseguer *et al.*, 2009).

Las posibilidades de transformar la información científica y expresarla en modelos pedagógicos, teniendo en cuenta un enfoque crítico social no solo se limita a transmitir el conocimiento, sino en dejar una transcendencia e impacto con el propósito de que las comunidades contribuyan al cambio. Según Arango (1996) “Es una modalidad de trabajo que se plantea como alternativa educativa cuando se reconoce que la base del desarrollo humano es la participación, la creatividad y la autonomía”. Otra estrategia es el trabajo en campo proporcionando una experiencia con la problemática y la ayuda a entender (Rengifo *et al.*, 2012).

Hernández *et al.* (2010), enfocaron su trabajo en la educación ambiental para la conservación de la fauna silvestre en la península de Osa, determinando la importancia de seguir las siguientes etapas: Capacitación y fortalecimiento de las capacidades de los grupos claves, campañas de divulgación dirigidas a las comunidades y entes tanto públicos como privados encargados de la vigilancia de estas áreas, estableciendo la importancia y las amenazas que enfrenta la fauna silvestre y hacer una evaluación del impacto ambiental que acarrea estas afectaciones a los organismos.

Para Tovar (2017), son de gran importancia las herramientas pedagógicas diseñadas con diferentes temáticas (Charlas, talleres, capacitaciones y socializaciones) sobre la conservación de tortugas permitiendo una mayor receptividad y generando conciencia sobre la importancia de estos reptiles, siendo uno de los primeros pasos para la conservación de las especies. Por otra parte es importante la capacitación a turistas por medio de guías en los sitios turísticos, sobre la biología, ecología y la motivación a la conservación. Por ende, este tipo de estrategias son de gran importancia como lo muestra Tovar (2017), ya que pueden generar conciencia en términos de la importancia biológica de las especies, en el caso del presente estudio sobre los primates la educación

ambiental favorece el comprender la importancia de los primates diurnos en los ecosistemas.

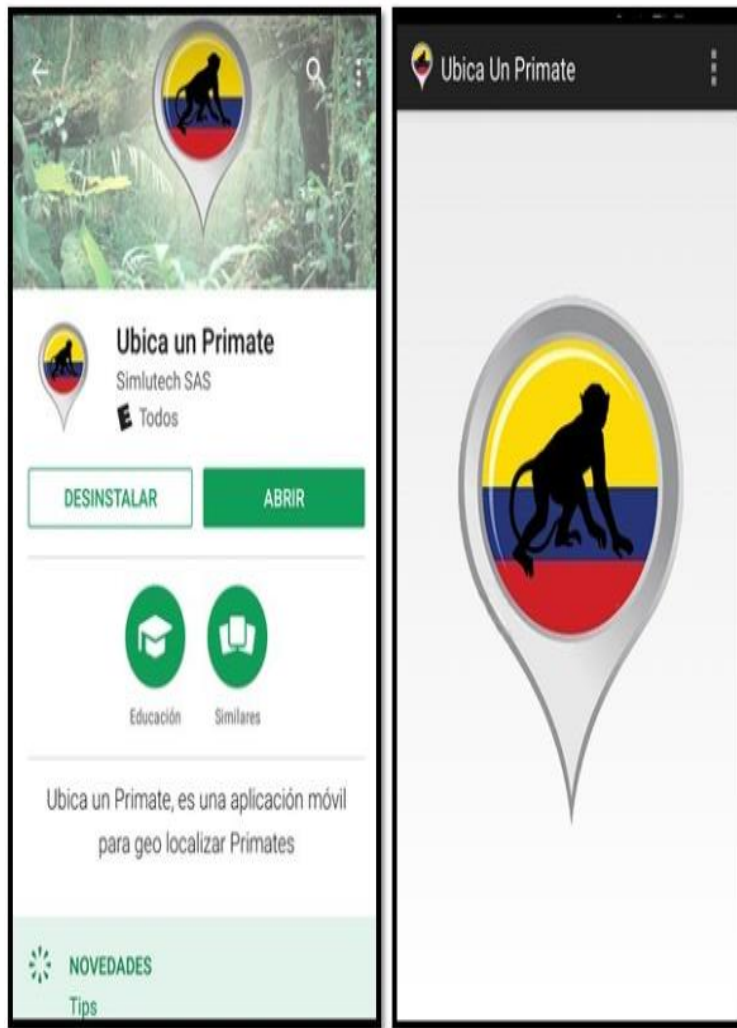
La educación ambiental parte del análisis de la percepción de la comunidad, en las entrevistas fue identificado que existen comunidades de Villavicencio que tienen interacciones negativas con las especies estudiadas, pero debido a que los miembros de dichas comunidades son de diferentes franjas etarias, niveles de escolaridad y socio económicos, es necesario utilizar una herramienta de sensibilización que sea independiente de la educación formal y que pueda ser utilizada por todos los actores a bajo costo y en el largo plazo. Por ello, se planteó la siguiente herramienta de sensibilización, empleando las TIC (Tecnologías de la información y comunicación) que incluyen los aplicativos móviles:

#### *Herramienta de sensibilización*

Se desarrolló una aplicación móvil con el fin de sensibilizar a la comunidad sobre la existencia de los primates diurnos y la importancia de su conservación, además de vincular a la comunidad ya que puede aportar información ingresando nuevos puntos de observación de los primates (coordenadas, especie, hora en que fue visto, lugar, entre otros datos) y así contribuir al conocimiento de su distribución.

La aplicación móvil se puede descargar por Play store y se desarrolló en la plataforma Android con ayuda de Diego Alejandro Asencio Cuellar, estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de los Llanos (Fig 33). Este aplicativo cuenta con cuatro ítems, en dos de ellos se muestra información básica de los primates y se muestra la importancia de su conservación, también tiene un geovisor con base en Google maps que exhibe todos los puntos muestreados en este trabajo en los que se registró la presencia de las cuatro especies analizadas: *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Alouatta seniculus*, *Plecturocebus ornatus* y *Sapajus apella*, mostrando cada especie en diferente color.

Por otra parte, los resultados de este trabajo fueron socializados en diferentes entidades relacionadas con el área ambiental (tanto públicos gubernamentales y no gubernamentales, así como privados) (Fig 36), con el fin de dar a conocer los ejes de la estrategia de conservación *in situ* propuesta y como se pueden aplicar de forma puntual. Los actores participantes expresaron una valoración positiva sobre la estrategia y se motivaron a participar, lo cual se puede ver reflejado en la inclusión de la descripción del aplicativo “Ubica un primate” en la cartilla ecoturística de Villavicencio por parte de la SEMA y financiada por Coviandina (Fig 36), al igual que la mención de los resultados del presente trabajo en el video institucional de la SEMA “Alianza público-privada para la protección ecosistémica del municipio de Villavicencio” disponible en Youtube en <https://youtu.be/L4tB4S5UOL8>. Este video fue presentado en la Semana del Cambio Climático (2018) organizada por la SEMA.



**Figura 35.** Interfaz del Aplicativo “Ubica un primate” (Fuente: Desarrollado en Play Store disponible desde febrero del 2018).



**Figura 36.** Socialización del trabajo de grado en los entes gubernamentales y ONG's relacionados con el área ambiental **A.** Secretaria de Medio Ambiente Alcaldía (SEMA) **B.** Bioparque Los Ocarros **C.** Fundación William Barrios **D.** Parques Nacionales Naturales de Colombia **E.** ESAP (Escuela Superior de Administración Pública). **F.** Coviandina Concesionaria Vial Andina.

## CONCLUSIONES

Los primates diurnos se distribuyen en la ciudad de Villavicencio, siendo *Saimiri cassiquiarensis albigena* la especie más frecuente, encontrándose principalmente en áreas altamente antropizadas en tanto que *S. apella*, *A. seniculus* y *P. ornatus* se presentan con mayor frecuencia cerca al perímetro urbano. Siendo el área urbana consolidada de Villavicencio un punto de confluencia importante de sus MNE.

Este trabajo contribuye al conocimiento y delimitación del nicho ecológico de las especies *P. ornatus*, *A. seniculus*, *S. apella* y *S.c. albigena* en Colombia y Villavicencio, lo cual es de suma importancia para el análisis de su *estatus* de conservación por parte de entes de referencia como la Asociación Primatológica Colombiana (APC) y la IUCN.

La pérdida de hábitat afecta a las especies de primates estudiados, principalmente al primate endémico *P. ornatus*, debido a la especificidad de sus requerimientos ecológicos y vulnerabilidad a la extinción.

Las especies de primates diurnos en el área urbana de Villavicencio están siendo afectadas por la construcción de vías y viviendas, además los fragmentos de bosque en las RH donde están presentes han sido linearizados en un 62% y un 55% han perdido conectividad, aumentando el riesgo de extinción de las especies estudiadas. Por ende es necesario restaurar las RH principalmente de: los humedales Charco- Oasis, La Madrid, Coroncoro y Kirpas-Pinilla-La Cuerera, al igual que de los caños Maizaro; Siete Vueltas, Montañita y Buque, se sugiere para ello emplear especies de las familias botánicas *Melastomataceae*, *Fabaceae*, *Urticaceae*, *Poaceae*, *Rubiaceae* y *Asteraceae*.

Es urgente establecer al menos 14 pasafauas, especialmente en la RH del caño Buque, la RH del caño Zuria y restablecer la conexión entre caño Remache o Morroco con el humedal La Madrid, realizando monitoreo constante a través de cámaras trampa para aumentar la conectividad de los hábitats para las especies estudiadas.

Con base en las entrevistas realizadas y la identificación de conflictos se recomienda implementar programas permanentes de sensibilización ambiental, sobre todo en las comunidades más vulnerables y de forma independiente a la educación formal, dado que muchas de las personas no pueden acceder a ella. Por tanto se propone el uso de las TIC como herramienta útil para la sensibilización ambiental con el aplicativo “Ubica un Primate”. El cual va dirigido a todas las personas que tienen acceso a un *Smartphone* de cualquier franja etaria y nivel de escolaridad; inclusive puede ser utilizado como una herramienta para impulsar el ecoturismo en la ciudad de Villavicencio, lo cual fue reconocido por la

SEMA y permitió que fuera incluido dentro de la cartilla “Guia ecoturística de Villavicencio” y el video institucional “Alianza Estratégica Público-Privada, para la protección Ecosistémica del municipio de Villavicencio”

Cabe resaltar que a través de las socializaciones de esta investigación se encontró que es necesario un trabajo mancomunado entre los habitantes de la ciudad de Villavicencio, entidades ambientales, ONG’s y comunidad académica para la conservación de los primates, además de la fauna y flora que habita los bosques en el entorno urbano de Villavicencio.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar un esfuerzo de muestreo mayor en el cual se puedan visitar más puntos del área urbana de Villavicencio, para ampliar los datos de presencia, ya que esta información es vital para las medidas de conservación.

También es de suma importancia realizar un censo poblacional para determinar la viabilidad de las poblaciones de las especies estudiadas en el área urbana de Villavicencio, puesto que se identificó que los fragmentos de bosque eran de un tamaño inferior a su ADV y con problemas de conectividad, lo cual probablemente favorece la endogamia conllevando a la reducción de la viabilidad de las poblaciones.

Debido a que la problemática de los primates analizados es de origen antrópico, es de suma importancia promover la sensibilización de la comunidad para la conservación del hábitat de los primates y su conectividad en especial en las RH empleando herramientas adaptadas a las características socio económicas de los actores. A su vez, se solicita al gobierno nacional, local, entidades ambientales como CORMACARENA, SEMA entre otras, que presten especial atención a las zonas en que se registró a los primates para incluirlas dentro de las áreas protegidas o en programas de conservación y así potenciar espacios para la educación ambiental.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, M. S. L., Machado, R., Barbieri, F., Freitas, N. S. and Oliveira, L. R. 2013. Anomalous colour in Neotropical mammals: a review with new records for *Didelphis* sp. (*Didelphidae*, *Didelphimorphia*) and *Arctocephalus australis* (*Otariidae*, *Carnivora*). *Braz. J. Biol.* 73: 185– 194 p.
- Adárraga, M. A. & Gutiérrez, L. C. 2017. Mortalidad de vertebrados silvestres en la carretera Troncal del Caribe a su paso a través de dos ecosistemas de interés biológico en la costa caribe Colombiana (Magdalena). *Biodiversidad del Caribe Colombiano*. Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. 169-173 p.
- Adessi, E., Chiarotti, F., & Visalberghi, E. 2007. Response to novel food and the role of social influences in Common Marmosets (*Callithrix jacchus*) and Goeldi's Monkeys (*Callimico goeldii*). *American Journal of Primatology*, Nov; 69 (11): 10–22 p.
- ACOPAZOA Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios <http://www.acopazoa.org/>
- Andrade, G. & Corzo, G. 2011. Qué y donde conservar?. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques acciionales Naturales. Bogotá, Colombia. 193 p.
- Alcaldía de Villavicencio. 2009. Expediente municipal. Consultado el 4 de Abril del 2017. <http://www.alcaldiadevillavicencio.gov.co/ws/?categoria=33&seccion=201>
- Alsos, I. G., Alm, T., Normand, S., & Brochmann, C. 2009. Past and future ranges shifts and loss of diversity in dwarf willow (*Salix herbacea* L.) *inferred from genetics, fossils and modelling*. *Global Ecology and Biogeography*. 18: 223- 239 p.
- Álvarez, A, (comp.). 2003. *Meimorias* del III Congreso Iberiamericano de Educación Ambiental. MARN/ Caracas, Venezuela. Fundación Polar. 1036 p.
- Arango, I. 1996. Fundamentos y Estrategias para el Desarrollo Comunitario. CINDE. Universidad Sur Colombiana. 12 p.
- Armada, C. M., Ciccioli, S. E., Duarte, L., Lutz, J. D., Novak, C. L., Tomasino, M. D., & Wasilcow, C (2015). Fauna y Tránsito en la Provincia de Misiones, Ecoductos de Hormigón. Diseño integrados al medio ambiente, Argentina.
- Arroyave, M. D. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., & Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista eia*, (5), 45-57.

- Basto, M. A. 2009. Interacciones sociales en un grupo de *Callicebus ornatus*, ubicado en un fragmento de bosque de galería en San Martín, Meta, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 89 p.
- Bonds, B. 2001. Wildlife habitat mitigation. En: *Wildlife and highways: seeking solutions to an ecological and socio-economic dilemma*. 7th Annual Meeting of The Wildlife Society. Nashville, Tennessee. 70- 72 p.
- Bonilla-Bedoya, S., López-Ulloa, M., Vanwalleghem, T., & Herrera-Machuca, M. Á. (2017). Effects of Land Use Change on Soil Quality Indicators in Forest Landscapes of the Western Amazon. *Soil Science*, 182(4), 128- 136 p.
- Bojaca, P. A. 2016. Formulación de una guía de sensibilización socioambiental para el uso, manejo y conservación de los parques ecológicos distritales de humedal de Bogotá D. C. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Facultad de medio ambiente y recursos naturales. 1- 93 p.
- Cabrera, J. A. 1994. Ecología y demografía del mono aullador (*Alouatta seniculus*) en un Bosque Andino Bajo, en el Parque Regional de Ucumari. En: O. Rangel (ed.), Ucumari: Un Caso Típico de la Diversidad Biótica Andino. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. 399- 419 p.
- Cadenasso, M.L., S.T.A. Pickett, K.C. Weathers & C.G. Jones. 2000. A framework for a theory of ecological boundaries. *BioScience* 53/8: 750- 759 p.
- Camargo, I., Rios E., Cornejo-Latorre C. and ÁlvarezCastañeda, S. T. 2014. First record of leucism in the genus *Peromyscus* (Mammalia: Rodentia). *West. N. Am. Naturalist* 74: 366– 368 p.
- CAR, 2012. Guía metodológica para la delimitación de zonas de ronda en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. Subdirección de administración de recursos naturales y áreas protegidas. Colombia. 1- 30 p.
- <http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/NORMAS/2014/RESOLUCION ES/AX1-RS006082014.pdf>
- Carpenter, G., Gillison, A. N. & Winter, J. 1993. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity Conservation*. 2: 667- 680 p.
- Carretero-Pinzón, X. 2008. Efecto de la disponibilidad de recursos sobre la ecología y comportamiento de *Saimiri sciureus albigena* en Fragmentos de Bosques de galería, San Martín (Meta-Colombia). Tesis de MSc, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Carretero- Pinzón, X. 2013a. An eight- year life history of a primate community in the Colombian Llanos. In: Masrh, L., Chapman, C. (eds) primates in fragments.

- Developments in Primatology: Progress and prospects. Springer, New York. NY. 159- 182 p.
- Carretero-Pinzón, X. 2013b. Population density and habitat availability of *Callicebus ornatus*, a Colombian endemic titi monkey. In: Especies de Primates Colombianos en Peligro de Extinción. Panamericana, Bogota, Colombia. 160-169 p.
- Carretero-Pinzón, X. 2013. Population density and habitat availability of *Callicebus ornatus*, a Colombian endemic titi monkey. En; T.R. Defler, P. R. Stevenson, M.L. Bueno & D.C. Guzmán-Caro (Eds), Primates Colombianos en Peligro de Extinción, (pp. 3-22). Asociación Primatológica Colombiana, Bogotá D.C.
- Carretero- Pinzón, X., Defler, T. R., McAlpine, C. A. & Rhodes, J. R. 2017. The influence of landscape relative to site and patch variables on primate distributions in the Colombian Llanos. *Landscape Ecology*. 32 (4): 883- 896 p.
- Castro, G. V. 2017. Revisión de estrategias de conservación de polinizadores aplicables al género *Bombus* en el ecosistema de bosque alto andino de Colombia. Universidad militar Nueva Granda, facultad de Ingeniería. Programa de planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales. 22 p.
- Chapman, C. & Peres, C. 2001. Primate conservation in the new millennium. The role of scientists. *Evolutionary Anthropology*. 10: 16- 33 p.
- Chaves, M. E. & Arango, V. N. (eds). 1997. Causas de pérdida de biodiversidad. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombia. Tomo. 2. Ministerio de medio ambiente y PNUMA. Bogotá D. C.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2003. Estrategía Nacional de Biodiversidad. Gobierno de Chile. 182 p.
- Congreso de Colombia. 1993. Ley 99, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA- y se dictan otras disposiciones. [www.humboldt.org.co/images/.../pdf/.../1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf](http://www.humboldt.org.co/images/.../pdf/.../1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf).
- Correa, H. D., Ruíz, S. L. & Arévalo, L. M. (eds). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco- Colombia/ 2005- 2015. Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF- Colombia, GTZ- Colombia, Bogotá, D. C. 330 p.
- Cowlishaw, G. & Dunbar, R. 2000. Primate conservation Biology. The University of Chicago press. Ltda. London. 498 p.

- Curiel-Curiel, E. 2016. *Elaborar mapas de prescripción empleando QGis para el control de profundidad de suelo utilizando controlador*. Ingniero mecánico agrícola. Universidad autónoma Agraria Antonia Narro. 1- 137 p.
- DANE. 2005. Proyecciones de población municipal por área. 2005- 2020 a junio 30. <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Defler, T., & Rodríguez, J. V. 1998. La fauna de la Orinoquia. *Colombia Orinoco*, Universidad Nacional de Colombia- Fundación Natura, 135–165 p.
- Defler, T. 2003. Primates de Colombia. Conservacion Internacional Colombia, Bogotá. 543 p.
- Defler, T. 2004. Historia natural de los primates colombianos. Conservación internacional Colombia.. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, 2010. 612 p.
- Defler, T. 2010. Familia Atelidae. Historia Natural de los primates Colombianos (Edición 2). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 324- 334 p.
- Defler, T. 2013. Aspectos sobre la conservación de los primates colombianos: ¿Cuál es el futuro? En: T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno & D. C. Guzmán-Caro (Eds.), *Primates Colombianos en Peligro de Extinción*, Asociación Primatológica Colombiana, Bogotá pp. 3- 22 p.
- Días, P. A. D, Nergrín, A. R., & Espinosa, D. C. 2011. La conservación de los primates en México .Gobierno del Estado de Veracruz, Consejo Veracruz de Ciencia y Tecnología.
- Duarte, P. A. 2011. La conservación de los primates en México. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.
- Espinoza, G. S., Delgado, M. F., Orobio, R. B., Mejía- Ladino, L. M. & Gil-Agudelo, D. L. 2010. Estado de la población y valoración de algunas estrategias de conservación del recurso piangua *Anadara tuberculosa* (Sowerby) en sectores de Bazán y Nerete, costa pacífica y nariñense de Colombia. Instituto de investigaciones marinas y costeras “José Benito Vives de Andreis”- INVEMAR. Cerro Punta de Betín, Santa Marta, Colombia. 39 (1): 161- 176 p.
- Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D., & Possingham, H. 2006. Modelling the conversion of Colombiad ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*, 79(1): 74– 87 p.
- Fabelo, J. 2004. Los valores y sus desafíos actuales. Colección Insumisos Latinoamericanos, Universidad Autónoma de Puebla. 59- 330 p. Desde: <http://www.librosenred.com/libros/losvaloresysusdesafiosactuales.html>.

- Fernández, F., Andrade, M.G. & Amat, G. 2004. Insectos de Colombia Volumen III. Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá). Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 602 p.
- Forman, R. T. and Alexander. L. E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231 p.
- Franklin O. H. & Soulé, M. E. 1992. Conservation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 327 p.
- Fleagle, R., Mittermeier, A. & Skopec, A. L. 1981. Differential habitat use by *Cebus apella* & *Saimiri sciureus* in Central Surinam. *Primates*. 22: 361- 367 p.
- Gallo-Reynoso, J. P. 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 10- 32 p.
- García- Ruiz, M., Castillo, M. I., Álvarez, D., Gardeazabal, J., Borrero, L. M., Ramírez, D. M., Carrillo, L., Nassar, F., & Gálvez, H. 2007. Estudio de 14 especies de primates platirinos (*Cebus*, *Saimiri*, *Aotus*, *Saguinus*, *Lagothrix*, *Alouatta* y *Ateles*), utilizando 10 loci microsatélites: análisis de la diversidad génica y de la detección de cuellos de botella con propósitos conservacionistas. *Revista Orinoquia*. Vol 11 (2): 19- 37 p.
- García J, Defler TR, Bueno M. 2010 Evaluation of the conservation state of *Callicebus caquetensis* (*Pitheciidae*, *Platyrrhini*), a new species in southern Caquetá Department, Colombia. *Neotropical Primates.*; 17(2): 37- 46 p.
- Gasca, H. J. & Torres, R. D. 2013. Conservación de la biodiversidad en Colombia, una reflexión para una meta: conocer y educar para conservar. Cuadernos de Biodiversidad 42. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 31- 37 p.
- GBIF. 2016. "Colombia data trends en: Change over time in data about species from Colombia available from GBIF".
- <https://www.sibcolombia.net/actualidad/biodiversidad-en-cifras/>
- Goosem, M., Weston, N. & Bhushnell, S. 2006. Effectiveness of rope bridge arboreal overpasses and faunal underpasses in providing connectivity for rainforest fauna. In *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation* (C.L. Irwin, D. Nelson & K.P. McDermott, eds.). Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, North Carolina. 304- 316 p.
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in

- ecology. *Ecological Modelling*. 135: 147- 186 p.
- Harvey, C. A., & Sáenz, J. C. (2008). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Editorial INBio.
- Hess, E. H. 1958. "Imprinting" in animals. *Scientific American* 198(3): 81- 90 p.
- Hijmans, R. J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I. & Rojas, E. 2004. Manual Sistema de información geográfica para el análisis de datos de distribución espacial de especies. Diva-Gis. Versión 4. [www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4\\_manual\\_Esp.pdf](http://www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4_manual_Esp.pdf)
- Houlder, D., Hutchinson, M., Nix, H. & McMahon, J. 2001. ANU\_CLIM. Centre for resource and environmental studies. Camberra.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. Cold spring harbor symposia on quantitative biology. Yale University, New Haven, Connecticut. 22: 415- 420 p.
- Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kings of animals?. Department of Zoology, Yale University, New Haven, Connecticut. *The American Naturalist*. Vol. XCIII. 870: 145-159 p.
- Iglesias-Merchán, C. 2007. Permeabilidad faunística en infraestructuras de transporte: Necesidad de reconsiderar algunos criterios en la Evaluación de Impacto Ambiental y propuesta de definiciones. (IV CONEIA. AEEIA. Madrid). 1- 39 p.
- Janson, C.H. 1986. The mating system as a determinat of social evolution in capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Proceeding of the XIIIth International Congress of Primatology*. Cambrigde press. Cambrigde. 169- 179 p.
- Jimenez, G. G. & Ladino, N. C. 2015. Condiciones actuales en términos de pérdida de biodiversidad en corredores biológicos de la granja agroecológica de Uniminuto, Villavicencio, Meta, Colombia. *RIAA*. 6 (1): 239- 252 p.
- Kanamori, T., Kuze, N., Bernard, H., Malim, T. P., & Kohshima, S. (2017). Fluctuations of population density in Bornean orangutans (*Pongo pygmaeus morio*) related to fruit availability in the Danum Valley, Sabah, Malaysia: a 10-year record including two mast fruitings and three other peak fruitings. *Primates*, 58(1), 225-235 p.
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata M. y G. Kattan (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica. 561-590 p.
- Kattan, G. H. & Naranjo, L. G. 2008. Regiones biodiversas: Herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Fundación EcoAndina

- WCS Colombia. WWF- Colombia, Cali, Colombia. 223 p.
- Karanth, U. 1992. Conservation prospects for lion-tailed macaques in Karnataka, India. *Zoo Biology*. 11 (1): 33-41p.
- Klein, L. L. & Klein, D. J. 1975. *Social and ecological contrtrats between four taxa of neotropical primates*. In: *Socioecology and Psychology or Primates*. Tuttle, R. H. (ed.), Mouton, Hague. 59- 85 p.
- Kumar, V., & Kumar, V. (2015). Seasonal electrocution fatalities in free-range rhesus macaques (*Macaca mulatta*) of Shivalik hills area in northern India. *Journal of medical primatology*, 44(3), 137-142 p.
- Latorre, J. P; Rodríguez, O; Corredor, L. P & Arias, A. 2014. Condición de las unidades ecobiogeograficas continentales y sistema nacional de áreas protegidas en Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, Colombia.
- León, T. 2018. El patrimonio genético y biológico de la fauna amenazada debe conservarse vivo. Instituto de Bioingeniería de la UHM Trinidad León Quinto. 4 p.
- Leyva, P. 2003. El medio ambiente en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C.543 p.
- Lomolino, M. V., Riddle, B. R. & Brown, J. H. 2006. *Biogeography*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland. 752 p.
- <https://www.amazon.ca/Biogeography...Lomolino-Riddle.../0878>
- Lozano, P., Armas, A. & Machado, V. 2016. Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulingui San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador. 55- 70 p.
- Lyon, J. & Horwich, R.H. 1996. Modification of tropical forest patches for wildlife protection and community conservation in Belize. In *Forest Patches in Tropical Landscapes* (Schelhas, J. & Greenberg, R., eds.). Island Press, Washington, 205-230 p.
- Luna, C. V. & Fontana, M. L. (2017). Estado de los bosques de *Araucaria angustifolia*: especie nativa en peligro crítico. *Revista Estudios Ambientales*, 5(2), 79-93 p.
- MADS. 2012. Política nacional de gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistemicos. 128 p.
- Mantallana, C. L., Lasso, C. A. & Baptiste, M. P. 2012. Carne de monte y consumo de fauna silvestre en la Orinoquia y Amazonia (Colombia y Venezuela)/ Memorias del taller regional. Inírida, Guainía (Colombia). 16- 20 de Abril de

2012. 1- 72 p.

Marsh, K. 2003. The nature of fragmentation. En: Primates in fragments: Ecology and Conservation, L. K. Marsh (ed.). Kluwer academic/ Plenum press, New York 1-9 p.

Mason, WA .1968. Uso del espacio por grupos *Callicebus*. Páginas. En: (ed.) Del PC Jay, *Primates: Estudios en la adaptación y variabilidad*. Holt, Rinehart y Winston, Nueva York. 398-419 p.

Martínez, C. R. 2010. La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. Revista Electrónica Educare. Vol 14 (1). 97- 111 p.

Meli, P., Ruíz, L., Aguilar, R., Rabasa, A., Rey-Benayas, J. M. & Carabias, J. 2017. Bosques ribereños del trópico húmedo de México: un caso de estudio y aspectos críticos para una restauración exitosa. Madera y Bosques. Vol 23 (1): 181- 193 p.

McCardle, H. 2012. Albinism in wild vertebrates. Thesis. Texas State University-San Marcos. 72 p.

Mora, M. A., & Trujillo, J. M. 2014. La ciudad y su dinámica. Orinoquia. 18 (2): 7-10 p.

Morales-Jiménez. A. L., Vejarano, S., Rodríguez, C. L., & Ospina, O. 2008. Programa Nacional para la conservación de la Especie Endémica de Colombia tití gris (*Saguinus leucopus*). CORPOCALDAS, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Fundación Biodiversa Colombia Asociación Colombiana de Primatología, Bogotá, Colombia. [cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=270](http://cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=270)

Moreno, S. & Plese, T. 2005. Distribución actual e histórica, uso de hábitat y estimación del estado de conservación del perezoso de tres uñas (*Bradypus variegatus*) en el área de jurisdicción de Corantioquia. *Fundación Unau*, Corantioquia, Medellín. 1- 33 p.

Montenegro, A.L. & O. Vargas. 2008. Caracterización de bordes de bosque alto andino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *International Journal of Tropical Biology* 56: 1543-1556 p.

Morlans, M. C. 2004. Introducción a la ecología de poblaciones. Universidad Nacional de Catamarca. Editorial científica universitaria, Catamarca. 1- 16 p.

Morris, W. F. & Doak, D. F. 2002. Quantitative conservation biology: Theory and practice of population viability analysis. Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts U.S.A. 480 p.

Nix, H. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. In: Longmore.



- R. (Ed.), Snakes: Atlas of Elapid snakes of Australian. Bureau of flora and fauna. Canberra. 4- 10 p.
- Nuévalos, C. 2008. Desarrollo Moral y Valores Ambientales. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Universidad de Valencia (España). [Versión electrónica]. Recuperado el 20 de abril, 2010, disponible en <http://roderic.uv.es/handle/10550/15379>
- Ocampo-Duran, A., Fernández-Lavado, A. P. & Castro-Lima, F. 2013. Aceite de la palma de seje *Oenocarpus bataua* Mart. por su calidad nutricional puede contribuir a la conservación y uso sostenible de los bosques de galería en la Orinoquia Colombiana. Grupo de investigación en sistemas sostenibles de producción con énfasis en palmas tropicales. Fundación Horizonte Verde. 215-229 p.
- Ochoa-Ochoa, L. M., Mejía-Domínguez, N. R., Bezaury-Creel, J. 2017. Priorización para la Conservación de los Bosques de Niebla en México. *Ecosistemas* 26(2): 27-37 p.
- Ortiz-Moreno, M. L. 2015. Análise da interação entre ordenamento territorial e biodiversidade: estudo de caso em Villavicencio (Meta, Colômbia). São Carlos: UFSCar. 241 f.
- Palacios Acevedo, E. & Rodríguez, A. 2001. Patrón y uso del espacio en un grupo de monos aulladores rojos (*Alouatta seniculus*) en una selva tropical del sudeste de Colombia. *American Journal of Primatology* 55 (4): 233-251 p.
- Palacios Acevedo, E. 2003. Uso del espacio por *Alouatta seniculus* en el bajo río Apaporis, Amazonia Colombiana. Pp. 85-95 en: V. Pereira, F. Nassar y A.Savage (eds.), *Primatología del Nuevo Mundo*. Fundación Araguatos, Bogotá. 83- 95 p.
- Palacios\_Silva, R. & Mandujano, S. 2007. Análisis de lá conectividad del habitat del mono Aullador em um paisaje altamente perturbado de México. Evaluación y conservación de biodiversidade em paisajes fragmentados de Mesoamerica. (Celia A. Harvey y Joel C. Sáenz eds.). 451- 474 p.
- Paim, F. P., de Sousa e Silva, J., Valsecchi, J., Harada, M. L. & Lima de Queiroz, H. 2013. Diversity, Geographic distribution and conservation of squirrel monkeys, *Saimiri* (Primates, Cebidae), in the floodplain forest of central Amazon. *International Journal of Primatology*. 34:1055- 1076 p.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2005. Aspectos conceptuales de la planeación del manejo en parques nacionales naturales. Colección Planeación del manejo de los Parques Nacionales Naturales. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. <http://www.parquesnacionales.gov.co>.
- Prado-Martinez, J., Hernando-Herraez, I., Lorente-Galdo, B., Dabad, M., Ramirez,

- O., Baeza-Delgado, C., Morcillo-Suarez, C., Alkan, C., Hormozdiari, F., Raineri, E., Estellé, J., Fernandez-Callejo, M., Valles, M., Ritscher, L., Schöneberg, T., De La Calle-Mustienes, E., Casillas, S., Rubio-Acero, R., Melé, M., Engelken, J., Caceres, M., Gomez-Skarmeta, J. L., Gut, M., Bertranpetit, J., Gut, I. G., Abello, T., Eichler, E. E., Mingarro, I., LaluezFox, C., Navarro, A. and Marques-Bonet, T. 2013. The genome sequencing of an albino Western lowland gorilla reveals inbreeding in the wild. *BMC Genomics* 14: 363 p.
- Peres, C. 1994. Primate responses to phenological changes in an Amazonian terra firme forest. *Biotropica*, Vol. 26, No. 1. (Mar., 1994): 98- 112 p.
- Pezoa, A. 1998. Estado de conservación de las especies silvestres de *Lycopersicon* en Chile. Serie La Platina 68: 42- 54 p.
- Pezoa, A. 2001. Estrategias de conservación de la Biodiversidad Biológica. Libro rojo de Flora nativa y de los sitios prioritarios para la conservación: Región de Coquimbo (F. A. Squeo, G. Arancio y J. R. Gutiérrez, Eds.). Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile. 18: 173- 280 p.
- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical ecology*. Wiley, New York. 385 p.
- Polanco, O. 1992. Aspectos etológicos y ecológicos de *Callicebus cupreus ornatus* Gray, 1970 (Primates: Cebidae) en el Parque Nacional Natural Tinigua, La Macarena, Meta, Colombia. Tesis de grado, Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 12 p.
- Porras, M. 2000. Comunicación vocal desde la perspectiva de las actividades, estructura social y contexto comportamental. *A Primatologia no Brasil* 7: 265- 274 p.
- Prette, M. E. *et. al.* 2006. Diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil. Ministerio do Meio Ambiente. Secretaria de políticas para o desenvolvimento sustentável. Brasília. 245 p.
- Primack, R. 1998. *Essentials of conservation biology*. 2ed. University Oxford Press. Oxford. Sinaeur. 659 p.
- Primack R. 2000. *Introducción a la biología de la conservación*, segunda edición, Editorial Ariel S.A. 288 p.
- Pujol, R.M. y M. Villanueva. 1998. Un proces metodologic per l'ambientació curricular. pp. 31-43. In: *Seminaris d'ambientalització curricular*. Generalitat de Catalunya. Barcelona, España.
- Rangel-Ch, J. O. (2015). La riqueza de las plantas con flores de Colombia: The richness of flowering plants in Colombia. *Caldasia*, 37(2), 279-308.

- Rangel-Ch, J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176-200.
- Rengifo, B. A., Segura, L., Córdoba, J. F. 2012. La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. En: XII. Coloquio Internacional de Geocrítica. 12 p.
- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá D. C., Colombia. 181 p.
- Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Morales, M., Delgado, L. C., & Sarmiento, A. 2007. *Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia*. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá D. C., Colombia. 128 p.
- Rueda, L. E., Sánchez, I. M. & Aguirre, J. 2011. Estrategias de manejo y conservación del tití gris (*Saguinus leucopus*) en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Porce III, Antioquia, Colombia. Guía de Campo. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 140 pp.
- Rylands, A. B., Mittermeier, R. A. & Rodríguez- Luna. 1995. A species list for the new world primates (*Platyrrhini*): distribution by country, endemism and conservation status according to the Mace- Land system. *Neotropical Primates* 3 (suppl): 113- 160 p.
- Rylands, A. B., Boubli, J. P., Mittermeier, R. A., Wallace, R. B. & Ceballos- Mago, N. 2015. *Sapajus apella*. The IUCN red list of threatened species 2015. 1- 15 p.
- Rodríguez- Mahecha, J. V., Landazábal, M. C. & Nash, S. D. 2006. Libro rojo de mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia. Bogotá. p. 20- 41.
- Rosenzweig M. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University press. 436 p.
- Rudran, R. 1979. La demografía y la movilidad social de un aullador rojo, (*Alouatta seniculus*) poblaciones en Venezuela. En: JF Eisenberg (ed.), *Animal vertebrado ecología en el Neotrópico Norte*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 107-126 p.
- Savage, A., Guillén-Monroy, R., Soto-Rojas, L. & Vega-Abello, J. (2013). El Proyecto Tití: Medidas efectivas para la conservación del tití cabeciblanco (*Saguinus oedipus*). En: T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno & D. C. Guzmán-Caro (Eds.), *Primates Colombianos en Peligro de Extinción*, (pp. 23-

- 38). Asociación Primatológica Colombiana, Bogotá D. C.
- Sánchez-Cuervo, A. M., Aide, T. M., Clark, M. L., & Etter, A. 2012. Land Cover Change in Colombia: Surprising Forest Recovery Trends between 2001 and 2010. *PLoS ONE*, 7(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043943>
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C. R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A review. *Conservation Biology: The journal of the society for conservation biology*, 5(1): 18–32.
- Sekulic, R. 1982. Daily and seasonal patterns of roaring and spacing in four red howler (*Alouatta seniculus*) troops.). *Folia Primatologica* 39: 22-48 p.
- Soberón, J. & Peterson, A. T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. Natural History Museum and Biodiversity Research Center, University of Kansas, Lawrence, Kansas. 1-10 pp.
- Solari, S., Muñoz- Saba, Rodríguez- Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves, E. & Trujillo, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología neotropical*. Vol. 20 (2). 301- 365 p.
- Soulé, M. E. 1991. Land use planning and wildlife Maintenance: Guidelines for conserving wildlife in an urban landscape. *Journal of the American Planning Association*. 57 (3): 313-323 p.
- Sussman, R. 2000. Primate ecology and social structure. First edition. Pearson custom publishing. 204 p.
- Tamayo, M. 1997. Efecto de la perturbación de los bosques fragmentados sobre el comportamiento y tamaño de una comunidad de primates en el Piedemonte Llanero Villavicencio- Meta. Tesis de grado Biología Pontificia Universidad Javeriana. 70 p.
- Suding, K., Higgs, E., Palmer, M., Callicott, J. B., Anderson, J. C., Baker, M., Gutrich, J. J., Hondula, K. L., LaFevor, M. C., Larson, B. M. H., Randall, A., Ruhl, J. B. y Schwartz, K. Z. S. (2014). Committing to ecological restoration. *Science*, 348(6235), 638-640 p.
- Taylor, B.D. & Goldingay, R.L. 2010. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. *Wildlife Research*. 37:320-331. <http://dx.doi.org/10.1071/WR09171>
- Templado, J. 1983. El paisaje vegetal y la distribución de los Lepidóptera Ibéricos (*Lepidóptera*). *Boletín Asociación Española de Entomología*. 6:337- 341.
- Tovar, J. D. 2017. Estrategias de educación ambiental dirigidas a la comunidad estudiantil, adelantadas por el programa de conservación de tortugas y mamíferos marinos. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías. Programa Biología Marina. Santa Marta. 1- 51 p.

- Tréllez, E. 2002. La educación ambiental comunitaria y la prospectiva: una alianza de futuro. *Tópicos en educación ambiental*, 4: 7-21.
- Van Roosmalen, M. G. M. 1997. Habitat preferences, diet, feeding strategy and social organization of the black spider monkey (*Ateles paniscus paniscus*, Linnaeus, 1758) in Surinam. *Acta Amazonica* 15 (3/4, suppl): 1-238 p.
- Van Roosmalen, M. G. M., Van Roosmalen, T. and Mittermeier, R. A. 2002. A taxonomic review of the titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. *Neotropical Primates* 10(suppl.): 1–52 p.
- Valladares-Padua, C., Cullen Junior, L. & Padua, S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. *Neotropical Primates* 3(1):13-15.
- Vargas, A., Jimenez, I., Palomares, F. & Palacios, J. 2002. Distribution, states and conservation needs of the golden-crowned sifala (*Propithecus tattersalli*). *Biological Conservation*. 108 (3): 325-334.
- Vié, J. C., Hilton-taylor, C., & Stuart, S. N. 2008. *Wildlife in a changing world- An Analysis of the 2008 IUCN Red list of Threatened Species*. Gland, Switzerland: IUCN. 180 p.
- Villavicencio. 2013. Alcaldía de Villavicencio. Síntesis diagnóstica del municipio de Villavicencio [http://www.villavicencio.gov.co/index.php?option=com\\_docman&Itemid=209](http://www.villavicencio.gov.co/index.php?option=com_docman&Itemid=209)>.
- Wilson, D. & Reeder, D. eds 2005. *Mammal Species of the world* (3<sup>ra</sup> edición). Baltimore: Johns Hopkins University press, 2 vols. 212 p.
- Wich, S. A., Singleton, I., Nowak, M. G., Atmoko, S. S. U., Nisam, G., Arif, S. M., & Gaveau, D. L. (2016). Land-cover changes predict steep declines for the Sumatran orangutan (*Pongo abelii*). *Science Advances*, 2(3), e1500789.
- Worman, C. & Chapman, C. A. 2006. Densities of two frugivorous primates with respect to forest and fragment tree species composition and fruit availability. *Intenertional Journal of Primatology*. 27, 203-224
- Wong Reyes, G., & Carrillo, J. (1994). Manejo y conservación de mono tití (*Saimiri perstedii citrinellus*) en Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica. *Revista La Ciencia y el Hombre*. 37- 42 p.
- Young, A. & N. Mitchell. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation* 67: 63-72.
- Zabala, I., & García, M. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de investigación*, 32(63), 201-2

## Anexos

### Anexo 1: Formato de Entrevista

Cuestionario (modificado de Gallo 1989)

Fecha:

Barrio:

Procedencia:

Género:

Nombre:

Edad:

0-10	10-20	20-30	30-40
40-50	50-60	60-70	70-80

Actividad económica:

Independiente	Empleado	Estudiante	Otros
---------------	----------	------------	-------

Hace cuanto vive en el barrio:

Menos de 1 año	1-3 años	3-5 años	Más de 5 años
----------------	----------	----------	---------------

Estrato socioeconómico:

Número de personas que componen el Núcleo familiar:

1. ¿Ha visto micos en el barrio?

Si	No
----	----

2. ¿De la lámina cuales de los micos diurnos presentes en Villavicencio ha observado?

<i>Plecturocebus ornatus</i> <b>Zocay</b>	<i>Saimiri cassiquiarensis albigena</i> <b>Tití</b>	<i>Alouatta seniculus</i> <b>Araguato o Aullador</b>	<i>Sapajus apella</i> <b>Maicero</b>
--	--	---	---

3. ¿En qué parte del barrio los ha visto?

Parques	Bosques	Predios
---------	---------	---------

4. ¿Solos o en grupo?

Solos	1-5	5-10	10-15	Más de 15
-------	-----	------	-------	-----------

5. ¿Sabe de qué se alimentan?

6. ¿Qué tipo de interacción ha tenido con los micos?

<b>Negativa</b>	<b>Positiva</b>
Tirarles piedras	Observarlos
Espantarlos o amenazarlos	Alimentarlos
Envenenarlos	Proteger las áreas que utilizan
Capturarlos como mascotas	
Cazarlos	<b>Ninguna</b>

7. ¿En qué época los ha visto?

Seca	Lluviosa	Las dos
------	----------	---------

8. ¿En que mes?

Específico :	Todos
--------------	-------

9. ¿Con que frecuencia los ve?

Diario	Dia por medio	1 vez por semana	1 vez cada 15 días	1 vez cada mes	Esporadicamente
--------	---------------	------------------	--------------------	----------------	-----------------

10. ¿En que horario los observa?

6-8 am	8-10am	10-12am	12-14 h	14-16h	16-18h
--------	--------	---------	---------	--------	--------

Anexo 2: Catalogo fotográfico de primates diurnos

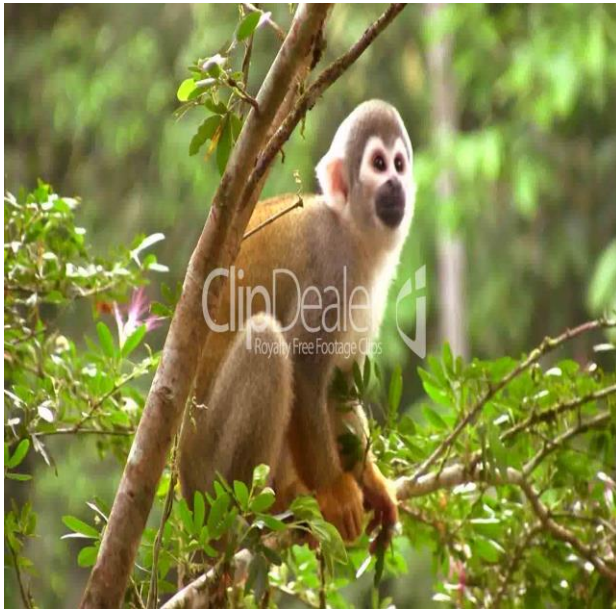


Nombre común:  
Zocay

Nombre científico:

*Plecturocebus ornatus*

<https://www.flickr.com>



Nombre común:  
Mono Titi

Nombre científico:  
*Saimiri cassiquiarensis  
albigena*

<https://es.clipdealer.com>





Nombre común:  
Mono aullador  
Nombre científico:  
*Alouatta seniculus*

<http://www.arkive.org>



Nombre común :  
Mono maicero  
Nombre científico:  
*Sapajus apella*

<https://es.wikipedia.org>

Anexo 3: Consentimiento informado de la entrevista con fines académicos.

FECHA		
DD	MM	AAAA

Yo, \_\_\_\_\_ identificado(a) con el  
de \_\_\_\_\_ documento \_\_\_\_\_  
de \_\_\_\_\_ NÚMERO DE DOCUMENTO  
de \_\_\_\_\_  
que está llevando \_\_\_\_\_ por voluntad propia doy mi consentimiento para la  
a cabo la \_\_\_\_\_ participación en la entrevista  
\_\_\_\_\_ los estudiantes Luiyer Ceballos y Diana  
\_\_\_\_\_ Buitrago de la Unillanos  
\_\_\_\_\_ ESTUDIANTES /UNILLANOS

Manifiesto que recibí una explicación clara y completa del objeto del proceso de entrevista y el propósito de su realización. También recibí información en que se utilizarán los resultados.

Doy mi consentimiento para que los resultados sean conocidos por parte de

Los estudiantes de Biología de la Universidad de los Llanos, para realizar su trabajo de grado y obtener el título.

Hago constar que he leído y entendido en su totalidad este documento, por lo que en constancia firmo y acepto su contenido.

FIRMA DEL PARTICIPANTE

Anexo 4: Diversidad de flora del fragmento del Distrito de Conservación de Suelos Kirpas-Pinilla-La Cuerera – Finca Juanambú, de interés para la restauración (Fuente: Astwood, 2013 no publicado).

Terrazas Altas			
Familia	Especie	Abundancia	Hábito
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8	Árbol
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	2	Árbol
Annonaceae	<i>Rollinia edulis</i> Triana & Planch.	5	Árbol
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	5	Árbol
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> Mart. 1842	2	Palma
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	2	Árbol
Bignoniaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.	1	Árbol
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam.	1	Árbol
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki 1971	2	Arbusto
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	2	Árbol
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Cassia moschata</i> Kunth	4	Árbol
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S. Irwin and Barneby	5	Árbol
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin et Barneby	2	Árbol
Fabaceae - Faboideae	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	3	Árbol
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa colombiana</i> Britton & Killip	3	Arbusto
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa trianae</i> Benth.	14	Árbol
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Enterolobium</i> sp.	1	Árbol
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i> sp	6	Arbusto
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	29	Árbol
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	32	Árbol
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	4	Árbol
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	5	Árbol
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon sinuatum</i> (DC.) A. Juss.	2	Liana
Malvaceae (Bombacaceae)	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	3	Árbol
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin 1851	4	Árbol
Melastomataceae	<i>Henriettella sylvestris</i> Gleason	6	Arbusto
Melastomataceae	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	5	Arbusto
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	6	Árbol
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	3	Arbusto
Moraceae	<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	3	Árbol
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	2	Árbol
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	2	Árbol
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	5	Árbol
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	2	Árbol
Urticaceae	<i>Cecropia engleriana</i> Sneathl.	11	Árbol

Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul 1847	13	Árbol
	<b>Humedal</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Hábito</b>
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	Árbol
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	2	Árbol
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> Mart. 1842	28	Palma
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	9	Palma
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.)	4	Palma
Asteraceae	<i>Emilia</i> sp.	13	Hierba
Asteraceae	<i>Vernonanthura</i> cf. <i>brasiliensis</i> (L.) H. Rob.	2	Hierba
Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i> Schrank, 1820	46	Hierba
Boraginaceae	<i>Cordia bicolor</i> DC.	3	Árbol
Clusiaceae	<i>Clusia grandiflora</i> Splitg.	9	Árbol
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	2	Árbol
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	3	Liana
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	59	Hierba
Cyperaceae	<i>Eleocharis elegans</i> (Kunth) Roem. & Schult.	113	Hierba
Cyperaceae	<i>Eleocharis mutata</i> (L.) Roem. & Schult.	158	Hierba
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeck.	94	Hierba
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	4	Arbusto
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Sprengel) Müller Argoviensis	5	Árbol
Euphorbiaceae	<i>Croton trinitatis</i> Millsp.	27	Hierba
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	9	Hierba
Euphorbiaceae	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	3	Arbusto
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Senna cobanensis</i> (Britton & Rose) H. S. Irwin & Barneby	42	Hierba
Fabaceae - Faboideae	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	29	Arbusto
Fabaceae - Faboideae	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	9	Arbusto
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	5	Árbol
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	7	Árbol
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa pellita</i> Kunth ex Willd.	5	Arbusto
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa pudica</i> L.	7	Arbusto
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa trianae</i> Benth.	23	Árbol
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	31	Árbol
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	39	Árbol
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	16	Árbol
Lamiaceae	<i>Hyptis lorentziana</i> O.Hoffm.	71	Hierba
Lamiaceae	<i>Hyptis recurvata</i> Poit.	49	Hierba
Malvaceae	<i>Malachra</i> cf. <i>ruderalis</i> Gürke	3	Hierba
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	63	Hierba
Malvaceae (Bombacaceae)	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	2	Árbol
Melastomataceae	<i>Aciotis purpurascens</i> (Aubl.) Triana	86	Hierba
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin 1851	7	Árbol

Melastomataceae	<i>Clidemia rubra</i> (Aubl.) Mart.	57	Hierba
Melastomataceae	<i>Desmocelis villosa</i> (Aubl.) Naud.	36	Arbusto
Melastomataceae	<i>Henriettella sylvestris</i> Gleason	23	Arbusto
Melastomataceae	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	13	Árbol
Melastomataceae	<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	6	Árbol
Melastomataceae	<i>Pterogastra divaricata</i> (Bonpl.) Naudin	23	Hierba
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp.	21	Arbusto
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	6	Árbol
Myristicaceae	<i>Viola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	8	Árbol
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	3	Árbol
Onagraceae	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H. Hara	89	Arbusto
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	16	Hierba
Poaceae	<i>Sacciolepis myuros</i> (Lam.) Chase	58	Hierba
Rubiaceae	<i>Sabicea villosa</i> Willd. ex Roem. & Schult.	12	Hierba
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f.	1	Árbol
Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	3	Árbol
Solanaceae	<i>Schwenckia</i> sp.	2	Hierba
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	8	Arbusto
Solanaceae	<i>Solanum mammosum</i> L.	3	Arbusto
Sterculiaceae	<i>Melochia villosa</i> Mill.Fawc. & Rendle	10	Hierba
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul 1847	5	Árbol
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L. (1753)	3	Arbusto
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	6	Liana
Xyridaceae	<i>Xyris</i> cf. <i>jupicai</i> Rich.	85	Hierba
<b>Pradera</b>			
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Hábito</b>
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa trianae</i> Benth.	17	Árbol
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	5	Árbol
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp.	15	Arbusto
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	3	Árbol
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul 1847	4	Árbol
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	18	Árbol
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	34	Hierba
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth 1822	8	*
<b>Bosque</b>			
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Hábito</b>
Arecaceae	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	9	Palma
Myrsinaceae	<i>Stylogyne longifolia</i> (Mart. ex Miq.) Mez	7	Arbusto
Moraceae	<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	3	Árbol
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	8	Árbol
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	6	Arbusto
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa colombiana</i> Britton & Killip	10	Liana
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	23	Árbol
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	12	Palma
Heliconiaceae	<i>Heliconia hirsuta</i> L. f.	3	Arbusto

Arecaceae	<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	14	Palma
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2	Árbol
Urticaceae	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul 1847	6	Árbol
Melastomataceae	<i>Henriettella sylvestris</i> Gleason	7	Árbol
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	5	Árbol
Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i> Ruiz & Pav.	3	Árbol
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	2	Árbol
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	8	Árbol
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa trianae</i> Benth.	4	Árbol
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth 1822	11	*
Boraginaceae	<i>Cordia bicolor</i> DC.	3	Árbol
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	7	Árbol
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	2	Árbol
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	6	Árbol
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	3	Arbusto
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	8	Árbol
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	7	Árbol
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	13	Arbusto
Bignoniaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.	1	Árbol
Sapindaceae	<i>Paulinia</i> sp.	21	Liana

Anexo 5: Tipos de pasafaunas y costos para cada punto de Villavicencio (Fuente: Armada *et al.*, 2015; Carretero-Pinzón, 2017; Coviandina, 2018)

PASAFAUNA	MATERIALES	PUNTOS	LONG (m)	COORDENADAS	COSTO (m)	COSTO TOTAL
<b>PASAFAUNA METALICO</b>  (Coviandina, 2018)	Guaya de Acero.	1	121	4.061439, -73.673692	\$3.690.970	\$92.274.250
	Palos de madera.	2	61	4.065629, -73.662771		\$90.428.765
	Aceite quemado.	3	34	4.135685, -73.647822		\$59.055.520
	Sellante para madera.	4	24	4.134011, -73.644738		\$46.137.125
	Alambre de acero inoxidable.	5	28	4.133164, -73.639756		\$57.210.035
	Pernos.	6	172	4.121571, -73.616652		\$107.960.872
	Manila para exterior.	7	113	4.122614, -73.613325		\$105.192.645
	Serrucho.	8	17	4.119950, -73.582509		\$107.038.130
	Brocha.	9	23	4.121856, -73.581106		\$68.282.945
	Alicates.	10	24	4.130071, -73.566935		\$94.119.735
	Guantes.	11	13	4.135867, -73.589114		\$92.274.250
	Escalera plegable.	12	46	4.117781, -73.645936		\$42.446.155
	Equipo de alturas.	13	18	4.110921, -73.632897		\$55.364.550
	Cámaras trampa.	14	43	4.098619, -73.613834		\$64.591.975
<b>PASAFAUNA MADERA</b>  (Carretero-Pinzón, 2017)	Guaya de Acero.	1	121	4.061439, -73.673692	\$2.789.950	\$64.748.750
	Tubos metálicos.	2	61	4.065629, -73.662771		\$68.353.775
	Lianas artificiales.	3	34	4.135685, -73.647822		\$44.639.200
	Cuerda.	4	24	4.134011, -73.644738		\$34.874.375
	Alambre de acero inoxidable.	5	28	4.133164, -73.639756		\$43.244.225
	Pernos.	6	172	4.121571, -73.616652		\$81.606.037
	Amarres.	7	113	4.122614, -73.613325		\$79.513.575
	Manila para exterior.	8	17	4.119950, -73.582509		\$80.908.550
	Pulidora.	9	23	4.121856, -73.581106		\$51.614.075
	Gafas para pulidora.	10	24	4.130071, -73.566935		\$71.143.725
	Discos de pulidora.	11	13	4.135867, -73.589114		\$69.748.750
	Alicates.	12	46	4.117781, -73.645936		\$32.084.425
	Guantes.	13	18	4.110921, -73.632897		\$41.849.250
	Escalera plegable.	14	43	4.098619, -73.613834		\$48.824.125
<b>ECODUCTO Estructura de Arco</b>  (Armada <i>et al.</i> , 2015)	Cartel de obra. Desbosque y limpieza. Excavación. Relleno de suelo. Hormigon. Limpieza. Fundaciones H- 13 y cunetas. Estructura de Arco H- 17. Acero. Tratamiento de impermeabilización. Iluminación interior. Construcción de alambrado superior tipo Romboidal. Limpieza de Obra. Carteles de señalización. Movilización de Obra.		100 m		\$15.975.283	\$2.556.045.400

Anexo: 6 Impacto de los ejes de la estrategia de conservación.

OBJETIVO	ESTRATEGIAS	INDICADOR	PROYECCIÓN
<b>ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE PRIMATES DIURNOS EN EL ÁREA URBANA DE VILLAVICENCIO</b>	Restauración de rondas hídricas (RH)	Número de metros cuadrados de RH reforestadas/año	Mediano y largo plazo
	Pasafaunas	Número de individuos que utilizan los pasafaunas/año	Corto plazo
	Sensibilización ambiental	Número de usuarios que utilizan la aplicación “Ubica un primate” al año	Mediano y largo plazo



**ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE PRIMATES CON BASE EN SU  
DISTRIBUCIÓN Y CONFLICTOS EN VILLAVICENCIO.**

**RESUMEN**

Los cambios en la cobertura vegetal asociados a la expansión urbana, generan fragmentación y pérdida de hábitat. Con base en lo anterior, se propone estudiar el área urbana de Villavicencio (Meta) para generar una estrategia de conservación de los primates diurnos en el entorno urbano. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los habitantes de la ciudad en donde se han observado primates, con el fin de identificar los conflictos, interacciones y amenazas. Se realizaron 140 entrevistas en 28 barrios identificando cuatro especies de primates, asociadas a zonas boscosas y rondas hídricas: *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Plecturocebus ornatus*, *Alouatta seniculus* y *Sapajus apella*. Los datos se condensaron en mapas de distribución real, se analizó el uso y cobertura del suelo que presentó tres categorías: uso urbano con 326 fragmentos; vegetación herbácea representada por 305 fragmentos y bosques por 325 fragmentos, los cuales se encuentran separados por distancias mayores de 100 m, lo cual limita la movilidad de los primates. En los 28 fragmentos de bosque muestreados se encontró alta linearidad y escasa conectividad, además su área fue inferior al Área de Dominio Vital (ADV) de las especies estudiadas. Con respecto a los conflictos se encontró deforestación, ocupación y contaminación de rondas hídricas, falta de pasafaunas, y ataques por animales domésticos. Por ende se propone una estrategia de conservación fundamentada en: restauración de rondas hídricas, pasafaunas y sensibilización ambiental involucrando a los actores que interactúan con los ejemplares, la cual se espera sea acogida por las autoridades ambientales y entidades no

gubernamentales ambientalistas.

**Palabras clave:** Primates, distribución, conflictos, interacciones, fragmentación.

**Abstract**

Changes in vegetation cover associated with urban expansion generate fragmentation and loss of habitat. Based on the above, it is proposed to study the urban area of Villavicencio (Meta) to generate a strategy for diurnal primates' conservation in the urban environment. Semi-structured interviews were conducted with the inhabitants of the city where primates have been observed, in order to identify conflicts, interactions and threats. 140 interviews were conducted in 28 neighborhoods identifying four primate species, associated with wooded areas and riparian areas: *Saimiri cassiquiarensis albigena*, *Plecturocebus ornatus*, *Alouatta seniculus* and *Sapajus apella*. The data was condensed into maps of real distribution, the use and landcover was analyzed, which presented three categories: urban use with 326 fragments; herbaceous vegetation represented by 305 fragments and forests by 325 fragments, which are separated by distances greater than 100 m, which limits the mobility of primates. In the 28 sampled forest fragments, high linearity and poor connectivity were found, and their area was inferior to the Vital Domain Area (ADV) of the species studied. With respect to the conflicts, deforestation, occupation and contamination of riparian areas, lack of wildlife crossing points, and attacks by domestic animals were found. Therefore, a conservation strategy is proposed, based on: restoration of riparian areas, wildlife crossing points and environmental awareness, involving the actors that interact with the specimens, which is expected to be developed by the environmental authorities and environmental non-governmental entities.

**Keywords:** Primate's conservation, distribution, conflicts, interactions, urban zone.

## INTRODUCCIÓN

Colombia es un país megadiverso (Romero *et al.*, 2008), pero su biodiversidad actualmente es afectada por la influencia antrópica y la Orinoquia sigue esta misma tendencia (Sánchez-Cuervo *et al.*, 2012). La región de la Orinoquia y específicamente la ciudad de Villavicencio, ha sufrido diversos cambios como lo es la deforestación y fragmentación de la cobertura vegetal arbórea, con fines urbanísticos, agrícolas y pecuarios (Etter *et al.*, 2006; Ortiz-Moreno, 2015). A su vez relacionados con un constante aumento de la población (DANE, 2005), que aumenta la demanda de recursos naturales y genera conflictos socioambientales (Moreno, 2016; Romero *et al.*, 2009). La fragmentación del paisajes se relaciona con el deterioro de la calidad y aislamiento de los fragmentos de bosques, afectando su composición y diversidad de especies (Steininger, 2001).

Los primates habitan principalmente los bosques tropicales, los cuales han sido transformados por la intervención antrópica, obligando a los primates a ocupar fragmentos intervenidos en áreas urbanas (Defler, 2010). A nivel mundial las especies de primates están amenazadas no sólo por la pérdida de hábitat, sino también por la caza y el tráfico para mascotas (Defler, 2004; International Union For Conservation of Nature, 2007).

La conservación de los primates es de gran importancia debido al rol que tienen en los ecosistemas, en el Neotrópico, más del 90% son especies de frugívoros y se encargan de dispersar semillas (Marsh *et al.*, 2003), contribuyendo a mantener la diversidad en las comunidades vegetales (Defler & Rodríguez, 1998), influenciando la composición y configuración del paisaje (Carretero-Pinzón, *et al.*, 2017).

Muchas de las especies no cuentan con información básica sobre su ecología y distribución, la cual es indispensable para iniciar planes de conservación. Por tanto, este trabajo tiene como objetivo la descripción de la distribución real de primates diurnos en el área urbana

de Villavicencio y sus conflictos, con el fin de proponer una estrategia de conservación *in situ* como herramienta para la sustentabilidad ambiental urbana.

## **METODOLOGÍA**

### **Área de estudio**

Este trabajo se llevó a cabo en el municipio de Villavicencio, con coordenadas geográficas al norte 4°08'33'' y al oeste 73°37'46''. Cuenta con una extensión de 133.085ha, divididas en 5.208 ha de área urbana y 127.877 ha de área rural (Alcaldía de Villavicencio, 2009). Posee una altitud media de 467 msnm, con temperatura media de 27° C en un clima tropical (IDEAM, 2005) y precipitación media anual de 4300 mm (Villavicencio, 2013; Leyva, 2003).

Con base en la cartografía del POT (2015) se dividió en cuadrículas el área urbana consolidada (barrios), con el fin de seleccionar los lugares de muestreo (Figura 1), y con el visualizador de Google Earth se confirmó la presencia de cobertura forestal. De esta manera se seleccionó las cuadrículas con mayor presencia de cobertura arbórea y facilidad de acceso, en términos de seguridad.

### **Métodos de campo**

Para identificar las zonas donde hay presencia de primates se realizó encuestas a los habitantes de los sectores urbanos. Las entrevistas fueron semiestructuradas con preguntas abiertas y cerradas, basadas en Gallo-Reynoso (1997), presentando un catálogo fotográfico de las posibles especies presentes (Anexo, encuesta). El contenido de las entrevistas fue desarrollado con base en los resultados de una prueba piloto aplicada a 28 personas. Luego, se realizaron cuatro visitas en las cuales se realizaron cinco entrevistas en cada barrio (total de 140 entrevistas) y observaciones en campo según la información suministrada por los habitantes, ubicando los puntos específicos donde hay presencia de primates, se tomaron las

coordenadas geográficas en coordenadas planas empleando la aplicación Handy GPS y posteriormente fueron confirmadas en Google Earth, además se fotografiaron los individuos para su posterior identificación. Se establecieron puntos de observación de ejemplares de manera focal, con observaciones durante 40 minutos por cada punto, en horarios donde los habitantes indicaron la presencia de primates (Altmann, 1974).

### **Análisis de datos**

Para la construcción del mapa de distribución de primates diurnos en Villavicencio-Meta se empleó el sistema de información geográfica QGIS ubicando las coordenadas de los registros realizados en campo (escala 1:25.000). En DIVA-GIS se realizó el análisis de la distribución real de los primates, el cual es una herramienta especializada en analizar las distribuciones de especies que puede emplearse para analizar patrones geográficos y en el modelamiento de nichos ecológicos (MNE) utilizando los algoritmos BIOCLIM y DOMAIN (con predicciones para climas presentes y futuros) (Hijmans, R. J. *et al.*, 2004; Moreno, 2005). Los datos para construcción del mapa se obtuvieron de las observaciones directas, entrevistas y datos obtenidos en el Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Para determinar la cobertura vegetal del área urbana consolidada de Villavicencio se empleó QGIS (Curiel, 2016). Los análisis de la calidad del paisaje, conectividad y métricas de los fragmentos fueron desarrollados con Vlate en ArcGIS. Las métricas calculadas de los fragmentos fueron: forma, perímetro y área, basadas en los siguientes supuestos: 200 m de capacidad de desplazamiento máxima por bipedismo de las especies de primates estudiadas (Palacios-Silva *et al.*, 2008) y 30 metros de efecto de borde (Montenegro & Vargas, 2008; Cadenasso & Pickett, 2000; Young & Mitchell, 1994).

Por medio de sobre posición de capas en ArcGIS de los datos obtenidos de conectividad, presencia de primates, interacciones y conflictos se propuso una estrategia de conservación *in situ* para los primates analizados, que incluye a la sensibilización ambiental como una herramienta importante (Correa, *et al.*, 2006) dados los hallazgos de las entrevistas y el trabajo en campo.

## **RESULTADOS**

### **Análisis de la distribución de los primates diurnos de Villavicencio**

En el muestreo se identificó 4 especies de primates diurnos, siendo más frecuente la especie *S. c. albigena* con un 60 % de reportes en las zonas más intervenidas. En tanto que *P. ornatus* con 20% de los reportes, *S. apella* y *A. seniculus* presentaron 10% cada uno, fueron observados en general en bosques cercanos al perímetro urbano.

### **Análisis de distribución de las especies en DIVA-GIS**

Para las cuatro especies analizadas se determinó que la zona urbana de Villavicencio, posee las condiciones bioclimáticas idóneas para la presencia de los primates analizados, en el caso de *P. ornatus* su modelo de nicho ecológico (MNE) coincide con el área urbana; para *S. c. albigena* su MNE indica que el área con mayor aptitud para la especie es la urbana y periurbana de la ciudad de Villavicencio; en el caso de *S. apella* y *A. seniculus* el área con mayor aptitud es la periurbana (Fig. 2 a,b,c,d).

### **Análisis del paisaje con V-late.**

El uso y cobertura del suelo en el área estudiada permitió identificar tres categorías (Fig. 3): Uso urbano con 326 fragmentos representando un área de 4246, 47 ha, vegetación herbácea con 305 fragmentos y un área de 3593, 71 ha y bosques representados por 325 fragmentos

con un área de 3548, 75 ha. En ellos, la distancia al fragmento más próximo fue mayor a 100 m, para el 45% de los fragmentos y de 500 m, para el 34% de fragmentos del paisaje. De los 325 fragmentos de bosques que persisten en la ciudad, solo en 28 se registraron primates con la metodología empleada, el área de dichos fragmentos es menor a los requerimientos de las especies estudiadas (ADV), siendo inferior a 3ha, debido a la deforestación. En cuanto a la forma de los fragmentos, presentan formas irregulares con tendencia a la linearidad, siendo sus índices: (1-1,5) en un 39% de los fragmentos y en un 8% de ellos presentan índices mayores a 3.

### **Conflictos en las áreas de distribución de los primates diurnos analizados**

De acuerdo con las entrevistas los conflictos más frecuentes en el área urbana son: deforestación (Fig. 5 a), ocupación y contaminación de rondas hídricas (Fig. 5 b) asociado a la falta de monitoreo por parte de las entidades gubernamentales, falta de pasafaunas (Fig. 5c) que hace que los primates utilicen las redes eléctricas como medio de desplazamiento llevando a accidentes como electrocución, ya que estas redes no están diseñadas para este fin y no cuentan con mantenimiento adecuado, también se identificó interacciones negativas y ataque por animales domésticos. A su vez, en campo se observó una hembra albina de *S.c. albigena* (Fig. 5 d), lo cual puede ser un indicio de endogamia en la tropa que se encuentra en la ronda hídrica del caño Buque, mostrando que es necesario intervenir con alguna medida para mejorar el flujo de individuos en este grupo.

### **Interacciones de la comunidad con los primates diurnos**

Las interacciones con los primates fueron no agresivas para el 99% de los entrevistados, 65% de ellos los alimentan (Fig. 5 a) y un 35% los observan, la especie que mostro adaptación a estas interacciones fue el *S. c. albigena*, en las visitas de campo se encontró

que en algunos sectores de la ciudad hay puntos de alimentación, señalizaciones viales para hacer que los conductores reduzcan la velocidad en los lugares de paso de los primates y pasafaunas, que han sido creados por la iniciativa privada (Fig. 5 b,c,d). Según la comunidad encuestada los horarios con mayor presencia de primates son de 6-8 am y de 4-6 pm, el tipo de alimentación que les proveen es el banano y las observaciones de los ejemplares se dan principalmente en bosques asociados a rondas hídricas.

### **Propuesta de estrategia de conservación *in situ***

Con base en los análisis realizados se propone una estrategia de conservación *in situ* para los primates diurnos del área urbana de Villavicencio que tiene tres componentes: Restauración de rondas hídricas (RH), instalación y adecuación de pasafaunas, además de educación ambiental para mitigar los conflictos socio-ambientales, enfatizando en la sensibilización hacia las especies de interés:

### **Restauración de rondas hídricas y sensibilización ambiental**

Las áreas protegidas que es necesario restaurar se encuentran en el humedal Charco-Oasis, humedal La Madrid, área de recreación Coroncoro y Distrito de conservación de suelos Kipás-Pinilla-La Cuerera. En cuanto a los caños, el Maizaro a la altura de la urbanización Santa Catalina, el caño Siete Vueltas, caño la Montañita y caño el Buque, según Buitrago-Valenzuela., D.C et al (2018) en la cartografía figura 34 podemos identificar las rondas y humedales a restaurar. Además se debe concientizar a la comunidad de la importancia de los servicios ecosistémicos que prestan y sensibilizarla para evitar las interacciones negativas con los primates estudiados.



## **Instalación y adecuación de pasafaunas**

Es esencial conectar los fragmentos de bosques desde la vereda el Carmen hasta Villacentro lo que comprende la RH del caño Buque, Área de Recreación Parque Ecológico Charco-Oasis, Vía Camino Ganadero a la altura del Distrito de Conservación de Suelo Kirpas-Pinilla- La Cuerera, humedal la Madrid, teniendo en cuenta los requerimientos ecológicos de los primates estudiados. Readecuar los pasafaunas ubicados en Amarilo y Balmoral, para que sean utilizados por los primates para darle conectividad a los fragmentos (Buitrago-Valenzuela, D.C., *et al*, 2018).

## **DISCUSIÓN**

### **Análisis de la distribución de los primates diurnos en Villavicencio**

La especie *S. c. albigena* puede habitar bosques intervenidos y se adapta a fragmentos aislados producto de la urbanización (Defler *et al*, 2013), siendo capaz de sobrevivir en los bosques perturbados de Colombia, por ello se clasifica con un riesgo menor a la extinción (LC preocupación menor) según UICN, sin embargo es evidente y necesario revisar esta clasificación debido al avance de la transformación del paisaje en Colombia (Etter, 2015). Lo cual coincide con los resultados obtenidos en las entrevistas, donde el 60% de las personas informaron la presencia de esta especie en los fragmentos de bosque dentro de los barrios. En cuanto al *P. ornatus*, es una especie endémica con requerimientos ecológicos particulares, pero se registró en fragmentos de bosques intervenidos e inconexos debido a la pérdida de hábitat disponible, Carretero-Pinzón (2013) también encontró esta especie sobreviviendo en fragmentos pequeños de San Martín (Meta), desplazándose por medio de cercas vivas. En el caso de esta especie es crucial generar planes de conservación debido a que es vulnerable a la extinción (VU según IUCN), ya que posee una distribución restringida que coincide con áreas bajo presión urbanística y de la ampliación de la frontera

agropecuaria (Ortiz-Moreno, 2015; Etter, 2014). Las especies *A. seniculus* y *S. apella* fueron registradas en bosques en los límites del perímetro urbano, estas especies tienen ADV superiores a 3 ha y tienen un comportamiento de evitación frente a los humanos, por ello no fueron observados con frecuencia cerca de asentamientos humanos (Defler, 2010).

### **Análisis de distribución de las especies en DIVA-GIS**

Los MNE obtenidos para las especies estudiadas coinciden con los desarrollados por la APC (Asociación Primatológica de Colombia) en los cuales el área urbana de Villavicencio cumple con los requerimientos bioclimáticos para la distribución de las especies estudiadas: *P. ornatus*, *S. apella* (Moreno *et al.*, 2017), *S. c. albigena* y *A. seniculus* (Carretero-Pinzón *et al.*, 2017). Lo cual indica que la ciudad es fundamental para la conservación de estas especies. En cuanto a los MNE de la UICN presentan datos desactualizados y deficientes, lo cual muestra la importancia de este trabajo para contribuir al análisis del riesgo de extinción de las especies estudiadas (IUCN, 2018).

### **Análisis del paisaje con V-late**

La transformación antrópica del uso del suelo es identificada como la causa de fragmentación y pérdida de los bosques tropicales y la mayor causa de extinción de especies en las últimas décadas (Estrada, 2009; Thoisy, *et al.*, 2009). Estos cambios afectan la abundancia, distribución y los servicios ecosistémicos que prestan (Murcia, 1995; Estrada, 2009; Thoisy *et al.*, 2009). La consecuencia de los procesos de transformación del paisaje debido a la expansión urbana es la disminución del hábitat disponible para las especies silvestres (Wei y Zhang, 2012; Salinas, 2009). La transformación de la cobertura vegetal también afecta el flujo de materia y energía en los ecosistemas (With *et al.*, 1997),

afecta los parámetros micro climáticos, la migración de individuos (Uezu *et al.*, 2005), la dispersión y abundancia de los propágulos y las especies (Kattan & Murcia 2003), cambios que pueden afectar la funcionalidad del paisaje y conducir a la extinción local de las especies (Kattan, 2002).

La ciudad de Villavicencio crece de forma constante, generando un paisaje fragmentado con relictos de bosques, de los cuales 28 fueron evaluados. Los fragmentos en el paisaje se encuentran separados a una distancia mayor de 100 m (distancia del fragmento más próximo), en cuanto a la forma tienden a la linealidad, lo cual disminuye la calidad de hábitat disponible por el efecto de borde (Carretero-Pinzón *et al.*, 2017). En cuanto al área de los fragmentos casi la totalidad no poseen el ADV requerido por las especies estudiadas. Según literatura el ADV requerido para cada especie es: para *P. ornatus* su ADV es de 3,29 a 4,18 ha (Robinson, 1977) y 14,2 ha según Porras (2000). Según Klein & Klein (1975) para *S.c. albigena* su ADV es de 65 a 130 ha. Palacios & Rodríguez (2001) indican que para *A. seniculus* su ADV es de 182 ha y para *S. apella* es de 161 ha según Dibitetti (2001).

### **Conflictos en las áreas de distribución de los primates diurnos analizados**

En Colombia los primates enfrentan amenazas como el maltrato, la caza para el consumo de su carne, el tráfico ilegal de fauna silvestre y el ataque por especies domésticas, sin embargo la más importante es la pérdida de hábitat (Defler, 2010), siendo particularmente importante en las zonas urbanas. A su vez, debido a la falta de conectividad del paisaje los primates se ven obligados a desplazarse por redes eléctricas y predios corriendo riesgo de electrocución y atropellamiento. Según Kumar & Kumar (2015), en el área de Shivalik Hills al norte de India, la muerte de Macacos (*Macaca mulatta*) por este conflicto es de un

52%, ya que la urbanización implica el desarrollo de infraestructura eléctrica cambiando los arboles por postes de luz y cables que son utilizados por los primates.

### **Interacciones de la comunidad con los primates diurnos**

Las interacciones con los primates identificadas en este estudio están relacionadas con la coexistencia con los humanos, los cuales les facilitan alimento (Fig 5 a) en puntos específicos que la comunidad establece, y que no hace parte de su dieta afectando su comportamiento y rol ecológico como dispersores de semillas (Carrillo- Bilbao, *et al.*, 2005; Murcia, 1995), siendo identificada por las personas encuestadas como una interacción positiva pero que favorece la dependencia del humano y crea oportunidad para que sean cazados, maltratados, atacados por animales domésticos o infectados con enfermedades, al eliminar el instinto de evadir al hombre (Varela, *et al.*, 2005; Rumiz, 2014; Ewing *et al.*, 1999), siendo *Saimiri cassiquiarensis albigena*, la especie más expuesta a este tipo de interacción según los datos obtenidos en las encuestas y corroborado por Defler (2010).

### **Estrategia de conservación**

#### **Restauración de las rondas hídricas, pasafaunas y sensibilización ambiental**

La biodiversidad es patrimonio de la nación y posee un valor estratégico para el desarrollo de Colombia, la biodiversidad es vital para la existencia humana debido a los servicios ambientales que brindan con sus usos directos como alimentación, medicinas etc..., e indirectos, de ahí la importancia de la conservación de la biodiversidad. En la Política Nacional de Biodiversidad se considera la conservación *in situ* como aquella que se realiza por medio de Áreas Protegidas, reducción de actividades que causen pérdida o deterioro de la biodiversidad, recuperación de ecosistemas degradados por medio de la restauración y la conservación del hábitat de especies amenazadas. Todo esto ligado a la educación y

sensibilización ambiental sobre el patrimonio de la diversidad biológica orientada a los actores involucrados. Lozano *et al.* (2016), establecen que desde la aproximación del socioecosistema, al involucrar a las comunidades en los planes de conservación y el uso sustentable, es posible en el mediano o largo plazo, mejorar la salud del socioecosistema, el suministro de servicios ecosistémicos, y el bienestar de las poblaciones. La educación ambiental es una herramienta necesaria para reflexionar sobre la relación hombre-medio ambiente y la importancia de sus actos para la conservación de los recursos naturales (Fabelo, 2004). La crisis ambiental es producto de una crisis en los valores ambientales de las comunidades debido a la preponderancia del deseo de adquisición de dinero sobre el derecho común a un medio ambiente sano (Nuévalos, 2008), de ahí la importancia de mejorar la sensibilización para lograr la sustentabilidad ambiental (Tréllez, 2002)) y generar conciencia en las comunidades de la importancia de la fauna y flora de la ciudad he involucrarlos en su conservación para evitar las problemáticas ambientales que se están viendo en la ciudad como la tala de bosques en áreas protegidas, la contaminación de RH, maltrato y caza de primates. Ante este panorama actualmente en las ciudades surgen iniciativas para cuidar los ecosistemas que aún persisten.

La conservación *in situ* de primates se fundamenta en el manejo del hábitat y su restauración (bosques y rondas hídricas), la conectividad del paisaje, y acciones de reforestación con especies nativas (Duarte, 2011). La restauración de bosques y rondas hídricas en Villavicencio se debe fundamentar en el uso de especies nativas de rápido crecimiento, que se adapten a áreas intervenidas, brinden recursos alimenticios y refugio a la fauna, además de ayudar en la recuperación del suelo. Según Rangel (2015) se encontraron 4347 especies correspondientes al 16.4% de la riqueza del país distribuidas en las familias *Rubiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Melastomataceae* y *Asteraceae* predominantes

en la región de la Orinoquia. Las plantas de las familias *Fabaceae*, *Melastomataceae* y *Urticaceae*, son recomendables para restaurar las rondas hídricas en el área urbana de Villavicencio (Astwood no publicado, 2013).

La restauración ecológica de las áreas que se encuentran degradadas puede mitigar la pérdida de biodiversidad, ya que promueve la recuperación de los servicios ecosistémicos, tales como el soporte a la biodiversidad, manutención de la calidad del agua y almacenamiento de carbono, entre otros. Con esta estrategia de conservación no solo se beneficiaran las especies silvestres, también los habitantes de la ciudad.

La fragmentación por barreras físicas naturales como ríos, montañas y las antropogénicas como vías y construcciones limitan el desplazamiento de las especies silvestres (Primack, 1998). Por ende los pasafaunas son de suma importancia para mejorar la conectividad del paisaje (Taylor & Goldingay, 2010). Los pasafaunas han dado buenos resultados para la reducción del atropellamiento de fauna y la conectividad de los paisajes en Australia (Goosem *et al.*, 2006), Belice (Lyon y Horwich, 1996) y Brasil (Valladares-Padua *et al.*, 1995). De la mano de reductores de velocidad y señalizaciones en las vías (letreros de precaución por el paso de fauna) (Bonds, 2001), además de actividades de sensibilización ambiental a los conductores para que eviten el atropellamiento (Ramo & Bustos, 1986; Arroyave *et al.*, 2006).

Los pasafaunas son obras diseñada que facilitara el cruce seguro de los animales, los pasafaunas aéreos son la mejor estrategia de mitigación de paso de fauna arbórea, ya que su construcción genera menos costos a diferencia de los pasafaunas subviales (ecoducto) implementados en Argentina y otros países los cuales generan más costos y cambio de la infraestructura de las vías, por ende los pasafaunas aéreos son la mejor alternativa para los

primates y demás especies arbóreas como se ha demostrado en diferentes países (Kintsch, J., Jacobson, S., & Cramer, P., 2015).

De ahí la importancia de la participación de las entidades ambientales y organizaciones no gubernamentales para aplicar las medidas recomendadas en esta estrategia de conservación *in situ* para tener un impacto efectivo en las poblaciones de los primates diurnos del área urbana de Villavicencio y aumentar la sustentabilidad ambiental de la ciudad.

## CONCLUSIONES

El desarrollo urbano está fragmentando los bosques aislando a los primates, disminuyendo la calidad del hábitat disponible y aumentando el riesgo de extinción de los primates estudiados, en especial del primate *P. ornatus* que es endémico.

Para lograr la conservación *in situ* de los primates estudiados es necesario restaurar las RH de: los humedales Charco- Oasis, La Madrid, Coroncoro y Kirpas-Pinilla-La Cuerera, al igual que de los caños Maizaro; Siete Vueltas, Montañita y Buque. Además de establecer pasafaunas en la RH del caño Buque, la RH del caño Zuria y restablecer la conexión entre caño Remache o Morroco con el humedal La Madrid.

Reforzar las estrategias acompañadas de programas permanentes de sensibilización ambiental con las comunidades involucradas y el trabajo mancomunado con entidades ambientales, ONG's y comunidad académica, para la conservación de los primates y especies acompañantes que habitan en los bosques del área urbana de Villavicencio.

## AGRADECIMIENTOS

A las personas de los barrios de la ciudad de Villavicencio que colaboraron con este proyecto. A la Prof. PhD(C) Clara Inés Caro-Caro Universidad de los Llanos, la MSc Zootecnista Lourdes Peñuela Recio (Fundación Horizonte verde), la Dra. Xyomara Carretero-Pinzón (Proyecto Zocay) y el MSc profesor Miguel Macgayver (Corporquidea) por sus sugerencias y apoyo para robustecer este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Villavicencio. 2009. Expediente municipal. Consultado el 4 de Abril del 2017.

<http://www.alcaldiadevillavicencio.gov.co/ws/?categoria=33&seccion=201>.

Altmann J. (1974). Observational study of Behavior: Sampling method. *Behavior*. 227-267.

Arroyave, M. D. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., ... & Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista eia*, (5), 45-57.

Bonds, B. 2001. Wildlife habitat mitigation. En: *Wildlife and highways : seeking solutions to an ecological and socio-economic dilemma*. 7th Annual Meeting of The Wildlife Society. Nashville, Tennessee. 70-72 p.

Buitrago-Valenzuela, D.C., & Ceballos-Ladino, L.A., & Ortiz-Moreno, M.L (2018). Estrategia para la conservación de primates diurnos en el área urbana consolidada de villavicencio con base en su distribución y conflictos (Tesis de pregrado). Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta.



Cadenasso, M.L., S.T.A. Pickett, K.C. Weathers & C.G. Jones. 2000. A framework for a theory of ecological boundaries. *BioScience* 53/8: 750-759.

Carretero-Pinzón, X. 2013. Population density and habitat availability of *Callicebus ornatus*, a Colombian endemic titi monkey. En; T.R. Defler, P. R. Stevenson, M.L. Bueno & D.C. Guzmán-Caro (Eds), *Primates Colombianos en Peligro de Extincion*, (pp. 3-22). Asociacion Primatologica Colombiana, Bogotá D.C

Carretero-Pinzón, X., et al 2017. Mapa de *Saimiri cassiquiarensis* y *Alouatta seniculus*. En: [http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species\\_id](http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species_id) 7015. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Carretero- Pinzón, X., Defler, T. R., McAlpine, C. A. & Rhodes, J. R. 2017. The influence of landscape relative to site and patch variables on primate distributions in the Colombian Llanos. *Landscape Ecology*. 32 (4): 883- 896 p.

Carrillo- Bilbao, G.; Di Fiore, A. & Fernández- Duque, E. 2005. Dieta, Forrajeo y Presupuesto de Tiempo en Cotoncillos (*Callicebus discolor*) del Parque Nacional Yasuní en la Amazonia Ecuatoriana. *Neotropical Primates*. 13 (2). 7- 11 p.

Correa, H. D., Ruíz, S. L. & Arévalo, L. M. (eds). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco- Colombia/ 2005- 2015. Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF- Colombia, GTZ- Colombia, Bogotá, D. C. 330 p.

Curiel-Curiel, E. 2016. *Elaborar mapas de prescripción empleando QGis para el control de profundidad de suelo utilizando controlador*. Ingniero mecánico agrícola. Universidad

autónoma Agraria Antonia Narro. 1- 137 p.

DANE. 2005. Proyecciones de población municipal por área. 2005- 2020 a junio 30.  
<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Defler, Thomas Richard, 1941- Historia natural de los primates Colombianos /Thomas Richard Defler. 2a.ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología 2010, 612p.

Defler, T., & Rodríguez, J. V. 1998. La fauna de la Orinoquia. *Colombia Orinoco*, Universidad Nacional de Colombia- Fundación Natura, 135–165 p.

Defler, T. 2004. Historia natural de los primates colombianos. Conservación internacional Colombia.. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, 2010. 612 p.

Defler, T. R. 2013. Aspectos sobre la conservación de los primates Colombianos. ¿Cuál es el futuro en : T. R. Defler, P.R. Stevenson, M.L. Bueno & D.C. Guzmán-Caro (Eds), *Primates Colombianos en Peligro de Extinción*,(pp. 3-22). Asociación Primatológica Colombiana, Bogotá D.C.

Di Bitetti, M. S. 2001. Home-range use by the tufted capuchin monkey(*Cebus apella nigrurus*) in a subtropical rainforest of Argentina. *Journal of Zoology* 253(1):33-45.

Duarte, P. A. 2011. La conservación de los primates en México. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D., & Possingham, H. 2006. Modelling the conversion of Colombian ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*, 79(1): 74–87 p.

Estrada, A. 2009. Primate Conservation in South America: The Human and Ecological Dimensions of the Problem . In Garber. A, Estrada. A, Bicca-Marques. J, Heymann. E, Strier. K. South American Primates. Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation. Springer. 463-505 p.

Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). Estado de los ecosistemas colombianos-2014: una aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. *Bogota, Colombia: From Alaska to Patagonia: IUCN Red List of the Continental Ecosystems of the Americas Retrieved from*<http://iucnrle.org/static/media/uploads/references/published-assessments/etter-etal-2015-national-rle-assessment-final-report-colombia-sp.pdf>. *Google Scholar*

Ewing, S.; Lay, D. & Vonbovell, E. 1999. Stress: A challenge to well-being. Farm animal well-being. Prentice Hall. New Jersey, 25- 81 p.

Fabelo, J. 2004. Los valores y sus desafíos actuales. Colección Insumisos Latinoamericanos, Universidad Autónoma de Puebla. 59- 330 p. Desde: <http://www.librosenred.com/libros/losvaloresysusdesafiosactuales.html>.

Tréllez, E. 2002. La educación ambiental comunitaria y la prospectiva: una alianza de futuro. *Tópicos en educación ambiental*, 4: 7-21

Gallo-Reynoso, J. P. 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en

Lontra longicaudis annectens Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:10-32.

Goosem, M., Weston, N. & Bhushnell, S. 2006. Effectiveness of rope bridge arboreal overpasses and faunal underpasses in providing connectivity for rainforest fauna. In *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation* (C.L. Irwin, D. Nelson & K.P. McDermott, eds.). Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, North Carolina. 304-316 p.

Hijmans, R. J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I. & Rojas, E. 2004. Manual Sistema de información geográfica para el análisis de datos de distribución espacial de especies. Diva-Gis. Versión 4. [www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4\\_manual\\_Esp.pdf](http://www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4_manual_Esp.pdf)

Kattan, G.H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En Guariguata, M.R y G.H. Kattan (Eds). *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. EULAC/GTZ. Primera edición. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. Pp 561-590.

Kattan, G, y C. Murcia. 2003 A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. En Bradshaw, G.A., P.A. Marquet y & H.A. Mooney (Eds.). *How landscape change: human disturbance and ecosystem disruption in the Americas*. Springer-Verlag, Berlín, USA. pp . 183-200

Kintsch, J., Jacobson, S., & Cramer, P. (2015). The Wildlife Crossing Guilds decision framework: A behavior-based approach to designing effective wildlife crossing structures. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Ecology and Transportation*. Raleigh, North Carolina, USA. [http://www.icoet.net/ICOET\\_2015/program-proceedings](http://www.icoet.net/ICOET_2015/program-proceedings).

*asp.*

Kumar, V., & Kumar, V. (2015). Seasonal electrocution fatalities in free- range rhesus macaques (*Macaca mulatta*) of Shivalik hills area in northern India. *Journal of medical primatology*, 44(3), 137-142.

Klein, L. L. & D. J. Klein. 1995. Socoil and ecological contrasts between four taxa of neotropical primates. Pp.59-85en R. H. Tuttle (ed.), *Socioecology and Psychology or Primates*. Mouton Publishers.The Hague.,

Leyva, P. 2003. El medio ambiente en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C.543 pp.

Lozano, P., Armas, A. & Machado, V. 2016. Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulingui San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador. 55- 70 p.

Lyon, J. & Horwich, R.H. 1996. Modification of tropical forest patches for wildlife protection and community conservation in Belize. In *Forest Patches in Tropical Landscapes* (Schelhas, J. & Greenberg, R., eds.). Island Press, Washington, 205-230 p.

Marsh, K. 2003. The nature of fragmentation. En: *Primates in fragments: Ecology and Conservation*, L. K. Marsh (ed.). Kluwer academic/ Plenum press, New York1-9 p.

Moreno, L. A., Andrade, G. I., y Ruíz-Contreras, L. F. (Eds.). 2016. Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 106 p.

Moreno, S. & Plese, T. 2005. Distribución actual e histórica, uso de hábitat y estimación

del estado de conservación del perezoso de tres uñas (*Bradypus variegatus*) en el área de jurisdicción de Corantioquia. *Fundación Unau*, Corantioquia, Medellín. 1- 33 p.

Montenegro, A.L. & O. Vargas. 2008. Caracterización de bordes de bosque alto andino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *International Journal of Tropical Biology* 56: 1543-1556.

Moreno, N., Henao-Díaz, F., Guzmán-Caro, D. C., Cortés-Rincón, J. & Defler, T. R. (2017). Mapa de distribución de *Sapajus apella* y *Plecturocebus ornatus* en Colombia. En: [www.asoprimatologicacolombiana.org](http://www.asoprimatologicacolombiana.org). Asociación Primatológica Colombiana.

Murcia. C. 1995. Edge effects in fragmented forest: Implications for Conservation. *Reviews.Tree.* 10 (2).

Nuévalos, C. 2008. Desarrollo Moral y Valores Ambientales. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología. Universidad de Valencia (España). [Versión electrónica]. Recuperado el 20 de abril, 2010, disponible en <http://roderic.uv.es/handle/10550/15379>

Ortiz-Moreno, M. L. 2015. Análise da interação entre ordenamento territorial e biodiversidade: estudo de caso em Villavicencio (Meta, Colômbia). São Carlos: UFSCar. 241 f.

Palacios-Silva, R. & Mandujano, S. 2007. Análisis de la conectividad del hábitat del mono aullador en un paisaje altamente perturbado de México. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamerica. (Celia A. Harvey y Joel C. Sáenz eds.). 451- 474 p.

Palacios, E & C. A. Peres 2005. Primates population densities in three nutrient-poor Amazonian terra firme forests of south-eastern Colombia. *Folia Primatologia* 76(3):135-145.

Porras, M. 2000. Comunicación vocal desde la perspectiva de las actividades, estructura social y contexto comportamental. *A Primatologia no Brasil* 7:265-274.

Primack, R. 1998. *Essentials of conservation biology*. 2ed. University Oxford Press. Oxford. Sinaeur. 659p.

Ramo, C., & Busto, B. (1986). Influencia de las carreteras sobre la mortalidad de la fauna silvestre en el área Guanare-Masparro. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 4, 33-38.

Romero M.H., Maldonado-Ocampo J.A., Bogotá- Gregory J.D., Usma J.S., Umaña-Villaveces A.M., Murillo J.I., Restrepo-Calle S., Álvarez M., PalaciosLozano M.T., Valbuena M.S., Mejía S.L. Aldana Domínguez J. y Payán E. 2009. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007- 2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 151 p.

ROMERO, M., CABRERA, E., & ORTIZ, N. 2008. *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 181 p.

Robinson, J. G. 1977. La regulación vocal de separación en el mono tití, *Callicebus moloc*. Tesis de doctorado, Universidad de Carolina del Norte.

Rumiz, D. 2014. Los primates de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño. 41 pp.

Salinas, E.2009. Fragmentación urbana y su relevancia en la planificación urbana y territorial actual. *Ignire, Centro de Estudios de Política Pública*. Obtenido de <http://www.ignire.cl/index.php/articulos2/40-16>

Sánchez-Cuervo, A. M., Aide, T. M., Clark, M. L., & Etter, A. 2012. Land Cover Change in Colombia: Surprising Forest Recovery Trends between 2001 and 2010. *PLoS ONE*, 7(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043943>

STEININGER M., TUCKER C., ERSTS P., KILLEN T., VILLEGAS S. & HECHT B. 2001. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the tierras bajas, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *Conservation Biology* 15: 856-866. [6] Peres C.A. 1990. Effects of hunting.

Taylor, B.D. & Goldingay, R.L. 2010. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. *Wildlife Research*. 37:320-331. <http://dx.doi.org/10.1071/WR09171>

Thoisy. B. 2009. Impacts of Subsistence Game Hunting on Amazonian Primates. In Garber. A, Estrada. A, Bicca-Marques. J, Heymann. E, Strier. K. *South American Primates. Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation*. Springer. 389-412 p.

Uezu, A.,J.P. Metzger y J.M.E. Vielliard. 2005. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species.*Biological Conservation* 123: 507-519.

Varela, I.; List, M. & Janik, D. 2005. Rehabilitación del mono aullador *Alouatta palliata*



palliata (Mammalia: Primates: Cebidae) en el Centro de Rescate de Vida Silvestre Tropical, Zoo Ave, Costa Rica. Editorial La Garita de Alajuela, Centro de Rescate de Vida Silvestre Tropical (Zoo Ave), CR. 21 p.

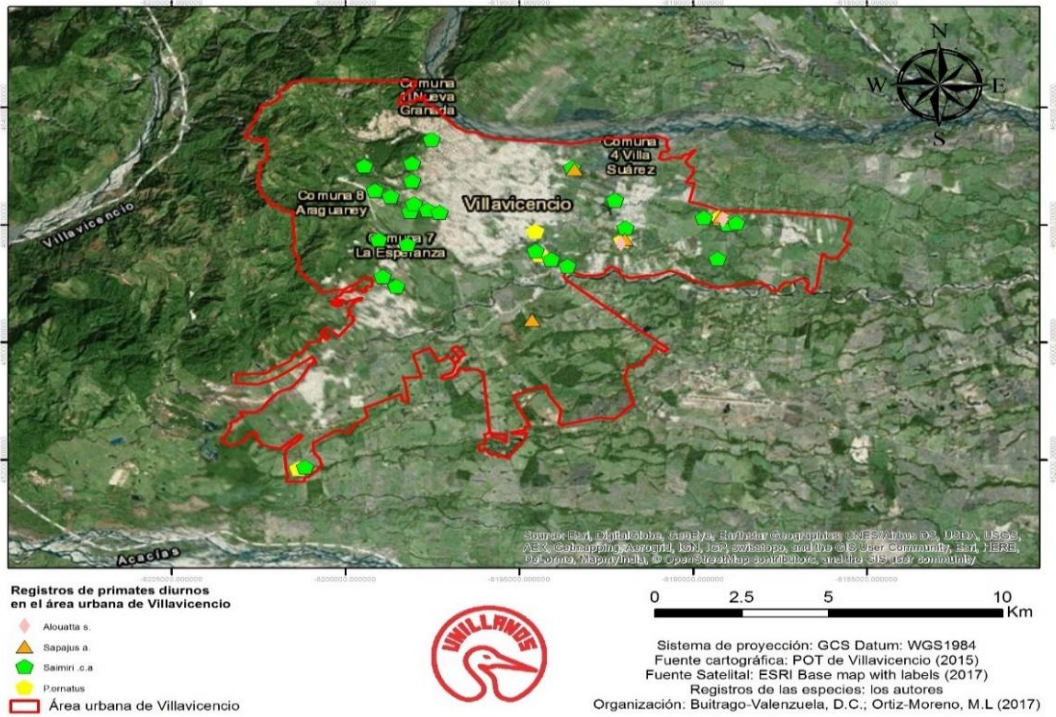
Valladares-Padua, C., Cullen Junior, L. & Padua, S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. *Neotropical Primates* 3(1):13-15.

Villavicencio. 2013. Alcaldía de Villavicencio. Síntesis diagnóstica del municipio de Villavicencio [http://www.villavicencio.gov.co/index.php?option=com\\_docman&Itemid=209](http://www.villavicencio.gov.co/index.php?option=com_docman&Itemid=209).

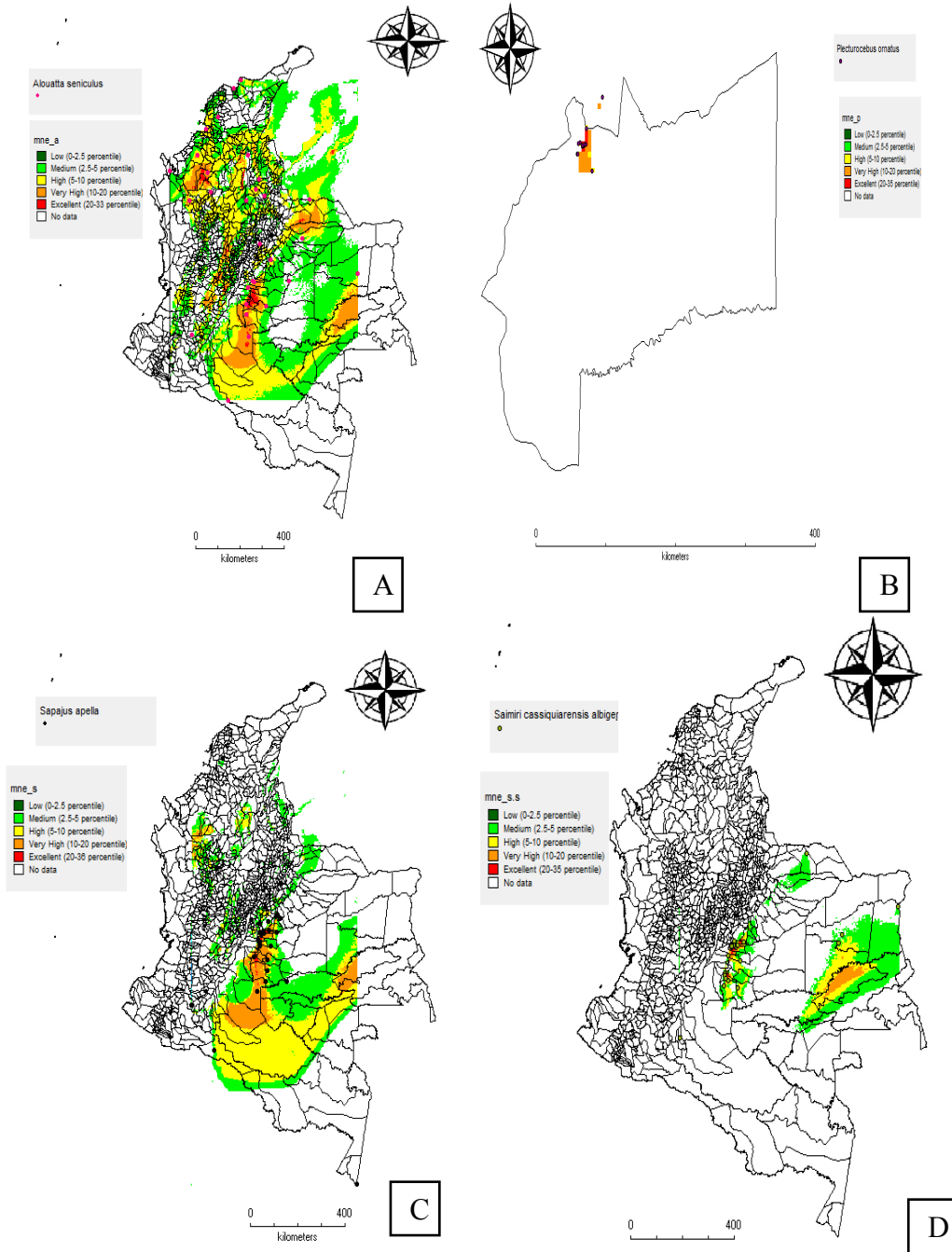
Wei, Y., Zhang, Z. 2012. Assessing the fragmentation of construction land in urban areas: An index method and case study in Shunde, China. *Land Use Policy*, 29(2), 417-428. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.08.006>

With, K.A., R.H. Garden y M.G. Tuner 1997. Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. *Oikos* 78: 151-169.

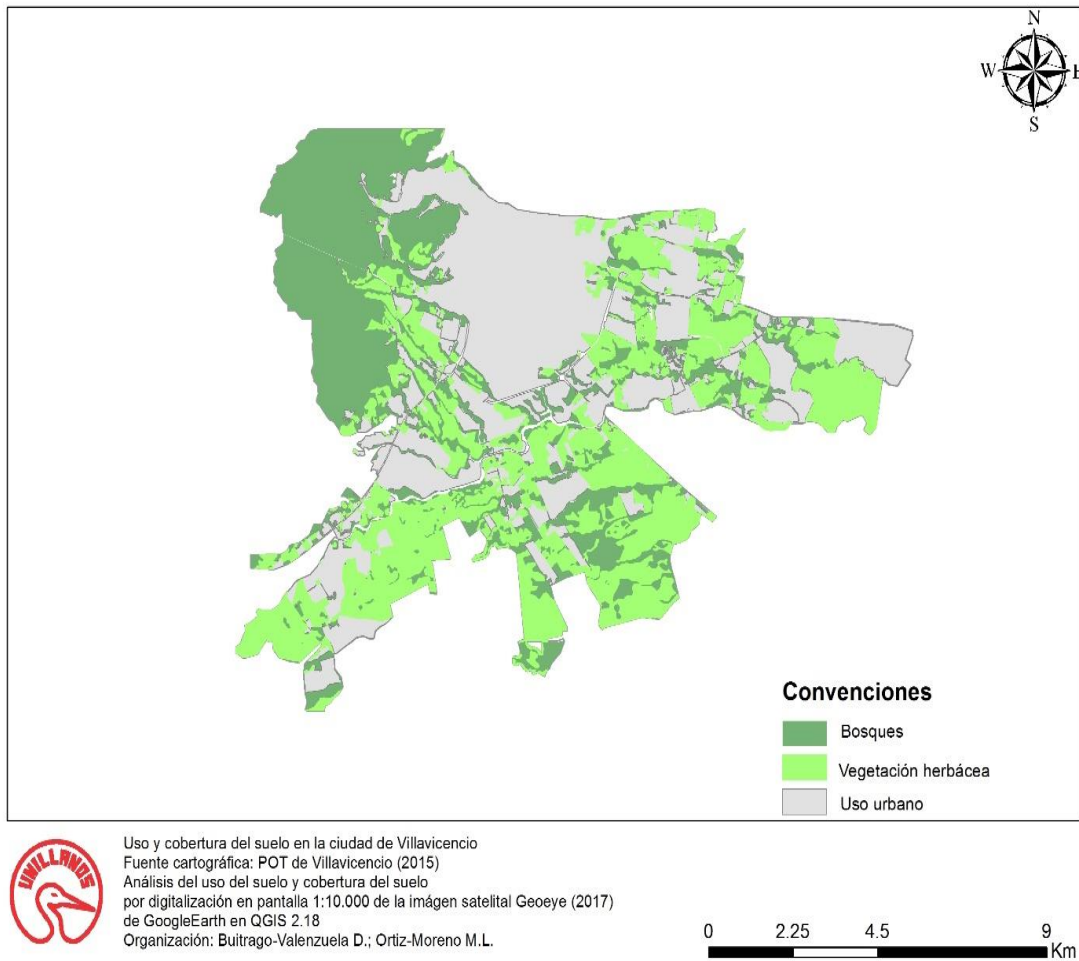
Young, A. & N. Mitchell. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation* 67: 63-72.



**Figura 1. Villavicencio, Meta.** Área urbana consolidada según el POT (2015) y registros de primates diurnos (Fuente: Desarrollado por Buitrago-Valenzuela, D.C.; Ortiz-Moreno, M.L en ArcGIS).



**Figura 2.** Distribución real de **A.** *Alouatta seniculus*, **B.** *Plecturocebus ornatus*, **C.** *Sapajus apella*, **D.** *Saimiri cassiquiarensis albigena*. (Organización: Ceballos-Ladino, L. A.; Ortiz-Moreno, M. L. Diva-GIS.).



**Figura 3.** Uso de suelo y cobertura en el área urbana consolidada de Villavicencio.

Organizado por: Buitrago-Valenzuela, D. C.; Ortiz-Moreno, M. L. en ArcGIS.



**Figura 4.** Conflictos: **A.** Deforestación **B.** contaminación de humedales y rondas hídricas, **C.** Presencia de *S.c. albigena* en las viviendas y paso por las redes eléctricas, **D.** *P. ornatus* en fragmentos aislados (Foto: comunidades del sector y Fundación William Barrios).



**Figura 5.** Proyectos realizados por la comunidad para conservar las especies, tales como **A.** zonas de alimentación en parques, **B.** Señalización. **C.** Pasafaunas. **D.** Presencia de una hembra albina de *S.c. albigena* en un fragmento de bosque.

## AUTORIZACIÓN

Yo DIANA CATERINE BUITRAGO VALENZUELA mayor de edad, vecino de Villavicencio, identificada con la Cédula de Ciudadanía No. de 1.030.556.092 de Bogotá, y mayor de edad, actuando en nombre propio en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE PRIMATES DIURNOS EN EL ÁREA URBANA CONSOLIDADA DE VILLAVICENCIO CON BASE EN SU DISTRIBUCIÓN Y CONFLICTOS, hago entrega del ejemplar y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a la UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, con la finalidad de que se utilice y use en todas sus formas, realice la reproducción, comunicación pública, edición y distribución, en formato impreso y digital, o formato conocido o por conocer de manera total y parcial de mi trabajo de grado o tesis.

LOS AUTORES – ESTUDIANTES, Como autores, manifiesto que el trabajo de grado o tesis objeto de la presente autorización, es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros; por tanto, la obra es de mi exclusiva autoría y poseo la titularidad sobre la misma; en caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, como autor, asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados, para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia, se firma el presente documento en dos (2) ejemplares del mismo valor y tenor en Villavicencio - Meta, a los \_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de dos mil dieciocho (2018).

EL AUTOR – ESTUDIANTE

Firma			
Nombre:			
C.C. No.		de	

## AUTORIZACIÓN

Yo LUIYER ANDRES CEBALLOS LADINO mayor de edad, vecino de Villavicencio, identificado con la Cédula de Ciudadanía No. 1.121.906.375 de Villavicencio, actuando en nombre propio en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE PRIMATES DIURNOS EN EL ÁREA URBANA CONSOLIDADA DE VILLAVICENCIO CON BASE EN SU DISTRIBUCIÓN Y CONFLICTOS, hago entrega del ejemplar y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a la UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, con la finalidad de que se utilice y use en todas sus formas, realice la reproducción, comunicación pública, edición y distribución, en formato impreso y digital, o formato conocido o por conocer de manera total y parcial de mi trabajo de grado o tesis.

LOS AUTORES – ESTUDIANTES, Como autores, manifiesto que el trabajo de grado o tesis objeto de la presente autorización, es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros; por tanto, la obra es de mi exclusiva autoría y poseo la titularidad sobre la misma; en caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, como autor, asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados, para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia, se firma el presente documento en dos (2) ejemplares del mismo valor y tenor en Villavicencio - Meta, a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de dos mil dieciocho (2018).

EL AUTOR – ESTUDIANTE

Firma			
Nombre:			
C.C. No.		de	