



## INGENIERÍA AMBIENTAL

Evaluación de la disponibilidad de recurso de la población de *Aotus lemurinus* en un relicto boscoso en la ciudad de Armenia, Quindío por medio de SIG y correlaciones de campo.

Mateo Cardona Cubides  
Juliana Vásquez Rico



Universidad<sup>®</sup>  
Católica  
de Manizales

VIGILADA Mineducación

Obra de Iglesia  
de la Congregación



Hermanas de la Caridad  
Dominicas de La Presentación  
de la Santísima Virgen

**Evaluación de la disponibilidad de recurso de la población de *Aotus lemurinus* en un relicto boscoso en la ciudad de Armenia, Quindío por medio de SIG y correlaciones de campo.**

**Autores**

**Mateo Cardona Cubides**

**Juliana Vásquez Rico**

**Trabajo de grado en modalidad**

**Proyecto de Investigación articulada al semillero GeoInformación**

**Directora**

**Alexandra Diaz Gil**

**Geóloga MSc y Especialista**

**Orcid : <https://orcid.org/0000-0001-9131-212X>**

**Semillero de investigación en Geoinformación**

**Universidad Católica de Manizales**

**Programa de Ingeniería Ambiental**

**Facultad de ingeniería y arquitectura**

**Manizales, Caldas**

**2024**

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra más profunda gratitud a todas las personas cuyo apoyo y contribuciones han hecho posible la realización de este estudio. En primer lugar, extendemos nuestro más sincero agradecimiento a nuestros familiares, cuyo apoyo inquebrantable y comprensión han sido pilares fundamentales a lo largo de este arduo proceso científico.

Asimismo, deseamos reconocer el respaldo financiero proporcionado por la Universidad Católica de Manizales. Su compromiso con la excelencia académica y su confianza en nuestra labor han sido fundamentales para la materialización de este proyecto. Estamos profundamente agradecidos por la oportunidad brindada y por la confianza depositada en nuestro equipo de investigación.

Queremos expresar reconocimiento a nuestra tutora de grado Alexandra Díaz Gil por su continua orientación, recursos y apoyo logístico. Su liderazgo y dedicación han sido esenciales para el desarrollo exitoso de esta investigación.

¡Gracias sinceramente por hacer posible este logro!

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>18</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>48</b>

## INDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 1. Clasificación de amenaza del mono nocturno andino según la iucn .....</b>	<b>19</b>
<b>Imagen 2. Delimitación del área de estudio.....</b>	<b>21</b>
<b>Imagen 3. Delimitación del área de estudio.....</b>	<b>30</b>
<b>Imagen 4. Polígonos año 2014 .....</b>	<b>31</b>
<b>Imagen 5. Polígonos año 2018 .....</b>	<b>32</b>
<b>Imagen 6. Polígonos año 2019 .....</b>	<b>33</b>
<b>Imagen 7. Polígonos año 2023 .....</b>	<b>34</b>
<b>Imagen 8. Análisis NDVI con polígonos .....</b>	<b>38</b>

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1. Índice de parche mayor a nivel de clase/año 2019 .....</b>	<b>27</b>
<b>Gráfico 2. Relación entre el NP y CA / año 2019.....</b>	<b>28</b>
<b>Gráfico 3. Porcentaje de tiempo invertido por actividad .....</b>	<b>40</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Análisis de fragmentación año 2019.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 2. Hectáreas año 2014.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 3. Hectáreas año 2018.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 4. Hectáreas año 2019.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 5. Hectáreas año 2023.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 6. colores RGB para Corine Land Cover .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 7. Coberturas zona de estudio .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 8. Tiempo empleado en actividades por grupo .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 9. Especies vegetales registradas en la zona de estudio .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 10. Especies vegetales más consumidas .....</b>	<b>43</b>

## RESUMEN

La deforestación en Colombia ha generado una pérdida significativa de biodiversidad, con impactos en la interacción biótica en diversos ecosistemas. Se identifican tres causas principales: el uso de la tierra para la agricultura y la ganadería, las dinámicas demográficas y los valores culturales. Además, el cambio climático agrava la situación al interactuar con procesos sociales, económicos y ecológicos. Se llevó a cabo una investigación en un bosque periurbano en Armenia, Quindío, para estudiar la población de *Aotus lemurinus*, un primate neotropical nocturno poco conocido. Se realizó un seguimiento nocturno directo durante tres salidas en noviembre y diciembre de 2023. Se observaron patrones de actividad y se estimó la composición poblacional de dos grupos, destacando la estabilidad social y la reproducción activa de la especie. Los resultados resaltan la importancia de comprender la interacción entre la especie y su entorno, así como la necesidad de implementar medidas de conservación integradas y adaptativas para garantizar la supervivencia a largo plazo de *A. lemurinus* y su hábitat en el Quindío. Se sugiere la continuación de estudios para comprender mejor la ecología de esta población y su distribución en otros parches de bosque periurbano en la ciudad de Armenia.

## ABSTRACT

Deforestation in Colombia has generated a significant loss of biodiversity, with impacts on biotic interaction in various ecosystems. Three main causes are identified: the use of land for agriculture and livestock, demographic dynamics and cultural values. Furthermore, climate change aggravates the situation by interacting with social, economic and ecological processes. Research was carried out in a peri-urban forest in Armenia, Quindío, to study the population of *Aotus lemurinus*, a little-known nocturnal neotropical primate. Direct night monitoring was carried out during three outings in November and December 2023. Activity patterns were observed and the population composition of two groups was estimated, highlighting the social stability and active reproduction of the species. The results highlight the importance of understanding the interaction between the species and its environment, as well as the need to implement integrated and adaptive conservation measures to guarantee the long-term survival of *A. lemurinus* and its habitat in Quindío. The continuation of studies is suggested to better understand the ecology of this population and its distribution in other peri-urban forest patches in the city of Armenia.

## INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países que presentan mayor índice de deforestación a nivel mundial, problema que le ha costado una importante pérdida de biodiversidad, producto de las alteraciones en las interacciones bióticas dentro de los diferentes ecosistemas alrededor de todo el territorio colombiano (Galeano, Mancera, 2018). De acuerdo con (Andrade, Castro, 2012). Se puede justificar el aumento de la deforestación por tres causas principales:

- 1. El uso y tenencia de la tierra** abarca la huella ecológica generada por el aumento de la producción agrícola y ganadera. Actualmente, se tienen destinadas alrededor de 34 millones de hectáreas en ganadería (UPRA, 2019). Una cifra alarmante y creciente, que puede convertirse en un obstáculo para el desarrollo humano, esto debido a la desigualdad en cuanto a concentración de tierras y las complicaciones en el desarrollo de una reforma agro, que amenaza la garantía de la seguridad alimentaria en el país; sin contar el gran número de desplazados a quienes le fueron expropiadas sus tierras en la época de violencia en Colombia. (Segrelles, 2018).
- 2. Las dinámicas demográficas** como una causa directa de la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, más que el incremento de la población reflejada en la disminución de los recursos naturales, también se puede asociar la distribución y estilo de vida de la población con el tipo de actividades productivas que se desarrollen en el territorio donde habitan. (Argohty, Jiménez, 2021)
- 3. Los valores culturales** se centran en el contexto social conceptual del territorio, el cual presenta un imaginario donde no se reconoce la complejidad y vulnerabilidad de la base natural. Es decir, no hay una conciencia por parte de las personas en cuanto a los impactos ambientales negativos que generan en el desarrollo de sus actividades diarias, tales como lo es la dieta, movilidad y el consumo de recursos. Por otro lado, están las personas que reconocen las implicaciones de los impactos que generan, pero son indiferentes a los efectos que producen. (Corral, 2019)

Actualmente, los efectos del cambio en el clima sobre la biodiversidad, generan gran preocupación; debido a que la capacidad de adaptación y la sensibilidad de los ecosistemas y la biodiversidad al cambio climático pueden alterar el bioma, especialmente a las especies endémicas. El cambio climático también entra en sinergia con los procesos sociales, ecológicos, y económicos globales, pues los cambios en la demanda de materias primas pueden disparar sectores como la minería, el agro, los combustibles, e hidrocarburos, con grandes impactos sociales y ambientales. De esta manera, el cambio climático, más que un factor adicional de pérdida, se constituye como una modificación severa del contexto social en un escenario de cambio ambiental global. (Andrade, Castro, 2012).

Los Andes colombianos han padecido grandes transformaciones en las últimas décadas, debido a las actividades antropogénicas que cada día toman más fuerza. Sin embargo, este hace parte de los 200 sitios prioritarios para la conservación global de la biodiversidad, en virtud de su riqueza biológica y el alto grado de amenaza por la actividad antrópica. Debido a la influencia de estas actividades, el ser humano ha tenido un papel importante en la historia de la configuración de los paisajes andinos, ocasionando cambios en el equilibrio de los ecosistemas a nivel estructural y funcional, como son la alteración de los patrones espaciales de la vegetación, geometrización del territorio, alteración de los ciclos hidrológicos, reducción de la capacidad productiva de los suelos, y la alteración de cambios locales y regionales del clima. (Rodríguez, Pabón, Bernal, Martínez, 2010)

Los cambios en estos ecosistemas han incidido en alto grado en los climas locales. Históricamente en la región se ha venido desarrollando una intensa actividad antrópica desde la época prehispánica, dando así la ocupación humana de los Andes colombianos. (Etter, McAlpine, Possingham, 2008) realizaron un análisis sobre los patrones de ocupación de los paisajes en Colombia, encontrando que los ecosistemas más afectados por el cambio de uso del suelo desde el año 1500 han sido los bosques andinos y secos, donde los causantes directos de cambio son la densidad poblacional y el establecimiento de actividades productivas intensas, como el cultivo de café y la ganadería. Esta región se distingue por ser el centro de la actividad económica del país y por concentrar la mayor parte de la población 77,4%, en donde la economía del café ha sido una de las principales fuentes de su desarrollo (Bernal, Rincón, 2007). En los últimos años, la región ha presentado un incremento considerable de las actividades pecuarias a causa del aumento de áreas destinadas al pastoreo para la ganadería (Etter, McAlpine, Possingham, 2008).

Con base a lo anterior, relacionamos todas estas transformaciones directamente con el cambio climático, la incidencia de este sobre los ecosistemas, este se da a partir del modelamiento de las posibles afectaciones en la distribución espacial de las coberturas vegetales; este enfoque se aplicó en Centroamérica por (Alpizar, 2007). Así, por ejemplo. Se ha estimado que, por causa del aumento de la temperatura media en 2.3 Centígrados, los páramos pueden llegar a ascender hasta 450 metros arriba de su localización altitudinal actual con una pérdida de hasta el 97 % de su área total. Un ejemplo de ello, son los bosques de niebla que se ubican entre los 1.500 y los 3.000 metros, quienes son susceptibles de secarse a medida que incrementa la altura de las nubes, presentándose un aumento hipotético de temperatura; y es que son precisamente de las especies endémicas de alta montaña las que se caracterizan por su alta vulnerabilidad ante las variaciones altitudinales (Foster, 2001). Estos cambios presentados en el clima afectan la biodiversidad desde el nivel de ecosistemas hasta el nivel de especies; sin embargo, no afectará de la misma forma a todas las especies y comunidades, considerando que algunas especies tienden más a la extinción que otras por efectos directos e indirectos del cambio (Chow, Dawson, Glavovic, Haasnoot, Pelling, solecki, 2022). El impacto directo más evidente se da en los límites de los ecosistemas como consecuencia del incremento del nivel del mar y los cambios en la temperatura, provocando que algunos ecosistemas se expandan a nuevas áreas y otros disminuyan su tamaño (Alarcón, Pabón, 2013).

Cabe resaltar la relevancia de la preservación de los ecosistemas de los Andes Colombianos para conservar su biodiversidad, de modo que es nuestra responsabilidad por poseer una de las faunas más diversas del mundo, debido en gran parte a la ubicación ecuatorial y a la compleja topografía del país; albergando una gran cantidad de especies de fauna y flora silvestre. A pesar de que Colombia es uno de los países con mayor variedad y cantidad de especies de primates, junto con Brasil, Zaire, Camerún, Indonesia, Madagascar y Perú, no es posible conocer con certeza la cantidad de especies de primates que habitan en Colombia, se tiene una estimación de 38 especies, siguiendo el estudio de (Schenider, Sampaio, 2015) distribuidos en tres familias (*Cebidae*, *Pitheciidae* y *Atelidae*); de estas, 10 especies son endémicas del país; entre las especies de gran tamaño se destaca la *familia atelidae* (6 - 10 kg), entre los más pequeños del continente leoncito ca. (- 0,12 kg). El departamento que cuenta con un mayor número de especies es el Cauca, dado que incluye zonas del Chocó biogeográfico, zonas andinas y del piedemonte Amazónico.

En cuanto a su estructura social, varía desde parejas monógamas (*titís* y *monos nocturnos*) a grupos de más de 50 individuos (*monos ardilla* y *uakaris*). Aunque la mayoría son especies crepusculares, también se encuentran especies nocturnas (*Aotus spp*). A pesar de que se ha avanzado mucho el conocimiento de los primates colombianos, más de la mitad de las especies cuentan con menos de diez estudios publicados. Contrariamente, dos de las especies *Lagothrix lagothricha* y *Alouatta seniculus* cuentan con más de 100 publicaciones cada una. La mayoría de los estudios que se han hecho son en temas de ecología y comportamiento en campo. (Atlas de la biodiversidad de Colombia. Primates, 2020).

La cantidad de primates que se pueden observar en diferentes zonas depende de las particularidades evolutivas y biofísicas de estas. En Colombia se ha establecido que en aquellos territorios de altura baja a media y de una vegetación compleja, especialmente en áreas de transición, como lo son los Andes, la Amazonía y la Orinoquía, o los bosques amazónicos y/o Pacíficos (Defler, Conservation of Colombian Primates: An Analysis of Published Research, 2010) enmarcan la mayor riqueza de variedad de especies, debido una gran densidad de cobertura vegetal.

El mono nocturno andino *Aotus lemurinus* es un primate neotropical poco conocido de hábitos nocturnos, se caracteriza principalmente por ser una especie lanuda, con pelos largos y un cuello gris (Duque, Corley, Spence, , 2013). La coloración de su pelaje se distingue en dos fases de color básicas, la parte superior varía entre gris anteaado a rojizo parduzco, también se distingue por poseer una franja media dorsal negruzca poco definida. La cola ostenta en la parte estomacal un color rojizo, hasta la punta de la misma, donde se cambia a un color negro rojizo. La parte inferior presenta un color amarillo turbio (Defler, Primates Colombianos en Peligro de Extinción, 2003). En la parte interna de las patas poseen un color café grisáceo, al igual que la parte externa, además el color que presenta en el pecho se amplía en dirección hacia la parte interna de las extremidades definiéndose en una tonalidad amarillenta con rasgos naranjas hasta la mitad de los brazos y piernas. Por último, el tamaño de sus ojos resalta en proporción al tamaño de su cuerpo, esto se debe a que son una especie nocturna, y por último, poseen en la parte superior y lateral manchas de color blanco (Defler, Primates Colombianos en Peligro de Extinción, 2003).

Este primate se caracteriza por tener prácticas nocturnas, durante el día, descansan en troncos de árboles huecos o dentro de vegetación densa (Tirinia, 2022). Su nivel de mayor actividad se presenta durante las primeras horas de la noche. Su reproducción se da en un solo nacimiento por año, en el que prácticamente nace solo una cría por pareja, su proceso de reproducción inicia a comienzos de temporada invernal y su periodo de gestación dura alrededor de cuatros meses y medio (Henaó Díaz, F., et al. 2020). Son socialmente monógamos, se describen como una especie que vive en pequeños grupos que incluye una pareja adulta junto con descendientes sucesores de diferentes edades, entre los que se encuentran infantes, entre uno a dos subadultos y en ocasiones otro adulto. Pueden ser adultos que hayan abandonado o sido expulsados de sus grupos nativos (Fernández, Di Fiore, Carrillo, 2008). Ambos sexos participan en el cuidado parental, es decir; en ocasiones los machos se encargan de cuidar a los infantes cargándolos sobre sus espaldas, mientras que las hembras se encargan de su propia alimentación para así poder alimentar a su cría y viceversa. (Rotundo, Sackett, 2002). Su base alimenticia consta principalmente de frutos maduros, néctar de flores, diversas especies de plantas, entre la que se encuentra un mayor nivel de consumo sobresale la especie de los Moraceae como su principal fuente de recurso alimenticio.

Esta especie de mono nocturno en ocasiones no especifica su alimentación, por lo que también suele alimentarse de artrópodos. Típicamente reside en bosques primarios y secundarios, aunque se puede encontrar esta especie en bosques húmedos subtropicales y bosques andinos que contribuyen con la deflación de la vulnerabilidad de los ecosistemas y a su vez favorece la adaptación al cambio climático y los bosques subandinos que se caracterizan por poseer una alta productividad y recolección de nutrientes en el ambiente (Henaó, Pacheco, Arguello, Moreno, Stevenson, 2012). Además, estos primates se extienden por Colombia entre las cordilleras Central y Oriental (Huila, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Arauca, Valle del Cauca, Cauca, Tolima, Quindío, Risaralda y Caldas) (Atlas de la biodiversidad de Colombia. Primates, 2020) pasando por Venezuela y Ecuador.

Actualmente la especie de mono nocturno (*Aotus lemurinus*) se encuentra clasificada como una especie vulnerable a la extinción (VU) según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*Aotus lemurinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021, 2021) debido a la pérdida de su hábitat producto derivado de la deforestación continua y por la expansión agrícola (Morales-Jiménez & de la Torre 2008). Al día de hoy, se desconocen numerosos aspectos ecológicos significativos acerca de esta especie, al igual que también son escasos los registros conocidos de los mismos, lo cual genera mayor dificultad al momento de recolectar e implementar información para emplear medidas que aseguren su conservación a nivel regional (Montilla, Cepeda, Bustamante, 2017).

### **Actividad Antropogénica y Vulnerabilidad.**

El descenso y pérdida del hábitat del mono nocturno *A. lemurinus* sobreviene debido al aumento del desarrollo agrícola y la expansión del territorio urbano que pone en riesgo la supervivencia del mismo y la conservación de otras especies (Gérman, Ríos, 218). La expansión urbana es la principal causante del crecimiento de instauración de infraestructuras de redes de cableado eléctrico que de una forma u otra ejerce un gran impacto dirigido hacia las poblaciones del *A. lemurinus* perturbando negativamente los procesos naturales ecológicos básicos tal como la distribución de su población y el acceso a recursos alimenticios (Hassan, Marjan, Sabir, 2019). Los riesgos de electrocución en esta especie aumentan cuando habitan en bosques urbanos, periurbanos o zonas con alta incidencia de transformación humana (Pereira, Dias, Castro, Landi, Melo, 2020).

La conservación de los primates en Colombia demanda precisamente de operaciones oportunas, como mayor personal capacitado en conocimiento científico necesario, el impulso en el desarrollo de proyectos dirigidos a la conservación de la especie *A. lemurinus*, además, de educación ambiental junto con la mitigación de sus amenazas. Muchas de estas operaciones han sido anticipadas por el Programa Nacional para la Conservación de los Primates en Colombia (PNCP). Se plantea que este programa (PNCP) se convierta en una habilidad integral acoplada a la exploración, manejo y comunicación.

El departamento del Quindío cuenta con 19 áreas de conservación asociadas a la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), localizadas en cinco municipios del departamento: Calarcá, Filandia, Génova, Pijao y Salento. Estas áreas abarcan diferentes elevaciones y zonas de vida, y cubren una extensión aproximada de 50,733.67 ha, y cubren el 27.49 % del área departamental (RUNAP, 2024).

A pesar de que estas áreas de conservación cuentan con una cobertura relativamente extensa, actualmente el SIDAP no tiene manera de evaluar la efectividad del sistema departamental de áreas protegidas en el manejo de sus áreas y su cumplimiento de los objetivos de conservación formulados en sus planes de manejo; por esta razón, no se ha permitido conocer de primera mano cómo va el proceso de conservación, su estado actual, cuáles son las fortalezas, falencias y/o dificultades que se han tenido, y por ende realizar las acciones con respecto a los planes de manejo formulados por cada área protegida. Estos planes son fundamentales para la correcta administración de las áreas protegidas y la gestión y su manejo son una prioridad para garantizar la conservación de biodiversidad en conjunto con actores sociales e institucionales y en el cual la Corporación Autónoma Regional del Quindío, que es la autoridad encargada de la administración de las áreas juega un rol importante en este proceso (Parra, 2018).

El estudio semi detallado de suelos del Quindío reportado por (SADRA, 2019) registra que de las 156.800,56 ha analizadas para el departamento, las coberturas y usos del suelo se clasifican en siete unidades: a) los territorios agrícolas (35%), que corresponden a áreas conformadas por cultivos transitorios, permanentes y pastos; b) forestal (27 %), de los cuales hay de varios tipos, e incluyen áreas con vegetación herbácea y arbustiva; y c) los territorios agroforestales (1%), que corresponden a plantaciones forestales, d) Urbanas (3%) áreas urbanas consolidadas, e) conservación de suelos (2%) suelos de protección urbanos, f) ganadería (31%), y g) cuerpos de agua (1%) correspondiente a áreas húmedas y superficies de los diferentes ecosistemas acuáticos. En el departamento del Quindío, el mono nocturno andino suele compartir su hábitat con otras especies de mamíferos arborícolas con hábitos nocturnos como lo son, el perro de monte (*Potos flavus*), la Zarigüeya (*Didelphis marsupialis*) y el perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*). También, con algunos mamíferos terrestres como el guatín (*Dasyprocta punctata*), la guagua (*Cuniculus paca*) y el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) y con algunos depredadores como la Tayra (*Eira barbara*), el tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*) y el zorro perruno (*Cerdocyon thous*).

El Quindío, se identifica por ser uno de los departamentos que mayor transformación ha experimentado en términos demográficos, siendo la finca raíz y el turismo los sectores comerciales de mayor crecimiento en su territorio. Asociado al aumento de la construcción de viviendas, también se registra un aumento en infraestructura, relacionado con el aumento de la malla vial y el tendido eléctrico. Además, se cuentan con casos verificables tanto de destrucción de parches de bosque habitados por grupos del mono nocturno andino, debido a la construcción de viviendas en el municipio de Circasia, en donde se tuvo que suspender el desarrollo de actividades investigativas por la ampliación de un condominio (Sánchez, Grajales, Saavedra, Mopán, Barhona, 2022); así como el reporte de la muerte de alrededor de tres individuos electrocutados al intentar cruzar entre parches de bosques por medio de cables de alta tensión en los municipios de Pijao y Filandia.

Asimismo, la especie *A. lemurinus* demuestra una gran capacidad para adaptación a entornos muy alterados, habitando quebradas, y guaduales de entre los 1.5ha a 5ha. Actualmente existen diferentes poblaciones de esta especie amenazada que habita fuera de las áreas protegidas, residiendo dentro de zonas periurbanas donde enfrentan mayores peligros provenientes de las interacciones y actividades antrópicas, las cuales incluyen, irrupción del hábitat, contaminación sonora, lumínica, ataques de animales domésticos, electrocuciones por las redes eléctricas, atropellos por vehículos en carretera, entre muchos más factores de riesgo. (Montilla, Ríos, Mantilla, 2020).

### **Herramientas de Potencial Uso (SIG)**

La teledetección se define como la adquisición y procesamiento de las imágenes de una superficie de la tierra, a partir de sensores instalados en plataformas espaciales, su objeto principal, es la interpolación y extrapolación de la información, hacia superficies extensas, a partir de puntos en los cuales se tiene certeza de la observación realizada, lo que permite tipificar grandes extensiones. A diferencia de los muestreos de campo, las imágenes obtenidas a partir de satélites, permiten obtener una caracterización visual y total del área de interés incluso en aquellas áreas remotas de difícil acceso terrestre (Asner, 2009).

Los sensores remotos obtienen imágenes de la superficie de la tierra, a partir del reflejo de los objetos sometidos a diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, teniendo en cuenta que el porcentaje de reflectancia, varía en función de las propiedades físicas y químicas del objeto. Dicha variación se denomina firma espectral; y gracias a esta es posible identificar diferentes sustancias, permitiendo discriminar entre composiciones y coberturas en la superficie terrestre (Ramos, Zapata, Cristallini, Introcaso, 2004). La reflectancia de la luz en el bosque depende del arreglo, morfología y cantidad de hojas y ramas, entre otros. Algunas características estructurales como la cobertura de copas, altura de los árboles, proyección de la copa y frecuencia de claros, inciden en la reflectividad del dosel superior de la vegetación y proporcionan información útil para la diferenciación de varios tipos de bosque.

La teledetección se establece como una gran herramienta para investigaciones de la vida silvestre, además es de gran interés para el monitoreo de especies amenazadas. Los animales que se centran en el estudio pueden ser proporcionados con etiquetas de instrumentación, los cuales contienen sensores que calculan la temperatura, profundidad de inmersión, la velocidad y la ubicación. Estas etiquetas de telemetría pueden aportar información a los investigadores sobre el comportamiento animal, sus funciones y su entorno; esta información puede ser acumulada o enviada a una herramienta receptora de satélite o de mano. (Romero, García, Tabares, 2015).

Los sistemas de información geográfica SIG, la teledetección y el uso de imágenes satelitales, tienen diferentes aplicaciones en ámbitos ambientales, donde se destaca la detección de cambios que ocurren a través del tiempo en la superficie terrestre, causados principalmente por actividades antrópicas y fenómenos naturales. La información obtenida por medio del análisis de imágenes satelitales sobre los procesos dinámicos de los cambios en la cobertura de suelo son importantes y necesarios, porque proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de un territorio. De acuerdo (Miraglia, Caloni, Buzai, 2011), la labor primordial de un SIG radica en apoyar y asistir en la toma de decisiones espaciales para el manejo y conservación de recursos. Por tanto, su objetivo es el de convertir datos geográficos en información auténtica para la toma de decisiones ambientales, con el uso de herramientas y modelos analíticos derivados de diferentes áreas de conocimiento.

La clasificación de imágenes satelitales es una herramienta indispensable en la planificación y gestión del territorio, donde la supervisada y no supervisada son las más conocidas y utilizadas, las cuales se basan en el análisis de los códigos binarios y los píxeles de las imágenes. El análisis de imágenes basado en objetos es un método que se ha venido desarrollado de forma avanzada, en la mejora de los algoritmos y softwares; este tipo de clasificación consta de la identificación de objetos, es decir, un grupo de píxeles continuos que tienen información y comportamientos similares, donde los resultados dependen de la resolución de las imágenes para evaluar la “Influencia de variables antropogénicas y climáticas sobre la fragmentación de ecosistemas semiáridos del norte del estado de Chihuahua;” clasificando las coberturas de los suelos en agricultura, bosque, vegetación desértica y suelo desnudo, en conjunto con un análisis multitemporal para determinar el porcentaje de fragmentación del área. De igual forma, esta metodología se aplica en el artículo de (Flórez, Rincon, Cardona, Alzate, 2017) donde se evalúa la pérdida de cobertura vegetal en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia.

#### **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada – NDVI.**

Dado el significado crucial de los índices en el análisis de la cobertura vegetal, se pueden entender como una serie de operaciones matemáticas aplicadas a los valores numéricos de los píxeles, utilizando dos o más bandas de una misma imagen satelital. (Quijao, 2016) Según Quijao (2016), el Índice de Vegetación se define como un parámetro derivado de la reflectancia en diferentes longitudes de onda, siendo especialmente sensible a la presencia de vegetación. Esto implica que se trata de un valor numérico obtenido mediante una combinación específica de bandas espectrales, el cual indica la cantidad de vegetación presente en un píxel determinado. Estos índices son de gran utilidad en la clasificación de terrenos, coberturas y usos del suelo, ya que facilitan la distinción entre áreas con y sin vegetación. Los valores del NDVI en la vegetación saludable muestran una clara diferencia entre el espectro visible, particularmente la banda roja, y el Infrarrojo Cercano (NIR). En el espectro visible, los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía, mientras que en el Infrarrojo Cercano, las paredes celulares de las hojas, que contienen agua, reflejan la mayor cantidad de energía.

### **Análisis Multitemporal de Imágenes Satelitales.**

Un análisis multitemporal de imágenes satelitales consiste en evaluar o analizar comparativamente dos o más imágenes de la misma zona para épocas diferentes. En concordancia con (Capera, 2020), este tiene muchas aplicaciones en el estudio de los Recursos Naturales, una de las cuales es la detección de los cambios que sufren las diferentes coberturas vegetales por la intervención del hombre en una determinada área, permitiendo así un monitoreo continuo sobre áreas de interés y la interpretación de los posibles conflictos en el uso del suelo.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En las circunstancias actuales, el mundo está cada vez más urbanizado; pues se tiene que desde el año 2007, más de la mitad de la población mundial ha estado viviendo en ciudades, y se espera que para el año 2030 se alcance hasta un 60%. (ONU, 2016). La expansión urbana está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios marginales, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados, como la recolección de residuos, los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte; lo cual está empeorando la contaminación del aire y el crecimiento urbano desenfrenado.

Además, en el 2016, el programa de las naciones unidas para el medio ambiente, PNUMA, alertó un aumento mundial de las epidemias zoonóticas, el motivo está relacionado con la creciente invasión de los asentamientos urbanos a los ecosistemas; este señaló que el 75% de todas las enfermedades infecciosas nuevas en humanos son zoonóticas y que estas enfermedades están directamente relacionadas con la salud de los ecosistemas.

De acuerdo a lo ostentado anteriormente resulta necesario comprender ¿Cuál es la incidencia de la actividad antropogénica, entendida como dinámicas de cambio sobre la cobertura del suelo, por la expansión urbana, sobre la tendencia de la permanencia del *A. lemurinus*?; además de la afectación a su patrón de actividad, hábitos alimenticios, y aspectos ecológicos en general; de este modo conocer si la especie cuenta con los recursos necesarios para prevalecer en la zona; asimismo brindar herramientas que permitan continuar con investigaciones acerca de la especie, aportando a su conservación.

### **Pregunta de investigación.**

¿Cuál es la incidencia de la actividad antropogénica, entendida como dinámicas de cambio sobre la cobertura del suelo, por la expansión urbana, sobre la tendencia de la permanencia del *A. lemurinus*?

### **HIPOTESIS**

Teniendo en cuenta la expansión urbana en la zona aledaña al museo Quimbaya, donde cada vez es más notable la invasión antrópica sobre el relicto boscoso; la afectación en la tasa de cambio del uso del suelo, y el aislamiento del relicto boscoso; se provocará una disminución de la disponibilidad de recurso de la población; por lo cual, si ésta no encuentra vías potenciales de conectividad con otros parches de bosque, tenderá a desaparecer en el tiempo.

### **OBJETIVO**

#### ***Objetivo general.***

- Evaluar la disponibilidad de recurso de la población de *A. lemurinus* en un relicto boscoso de un paisaje periurbano del municipio de Armenia, con el apoyo de herramientas SIG.

#### ***Objetivos específicos.***

- Reconocer la cantidad de coberturas vegetales del paisaje a evaluar a escala multitemporal por medio de imágenes de satélite.
- Determinar la cantidad de individuos que componen la población, y cómo aprovechan los recursos dentro del relicto boscoso.
- Estimar la resistencia que ejerce la matriz antrópica sobre los aspectos comportamentales del *A. lemurinus* “patrón de actividad, dieta, área núcleo, y distancia recorrida”.
- Identificar las zonas potenciales de conectividad por medio de un análisis de teledetección con NDVI de imágenes satelitales con bandas espectrales y la metodología Corine Land Cover.

## JUSTIFICACIÓN.

Resulta realmente pertinente tomar acciones para la conservación del *A. lemurinus*. dentro del territorio nacional, debido a su importancia en los ecosistemas como dispersores de semillas, al ser individuos con una dieta basada principalmente en frutos, se destaca también su rol dentro de las redes tróficas, ya que toda especie depende de otras para su supervivencia, es decir, las interacciones interespecie tienen un rol importante en términos ecológicos y evolutivos, pues condiciona muchas de las funciones de los ecosistemas que éstas representan, cómo el reciclado de nutrientes, los flujos de agua y de carbono, entre muchas otras funciones (Cagnolo, Valladares, 2011); cabe resaltar que esta especie se encuentra actualmente en estado de vulnerabilidad según la IUCN, debido a la disminución poblacional provocada por actividad antrópica.



**IMAGEN 1. CLASIFICACIÓN DE AMENAZA DEL MONO NOCTURNO ANDINO SEGÚN LA IUCN**

**FUENTE: THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES 2021**

Además, otro factor importante que promueve la conservación de la especie es el cumplimiento de los ODS número 11 y 15, correspondientes a ciudades y comunidades sostenibles y vida de ecosistemas terrestres, correspondientemente. De acuerdo con el primer ODS, tenemos que la protección de los ecosistemas urbanos es una acción que puede contribuir a la disminución en los índices de contaminación de las grandes y crecientes ciudades; y el ODS 15, promueve el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, protegiendo especies amenazadas mediante la lucha contra la deforestación y degradación del suelo, relacionado con las respuestas que propone el PNUMA está la modernización de la gobernanza ambiental a nivel mundial, para la restauración de los ecosistemas (ONU, 2016), esto teniendo en cuenta que la zona de estudio está catalogada dentro del mapa geográfico del POT de la ciudad de Armenia como suelo de protección urbano.

## METODOLOGIA

### Área de Estudio.

La ciudad de Armenia está situada en las coordenadas 4,5170° de latitud norte y 75,6830° oeste. El Departamento del Quindío se encuentra ubicado en la vertiente occidental de la cordillera central, desde los 950 hasta los 4750 m. Además, este departamento cuenta con diversos tipos de ecosistemas, tales como los bosques andinos medio, alto Andino, subandinos, bosque ripario, bosque secundario, páramo y guaduales (Montilla, Cepeda, Bustamante, 2017). También posee una matriz mixta compuesta de agro ecosistemas, es decir; monocultivos y policultivos donde se tiene mayor presencia de café (Arbeláez, Marín, Duque, Cardona, Renjifo, Gómez, 2011).

El objeto de estudio es un bosque periurbano ubicado en el norte de la ciudad de Armenia a unos 1670 m; cuenta con un área estimada en 21.2 ha, y un perímetro de 5.173 m; esta zona al estar rodeada en su totalidad por una matriz urbana lo mantiene completamente aislado. Por otro lado, la estimación del área que ocupa la matriz urbana se evaluará a lo largo del transcurso del proyecto, pues se calculará el incremento en hectáreas de la misma, desde el año 2014 a la actualidad o de acuerdo a la disponibilidad de imágenes satelitales que se tenga. A pesar de contar con un área reducida, esta posee gran variedad de especies de árboles frutales, e insectos, cuenta con un denso guadual, que alimenta el arroyo que fluye en medio del parche de bosque. Con el fin de determinar las posibles rutas de conectividad se evaluarán los relictos boscosos más próximos a la zona de interés, por medio de un análisis NDVI en el software Arcgis, en el que nos mostrará los sitios con índices de vegetación más densa, y con mayor potencial de servir como corredor biológico, de esta manera permitir a la especie diversificar su obtención de recursos.



**IMAGEN 2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

**FUENTE GOOGLE EARTH PRO**

### **Toma de datos.**

Se requirió realizar una zonificación aproximada del área de estudio, con la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG); las caracterizaciones vegetales se hicieron de acuerdo a la configuración nivel 3 Corine Land Cover para Colombia, con ayuda de un botánico perteneciente a la universidad del Quindío mediante salidas de campo.

Inicialmente se tenía concretado realizar el muestreo de vegetación a partir del método RAP de A. Gentry este consiste en censar, en un área de 0.1 ha, todas las plantas cuyo tallo tuviese un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 1 cm. Una vez culminada la fase de campo se debió elaborar una lista de las especies registradas en los muestreos con base en las colecciones realizadas. Conocida una lista previa se procede a almacenar todos los datos de campo en una tabla base en Excel. En esta lista los valores del DAP o CAP se deben transformar a valores de área con las fórmulas:

$$\text{Area basal} = 0.78 \times \text{DAP}^2 \quad \text{Area basal} = 0.079 \times \text{CAP}^2$$

Los parámetros que se hallan con estos datos son: frecuencia, frecuencia relativa, abundancia, abundancia relativa, cobertura y cobertura relativa, y son utilizados para calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada una de las especies en el muestreo. El IVI es un estimativo de cuán dominante es cada especie con respecto a la totalidad de las especies registradas en el muestreo. (Mendoza, 2008). Sin embargo, este índice no pudo ser hallado debido a las fuertes adversas condiciones del terreno y a inconvenientes con la medición del DAP, y el área basal.

### **Patrón de Actividad.**

Se hizo seguimiento a un determinado grupo de *A. lemurinus* que suelen estar compuestos por adultos, subadulto y un joven, bajo el método de seguimiento nocturno directo, este monitoreo se emplearon 12 noches entre los meses de noviembre y diciembre del 2023 para la observación de los monos, en el transcurso de las 18:00 pm hasta las 6:00 am. Asimismo se requirió el uso de linternas, binoculares y cámaras portables durante los seguimientos nocturnos.

Los tiempos de observación en cada localidad estuvieron influenciados por las condiciones climáticas, la fisiografía de las áreas de estudio y el entrenamiento de los observadores en el seguimiento de los monos en la noche. En cada período de observación, se dedicó la primera noche a la búsqueda del grupo de monos nocturnos presentes en el fragmento estudiado, tomando como punto de partida, el sitio donde indicó la comunidad que suelen observarlos y escucharlos. Los monos fueron detectados por la reflexión de la luz de las linternas en sus ojos, sus vocalizaciones y los ruidos característicos que producen durante las actividades alimenticias y de locomoción.

Después de localizados los monos, se siguieron y se hicieron observaciones directas. Las observaciones se realizaron entre las 18:00 pm hasta las 06:00 am, tratando de seguir al grupo desde el momento de inicio hasta el final del período de actividades nocturnas fuera de su dormitorio. En las observaciones, se emplearon linternas frontales de 3 vatios para tomar las notas e iluminar el sendero mientras se seguían los animales y linternas de mano de mayor rendimiento para iluminar a los monos, por último, se usaron también binoculares (8x40 no infrarrojos) para observar y analizar comportamiento.

Para la estimación de la estructura y el tamaño de los grupos, se tomó la metodología usada por (Castaño, Cardona, Botero, 2010). Donde se contó el número de individuos por grupo y se examinó la categoría de edad a la cual pertenecían, cómo, adultos, subadultos, juveniles e infantes. Para asignar las categorías de edad se definieron como adultos aquellos animales con una mancha oscura en la base ventral de la cola, en posición caudal a los genitales (Aquino, Encarnación, 1994). Se definieron como subadultos aquellos individuos de tamaño similar a los adultos, pero con la región subcaudal pobremente coloreada; como juveniles a los individuos sin coloración subcaudal, de tamaño inferior a los adultos y que se movilizaban independientemente y como infantes aquellos individuos sin coloración subcaudal, con la mitad o menos del tamaño de los adultos y que dependan parcial o totalmente para su desplazamiento de uno de sus padres. Se determinaron las distancias de recorrido y áreas de ocupación de los grupos, a partir de la elaboración de mapas con base a la información obtenida en salidas de campo. En el fragmento de bosque se formularon transectos, por lo general siguiendo senderos existentes en el interior o periferia del bosque, y a lo largo de éstos se marcaron puntos de referencia.

Para medir los recorridos de los monos se registró la posición del grupo con base en la distancia y acimut a los puntos de referencia. El tamaño del área ocupada por los grupos se determinó al momento de marcar en los mapas el perímetro de todos los recorridos, utilizando una malla de puntos (Mendieta & Valencia 2005). Para estimar la distancia recorrida por noche, sólo se tuvo en cuenta la información obtenida en noches en las que fue posible seguir los grupos durante seis horas continuas, o más. Para estimar el patrón de actividades se registró la actividad predominante de todos los individuos del grupo en intervalos de cinco minutos, siguiendo el método de “barrido” (Altmann, 1974). Se consideraron seis clases de actividades, las cuales se definieron de la siguiente manera:

1. Reposo cuando los animales permanecieron en posición inmóvil o cuando los animales no pudieron ser vistos y no se escuchó ningún movimiento, pero se conocía su ubicación.
2. Forrajeo cuándo hubo manipulación, ingestión o búsqueda de alimento.
3. Desplazamiento cuando se presentó cualquier actividad de desplazamiento decidido como caminar, correr, trepar, saltar entre árboles o en un mismo árbol
4. Actividades sociales cuando se observaron interacciones directas entre dos o más individuos del grupo, que incluyan juego, acalamiento, contacto o actividades agonísticas como peleas o agresiones.

##### 5. Vocalizaciones cuando los animales emitieron sonidos vocales.

Para medir el patrón de actividades de los grupos, se contabilizó el número de registros de cada una de las actividades para todos los grupos en conjunto y para cada grupo separadamente.

#### **Análisis Multitemporal y NDVI**

Se hizo uso de herramientas SIG que permitieron delimitar las áreas que albergan mayor cantidad de individuos, facilitando el seguimiento directo. Las herramientas SIG que permiten este tipo de zonificación pueden combinarse con el uso de Google Earth Pro, con el soporte del software Arcgis 10.8.2. Adicional a esto, mediante el transcurso del monitoreo nocturno se empleó un análisis dirigido a la flora silvestre y todos los recursos que se encontraron dentro del relicto boscoso evaluando aquellos recursos que son de mayor consumo y de aquellos que no están siendo del todo aprovechados.

Para la identificación de las zonas potenciales de conectividad se recurrió al uso de imágenes satelitales tipo Landsat obtenidas del servicio geológico de Estados Unidos (USGS), que permitieron la caracterización de los lugares en donde es conveniente ejecutar labores de implementación de corredores levadizos que comuniquen el área de estudio con los parches de bosque más próximos a este, para que la especie de *A. lemurinus* tenga la facilidad de desplazarse de un lugar a otro sin riesgos externos.

Paralelamente a la adquisición de resultados de diferentes procesos, se empleó un análisis NDVI de imágenes satelitales con combinación de bandas espectrales. de la zona de estudio de los años 2014, 2018, 2019 y 2023, con el fin de determinar la disminución del área en hectáreas del relicto boscoso, y la transformación del paisaje en general, por causa del crecimiento urbano en la zona, mediante el soporte de la metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia. (Correa, 2018). Estas imágenes proporcionan la caracterización de cambios de cobertura vegetal, desde la apreciación de la pérdida de suelo, hasta los cambios que sobrellevan las coberturas vegetales producto derivado continuo de las actividades antrópicas, tales como aquellas operaciones de deforestación, cambios en el uso del suelo y construcción de infraestructuras.

## Análisis Corine Land Cover

Según (Suarez, 2016) el (INSTITUTO HUMBOLDT COLOMBIA. 2016, junio) La metodología Corine Land Cover (CLC), adaptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) para Colombia, es un enfoque sistemático para evaluar y clasificar la cobertura del suelo utilizando imágenes satelitales tipo Landsat. Este método implica el análisis de datos obtenidos a través de imágenes de satélite para identificar y categorizar diferentes tipos de cobertura terrestre, como bosques, cultivos, áreas urbanas, cuerpos de agua, entre otros.

La adaptación de la metodología CLC para Colombia implica ajustar sus criterios y categorías para que se ajusten a las características particulares del paisaje colombiano y a las necesidades específicas de información del país. Esto puede implicar la inclusión de categorías adicionales que sean relevantes para Colombia, como los ecosistemas tropicales únicos presentes en el país, así como considerar factores como la deforestación, la urbanización y otros cambios en el uso del suelo que sean relevantes para la gestión ambiental y la planificación del desarrollo.

La metodología Corine Land Cover puede operar bajo tres niveles de clasificación para afinar las tipologías del suelo:

- **Nivel 1 (5 clases):** En este nivel de clasificación, se identifican cinco clases principales de uso del suelo, proporcionando una visión general y simplificada de la cobertura terrestre.
- **Nivel 2 (15 clases):** En este nivel, las cinco clases principales se desglosan en subcategorías más específicas. Por ejemplo, el uso del suelo agrícola puede subdividirse en cultivos permanentes, cultivos temporales, pastizales, etc. Esto permite una mayor precisión en la descripción de la cobertura del suelo.
- **Nivel 3 (44 clases):** A este nivel, las subcategorías del nivel 2 se refinan aún más, dividiéndose en clasificaciones más detalladas y específicas. Por ejemplo, bajo la categoría de bosques, se pueden distinguir diferentes tipos de bosques (caducifolios, perennifolios, mixtos, etc.), lo que ofrece una comprensión más exhaustiva de la variabilidad del paisaje.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### Análisis de fragmentación de paisaje

Para el análisis de fragmentación se tomaron las métricas usadas por (Molina, 2019) Además, se utilizó como año base 2019, ya que es el más representativo, en cuanto a cobertura de las clases, calidad de imagen y menor desfase en escala.

**Año 2019**

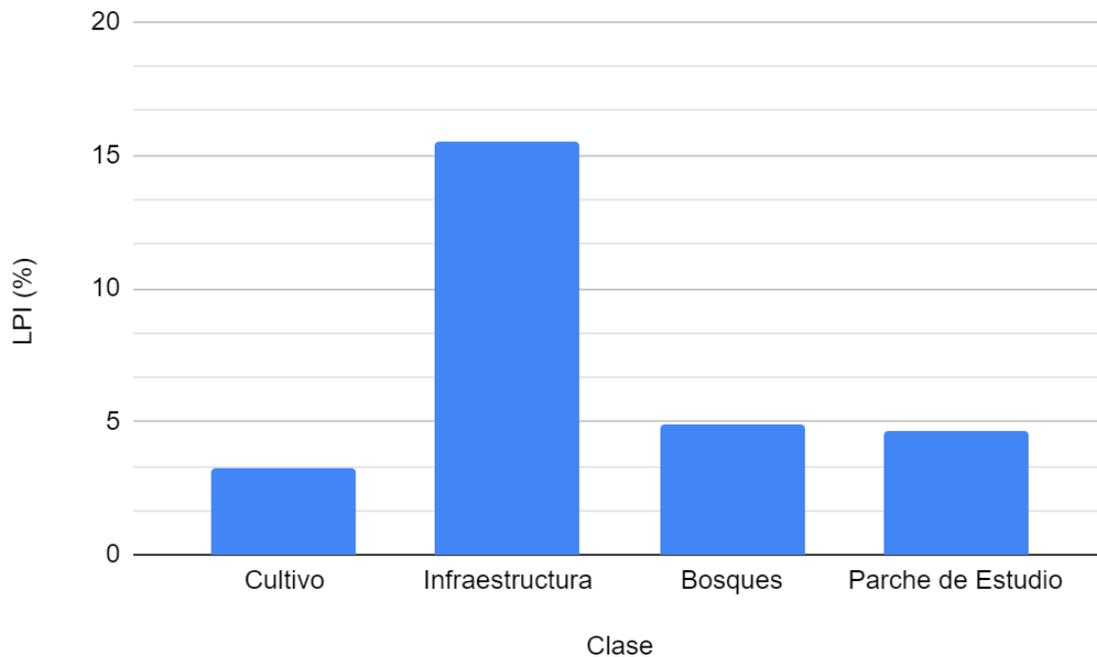
**TABLA 1. ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN AÑO 2019**

Clase	CA (ha)	PLAND (%)	NP	PD (#/100/ha)	LPI (%)
Cultivo	70,62	18,839	17	4,67	3,22
Infraestructura	156,79	42,273	17	4,67	15,49
Bosques	118,85	32,661	23	6,33	4,92
Parque de Estudio	17	6,224	1	0,275	4,67

**Fuente: Elaboración propia**

El porcentaje del paisaje a nivel de clase indica que las categorías predominantes en el área de estudio corresponden a Bosques e Infraestructura, los cuales comprenden el 74.9% de la cobertura del área de estudio. Este resultado evidencia que efectivamente el parque de bosque está completamente inmerso en una matriz antrópica donde aún se conservan otros parches de bosques a sus alrededores.

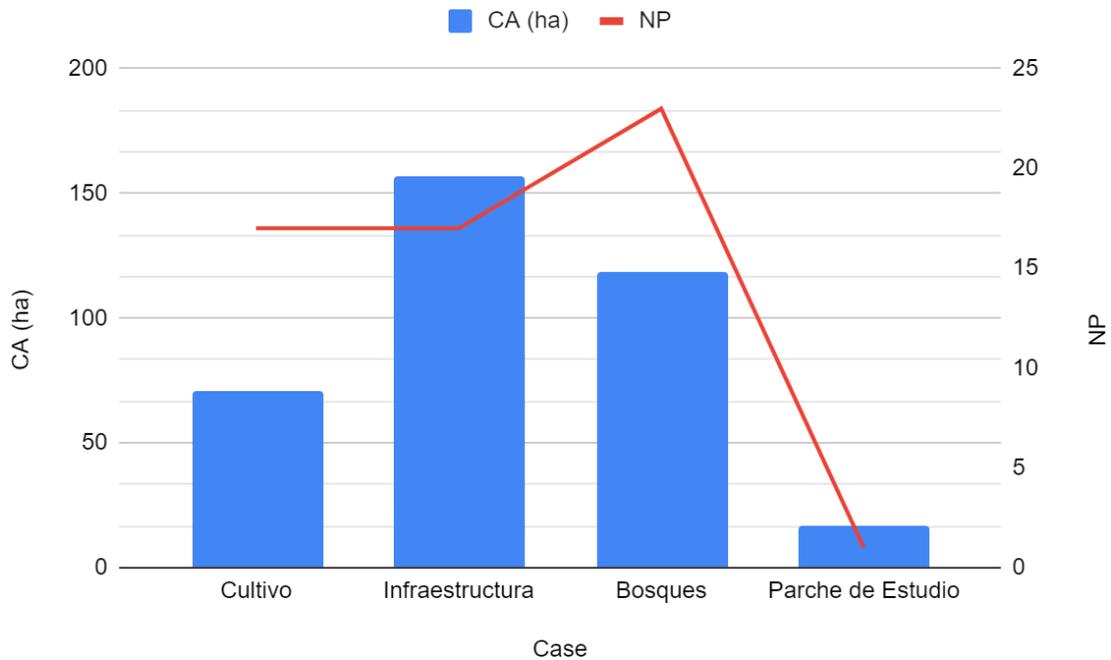
**GRÁFICO 1. ÍNDICE DE PARCHE MAYOR A NIVEL DE CLASE/AÑO 2019**



**Fuente: Elaboración propia**

El índice de parche mayor (LPI) nos indica cuales son los parches que en general cuentan con menor extensión en el paisaje (Gráfico 1). De acuerdo con (Guneroglu, Acar, Dihkan, Karsli, Guneroglu, 2013), los valores reducidos de (LPI) indican que el paisaje está compuesto por varios parches pequeños, produciendo alto nivel de fragmentación. El parche de mayor tamaño se genera en la clase de Infraestructura, debido a que la zona de estudio está ubicada en el casco urbano de la ciudad; se puede observar también que el resto de clases Bosques, Parche de Estudio y Cultivo, presentan valores bajos de (LPI), son precisamente estas coberturas las que se encuentran más fragmentadas, es decir, se encuentran más parches distribuidos en el área de estudio, pero cada uno cuenta con extensiones reducidas.

**GRÁFICO 2. RELACIÓN ENTRE EL NP Y CA / AÑO 2019**



**Fuente: Elaboración propia**

La comparación entre las métricas de área de clase (CA) y número de parche (NP) muestra un alto nivel de fragmentación a nivel de paisaje, debido a que sus categorías principales cuentan con áreas extensas y gran cantidad de parches. La categoría de Bosques, sigue este mismo comportamiento lo que nos muestra que, aunque el área sea representativa se dificulta la interconectividad entre parches. (Gráfico 2). Cabe resaltar que la agricultura compone un 18% del paisaje total con unos 17 parches, dando a entender que la causa de la fragmentación no sólo está a manos del crecimiento del casco urbano, sino también en la extensión de los cultivos.

Adicionalmente, vemos que los Cultivos al igual que sucede en el estudio de (Molina, 2019) presenta menor valor de índice de parche mayor (LPI) y mayor densidad de parche (PD) junto con la clase de Infraestructura, siendo así los causantes principales del efecto de borde y cambios en las dinámicas y equilibrio de los ecosistemas que alteran el comportamiento de las especies allí inmersas.

**Área de parches Cultivos:** 70.62 ha

**Número de parches (NP):** 17

**Área de parches Infraestructura:** 156.79 ha

**Número de parches (NP):** 17

**Área de parches Bosques:** 118.85 ha

**Número de parches (NP):** 23

**Área de estudio:** 17

- **Densidad de parches**

**Cultivos (PD):**  $(\#Parches/\text{Área total}) * 100 = (17/363.26) * 100 = 4.67$  ha

**Infraestructura (PD):**  $(17/363.26) * 100 = 4.67$  ha

**Bosques (PD):**  $(23/363.26) * 100 = 6.33$  ha

**Parche de Estudio (PD):**  $(1/363.26) * 100 = 0.275$  ha

- **Índice de parche mayor**

**Cultivos (LPI):**  $(\text{Área de parche más grande}/\text{Área total}) = (11.7\text{ha}/363.26\text{ha}) * 100 = 3.22$

**Infraestructura (LPI):**  $(\text{Área de parche más grande}/\text{Área total}) = (56.3\text{ ha}/363.26\text{ha}) * 100 = 15.49$

**Bosques (LPI):**  $(\text{Área de parche más grande}/\text{Área total}) = (17.9\text{ ha}/363.26\text{ ha}) * 100 = 4.92$

**Parche de Estudio (LPI):**  $(\text{Área de parche más grande}/\text{Área total}) = (17\text{ ha}/363.26\text{ ha}) * 100 = 4.67$

- **Porcentaje del paisaje (PLAND):** Toma porcentajes del área que está ocupada por cada respectiva clase de parche (McGarigal & Marks, 1994). Para el cálculo se hace uso de la ecuación 5.

**Área % Clase Cultivo:**  $70.62/363.26(100) = 19.44$

**Área % Clase Infraestructura:**  $156.79/363.26(100) = 43.16$

**Área % Clase Bosques:**  $118.85/363.26(100) = 32.71$

**Área % Área de estudio:**  $17/363.26(100) = 4.67$

### **Análisis NDVI**

De acuerdo a la metodología aplicada, el primer aspecto a tener en cuenta fue la selección de la información. Las imágenes satelitales de los años 2014, 2018, 2019 y 2023 se obtuvieron por medio de “Google Earth Pro”, localizando la ciudad de Armenia, Quindío y proyectando una delimitación inicial que enmarcará el área de estudio y demás zonas de interés con un Perímetro de 7,594 metros y un Área de 360 Hectáreas.

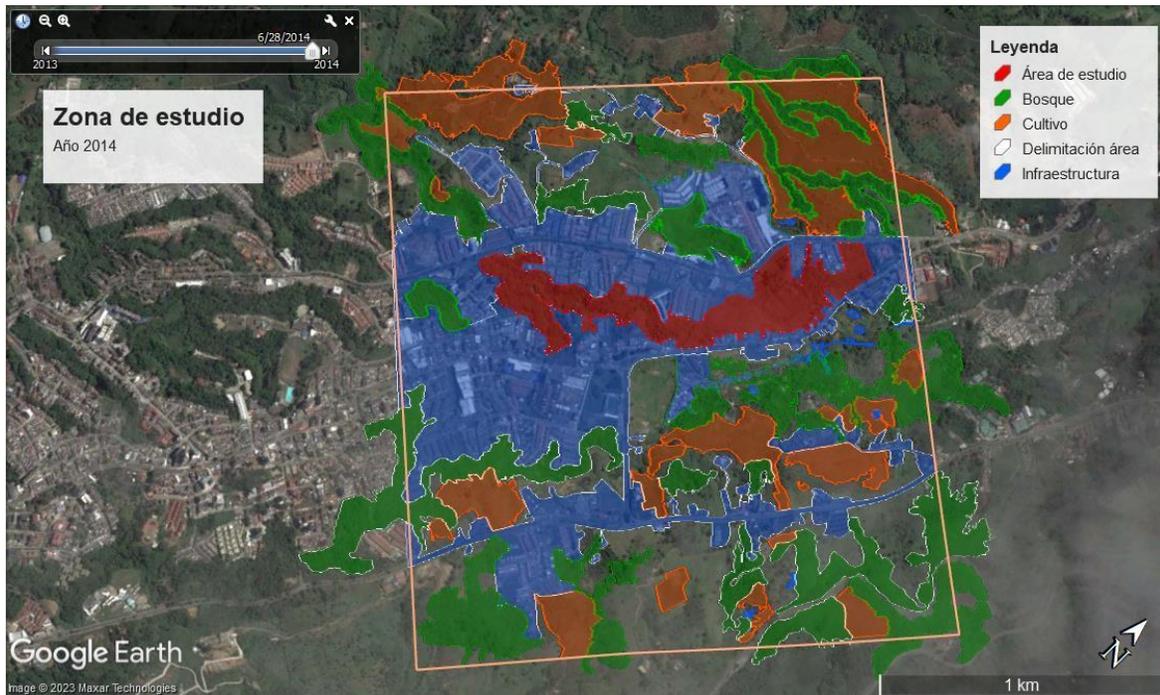


**IMAGEN 3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

**FUENTE GOOGLE EARTH PRO**

Con cada una de las imágenes satelitales obtenidas para los diferentes años, se determinó mediante la elaboración de polígonos las posibles rutas de conectividad próximas al área de estudio. Además, por cada año obtenido se clasificaron y categorizaron coberturas, tales como.

- Cultivos.
- Relictos Boscosos.
- Matriz Urbana (Infraestructura)
- Área de Estudio.



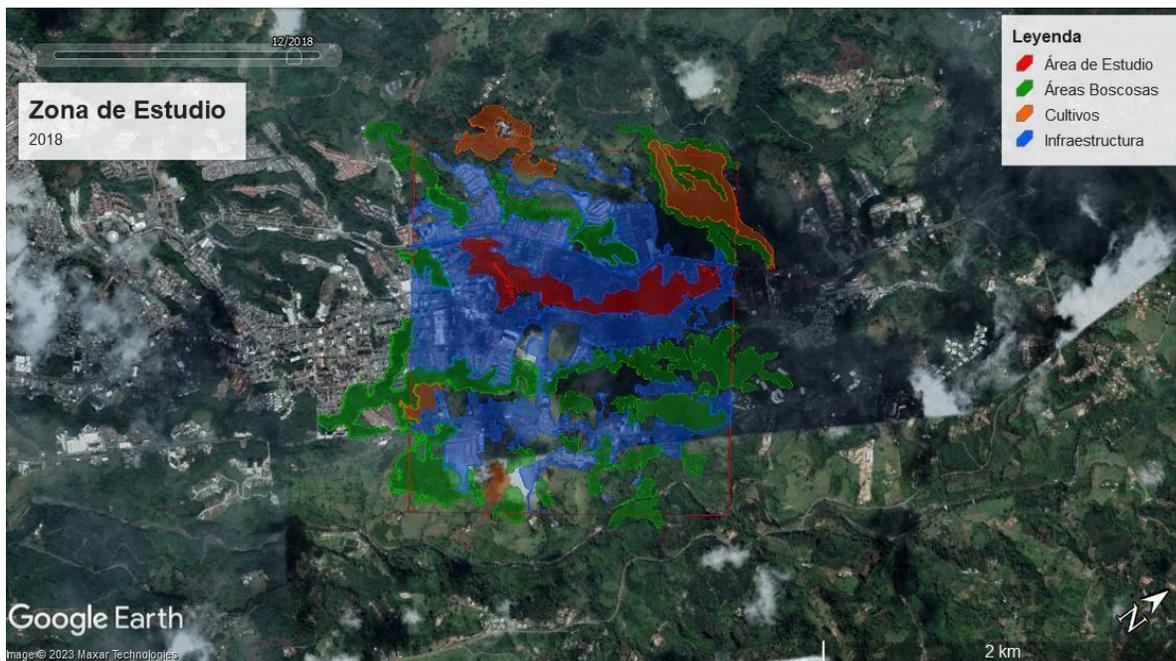
**IMAGEN 4. POLÍGONOS AÑO 2014**

**FUENTE GOOGLE EARTH PRO**

**TABLA 2. HECTÁREAS AÑO 2014**

	<b>POLÍGONOS</b>	<b>ÁREA (Ha)</b>
	Cultivos	63.86
	Infraestructura	143.29
	Áreas Boscosas	110.71
	Área de Estudio	21.1

**Fuente Elaboración propia**



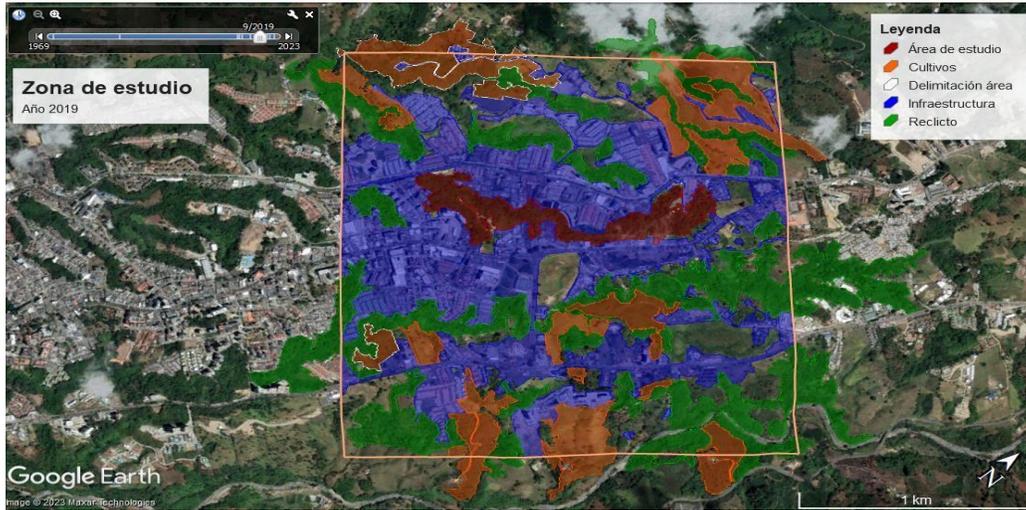
**IMAGEN 5. POLÍGONOS AÑO 2018**

**FUENTE GOOGLE EARTH PRO**

**TABLA 3. HECTÁREAS AÑO 2018**

POLÍGONOS		ÁREA (Ha)
	Cultivos	23.97
	Infraestructura	128.69
	Áreas Boscosas	99.37
	Área de Estudio	21.6

**Fuente Elaboración propia**



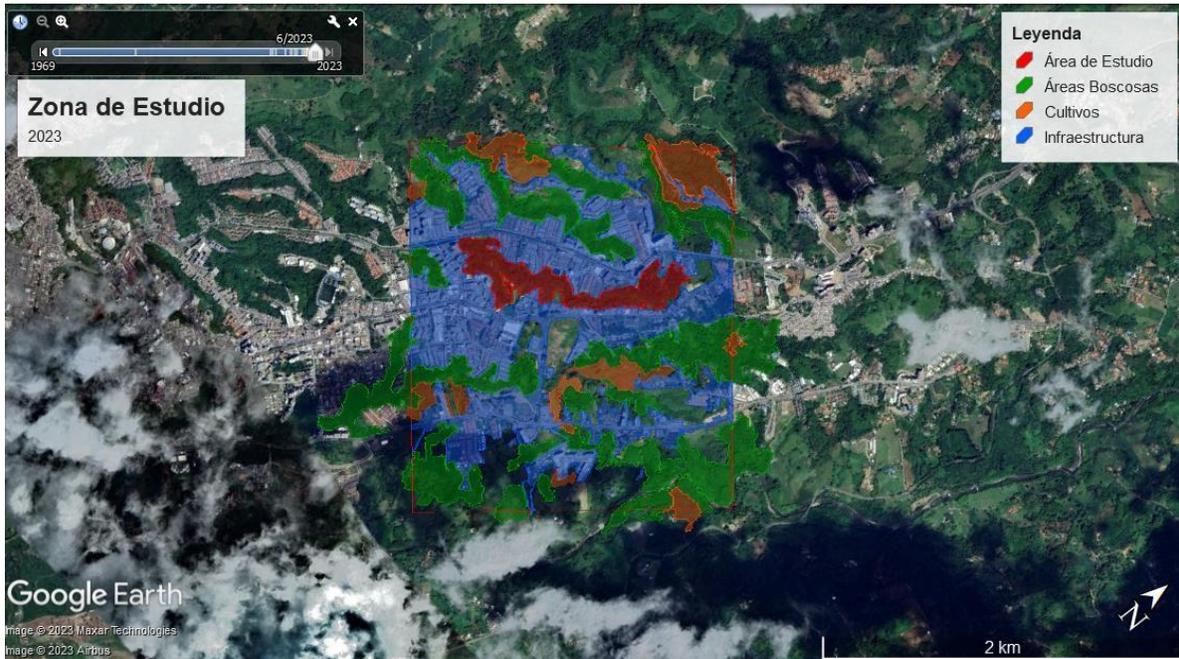
**IMAGEN 6. POLÍGONOS AÑO 2019**

**FUENTE GOOGLE EARTH PRO**

**TABLA 4. HECTÁREAS AÑO 2019**

POLÍGONOS		ÁREA (Ha)
	Cultivos	70.62
	Infraestructura	156.79
	Áreas Boscosas	118.85
	Área de Estudio	17

**Fuente Elaboración propia**



**IMAGEN 7. POLÍGONOS AÑO 2023**

**FUENTE: GOOGLE EARTH PRO**

**TABLA 5. HECTÁREAS AÑO 2023**

POLÍGONOS		ÁREA (Ha)
	Cultivos	29.99
	Infraestructura	145.79
	Áreas Boscosas	115.35
	Área de Estudio	18.4

**Fuente: Elaboración propia**

**1. Cultivos.**

- 2014: 63.86 hectáreas
- 2018: 23.97 hectáreas
- 2019: 70.62 hectáreas
- 2023: 29.99 hectáreas

En esta área se presenta una fluctuación a lo largo de estos años. Hubo un aumento significativo en el 2019 en comparación con el 2014 seguido de una disminución en 2018 y 2023. Podría haber cambios en la expansión agrícola o en las prácticas de uso del suelo durante este periodo.

## 2. Infraestructura.

- 2014: 143.29 hectáreas
- 2018: 128.69 hectáreas
- 2019: 156.79 hectáreas
- 2023: 145.79 hectáreas

A lo largo del período analizado, se ha observado una variabilidad en la extensión de la matriz urbana, en contraste con los cultivos cuyas diferencias son más notables. Se registró un incremento en el año 2019, mientras que en 2018 y 2023 se mantuvo relativamente estable en comparación con 2014. Es esencial considerar que durante la recopilación de datos utilizando el servidor Google Earth Pro, se experimentaron desfases en la escala, lo que implica que los resultados no son precisos, sino una estimación del valor real. Sin embargo, se ha identificado una tendencia que indica un aumento gradual en las coberturas de infraestructuras con el tiempo, atribuible a la expansión urbana de la ciudad y la consecuente reducción de áreas verdes y boscosas en la zona de estudio.

## 3. Áreas Boscosas.

- 2014: 110.71 hectáreas
- 2018: 99.37 hectáreas
- 2019: 118.85 hectáreas
- 2023: 115.35 hectáreas

A lo largo de los años analizados, se ha detectado una variabilidad en las áreas boscosas, siguiendo un patrón similar al observado en los cultivos. Se registró un aumento notable en 2018 en comparación con el año base de 2014. Sin embargo, en términos generales, las áreas boscosas muestran fluctuaciones con variaciones menores en comparación con los cultivos. Se evidencia una tendencia estable, donde se observa una compensación entre la pérdida de áreas cultivadas y el aumento en la extensión de los bosques. Este fenómeno sugiere una relación estable entre la expansión de la agricultura y la regeneración o conservación de los bosques en el área de estudio.

#### 4. Área de Estudio.

- 2014: 21.1 hectáreas.
- 2018: 21.6 hectáreas
- 2019: 17 hectáreas
- 2023: 18.4 hectáreas

El área de estudio ha experimentado cambios menores a lo largo de los años, caracterizados por pequeñas fluctuaciones que, en términos generales, muestran una variación menos significativa en comparación con otras zonas de interés. La disponibilidad limitada de imágenes satelitales en años anteriores permitió realizar una comparación más exhaustiva, incluso utilizando datos de años más antiguos. A pesar del alcance relativamente corto de este análisis temporal, se ha podido evidenciar la transformación física que ha experimentado el área de estudio.

En cuanto a la dinámica del paisaje, se observa que mientras la matriz urbana (infraestructura) tiende a mantener cierta estabilidad a lo largo del tiempo, los cultivos y las áreas boscosas muestran cambios más pronunciados, lo que podría reflejar transformaciones en las prácticas agrícolas o en la gestión de los recursos naturales en el área de estudio.

**TABLA 6. COLORES RGB PARA CORINE LAND COVER**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	CODIGO	RGB
Superficies artificiales	Zonas urbanas	Tejido urbano continuo	111	230-000-077
		Tejido urbano discontinuo	112	255-000-000
	Zonas industriales, comerciales y de transporte	Zonas industriales o comerciales	121	204-077-242
		Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	122	204-000-000
		Zonas portuarias	123	230-204-204
		Aeropuertos	124	230-204-230
	Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	Zonas de extracción minera	131	166-000-204
		Escombreras y vertederos	132	166-077-000
		Zonas en construcción	133	255-077-255
	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	Zonas verdes urbanas	141	255-166-255
		Instalaciones deportivas y recreativas	142	255-230-255
	Zona agrícolas	Tierras de labor	Tierras de labor en secano	211
Terrenos regados permanentemente			212	255-255-000
Arrozales			213	230-230-000
Cultivos permanentes		Viñedos	221	230-128-000
		Frutales	222	242-166-077
Prados y praderas		Olivares	223	230-166-000
		Prados y praderas	231	230-230-077
		Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	241	255-230-166
Zonas agrícolas heterogéneas		Mosaico de cultivos	242	255-230-077
		Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural y semi-natural	243	230-204-077
		Sistemas agroforestales	244	242-204-166
Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos		Bosques	Bosques de frondosas	311
	Bosques de coníferas		312	000-166-000
	Bosque mixto		313	077-255-000
	Espacios de vegetación arbustiva y o herbácea	Pastizales naturales	321	204-242-077
		Landas y matorrales mesófilos	322	166-255-128
		Matorrales esclerófilos	323	166-230-077
		Matorral boscoso de transición	324	166-242-000
	Espacios abiertos con poca o sin vegetación	Playas, dunas y arenales	331	230-230-230
		Roquedo	332	204-204-204
		Espacios con vegetación escasa	333	204-255-204
		Zonas quemadas	334	000-000-000
		Glaciares y nieves permanentes	335	166-230-204
Zonas húmedas	Zonas húmedas continentales	Humedales y zonas pantanosas	411	166-166-255
		Turberas y prados turbosos	412	077-077-255
	Zonas húmedas litorales	Marismas	421	204-204-255
		Salinas	422	230-230-255
		Zonas llanas intermareales	423	166-166-230
Superficies de agua	Aguas continentales	Cursos de agua	511	000-204-242
		Láminas de agua	512	128-242-230
	Aguas marinas	Lagunas costeras	521	000-255-166
		Estuarios	522	166-255-230
		Mares y océanos	523	230-242-255

*Fuente: Gis and Beers*

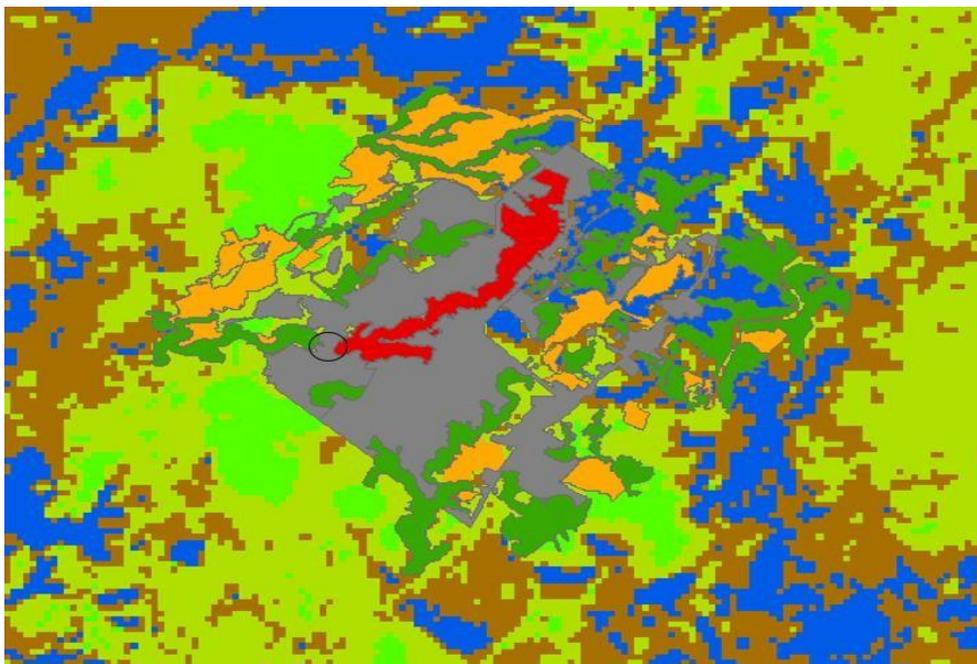
Los resultados proporcionados a través de la metodología Corine Land Cover ofrecen una visión detallada de la cobertura vegetal del área de estudio. Los diferentes niveles de clasificación permiten identificar distintos tipos de vegetación y espacios abiertos, lo que proporciona una comprensión más completa de la estructura del paisaje.

- Nivel 1: Zonas Forestales con Vegetación Natural y Espacios Abiertos.
- Nivel 2: Espacios de Vegetación Arbustiva y/o Herbácea.
- Nivel 3: Matorral Boscoso de Transición
- Combinación de Bandas: 166-242-000

En relación sobre la población de *A. lemurinus* y su hábitat en el bosque periurbano, estos resultados son de gran relevancia. La clasificación de zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos puede indicar la distribución y extensión de los hábitats adecuados para esta especie. Los espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea podrían representar áreas de transición o bordes de bosques, que también son importantes para la conectividad ecológica y el acceso a recursos alimenticios.

Por otro lado, la identificación de matorrales boscosos de transición puede ser crucial para entender la dinámica de los límites entre áreas urbanizadas y bosques periurbanos, donde la presión antropogénica es más intensa. Estas áreas pueden ser especialmente vulnerables a la fragmentación del hábitat y la pérdida de biodiversidad, lo que podría afectar directamente a la población de *A. lemurinus* y otras especies.

Al analizar la combinación de bandas utilizada en la metodología, es posible distinguir con mayor claridad las diferentes clases de cobertura vegetal y los cambios en la estructura del paisaje a lo largo del tiempo. Esto proporciona información valiosa para evaluar el impacto de la expansión urbana y agrícola en el área de estudio y para identificar posibles corredores biológicos y zonas de conectividad que podrían ser prioritarias para la conservación de la especie.



**IMAGEN 8. ANÁLISIS NDVI CON POLÍGONOS**

**FUENTE: ARCMAP 10.8.**

**TABLA 7. COBERTURAS ZONA DE ESTUDIO**

POLÍGONOS	
	Cultivos
	Infraestructura
	Áreas Boscosas
	Área de Estudio

**Fuente: Elaboración propia**

De acuerdo con los resultados obtenidos según el análisis NDVI, solamente se encontró una posible ruta de conectividad en el “Condominio Aquazul y Galicia / Avenida 19 de Enero” que puede usarse como posible corredor biológico, ya que gracias a su proximidad sobre otros relictos boscosos y a la altura de la vegetación hace más viable la instalación de estas rutas de conectividad biológicas que pueden ayudar a que la población de *A. lemurinus* pueda desplazarse y tener más posibilidades de encontrar alimento y refugio, teniendo en cuenta que esta es una especie arborícola.

La distancia entre los relictos boscosos es de 73.16 metros. Además, un factor importante que promueve esta vía para la posible ruta de conectividad es que en medio de la Avenida 19 de enero se encuentran ubicados diferentes especies de árboles, entre ellas se distingue la *Mangifera indica* una especie de árbol frutal de mangos que facilita el acceso hacia los demás relictos boscosos y a su vez se evidencian pocos asentamientos humanos tipo industrial y/o viviendas de gran altura que afectan el libre desplazamiento de la especie. Sin embargo, al solo encontrar una posible ruta de conectividad y al estar ubicada sobre una avenida principal disminuye las posibilidades de la implementación de corredores levadizos debido a que en esta zona transitan vehículos de carga pesada, como mulas y camiones. Por otro parte, el paso de dichos corredores se estaría realizando por medio de dos condominios residenciales privados, de tal modo que para su implementación es requerido el permiso de la administración del lugar.

**TABLA 8. TIEMPO EMPLEADO EN ACTIVIDADES POR GRUPO**

Grupo	Noches de observación	Horas Observación	Porcentaje de tiempo empleado en actividades							
			Forrajeo	Desplazamiento	Reposo	Social	Vocalización	Tamaño del grupo	Estructura del grupo	Distancia recorrida (m)
Grupo 1	6	20,4	51,30%	39,60%	5,80%	1,70%	1,40%	3	A/A/I	794
Grupo 2	5	15,5	50,80%	42,10%	4,70%	2,30%	0,70%	4	A/A/Sa/I	1300

**Fuente: Elaboración propia**

**GRÁFICO 3. PORCENTAJE DE TIEMPO INVERTIDO POR ACTIVIDAD**



**Fuente: Elaboración propia**

El análisis de los resultados obtenidos durante las tres salidas de campo revela la presencia de dos grupos de *Aotus lemurinus*, ambos grupos presentaron una composición familiar similar, vemos que el grupo es compuesto por dos adultos (padre y madre), y un infante (cría), y el grupo dos constaba de dos adultos (padre y madre), un subadulto (cría mayor), y un infante (cría); en cuanto al análisis del patrón de actividad, vemos que el grupo 1 recibió mayor atención y registro de observación. Se observó que el período de mayor actividad de estos grupos se concentraba entre las 8:00 a.m. y las 12:00 p.m., momento en el que frecuentaban el guadual cercano a la cancha sintética Bernabéu.

Las condiciones del terreno dificultaron los recorridos y el seguimiento de los grupos de monos, lo que impidió aproximarse al rango de hogar y determinar con certeza sus sitios preferidos para realizar actividades específicas. A diferencia de otros estudios que realizan seguimientos en parches de bosque y zonas protegidas, donde se dedican alrededor de dos meses continuos de seguimiento, en nuestro caso se encontró una limitación en la continuidad de los seguimientos debido a factores como la disponibilidad de tiempo y la condición del terreno en la zona de estudio.

Comparando nuestros resultados con otros estudios, se observa que las actividades de forrajeo y desplazamiento son las más frecuentes en nuestra población de *A. lemurinus*. Esta tendencia coincide con lo reportado en otros trabajos, donde se atribuye a la disminución de la disponibilidad de recursos en poblaciones ubicadas en altitudes superiores, así como a las alteraciones antrópicas en el hábitat.

En cuanto a las actividades sociales, se observó que estas ocupan un menor tiempo en comparación con el forrajeo y el desplazamiento. Este patrón puede indicar una adaptación de la especie a las condiciones del hábitat, priorizando la búsqueda de recursos y la movilidad para asegurar su supervivencia en un entorno con limitaciones de recursos.

Es importante tener en cuenta que estas diferencias en los patrones de actividad pueden estar influenciadas por factores como la altura a la que se encuentra ubicada la población, el tipo de ecosistema y la fase lunar, que pueden afectar la disponibilidad de recursos y el comportamiento de la especie. Estas consideraciones son fundamentales para interpretar adecuadamente los resultados y comprender la ecología y el comportamiento de *Aotus lemurinus* en entornos periurbanos.

**TABLA 9. ESPECIES VEGETALES REGISTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

Nombre de Campo	Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre común	Hábit
	Equisetopsidae	Polypodiidae	Cyatheaales	Cyatheaaceae	Cyathea	Cyathea tryonorum (Riba) Lellinger	Helecho arbóreo	Helecho
	Equisetopsidae	Polypodiidae	Cyatheaales	Cyatheaaceae	Sphaeropteris	Sphaeropteris quindiuensis (H. Karst.) R.M. Tryon	Helecho arbóreo	Helecho
Palma	Spermatophyta	Liliopsidae	Arecales	Areceaceae	Geonoma	Geonoma undata Klotzsch	Palma	Palma
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Asterales	Asteraceae	Montanoa	Montanoa quadrangularis Sch. Bip.	Arboloco	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Asterales	Asteraceae	Verbesina	Verbesina arborea Kunth	Cemargo	Árbol
Vasconcella	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Brassicales	Caricaceae	Carica	Carica crassipetala V.M. Badillo	Papavuela	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Chloranthales	Chloranthaceae	Hedyosmum	Hedyosmum bonplandianum Kunth	Sirvo silvo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Dipsacales	Viburnaceae	Viburnum	Viburnum pichinchense Benth	cabo de hacha	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Ericales	Actinidiaceae	Saurauia	Saurauia brachybotrys Turcz.	Dulomoco	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Ericales	Pentaphragmaceae	Freziera	Freziera cf. chrysophylla Bonpl.	Cerezo	Árbol
Myrsine	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Ericales	Primulaceae	Myrsine	Geissanthus sp	Rapabarbo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Fabales	Fabaceae	Inga	Inga sp.	Guamo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Lamiales	Verbenaceae	Lippia	Lippia schlimii Turcz.	Saca ojo	Árbol
Laurel hoja pequeña	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Laurales	Lauraceae	Ocotea	Ocotea sp1	Laurel	Árbol
Laurel hoja grande	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Laurales	Lauraceae	Ocotea	Ocotea sp2	Laurel	Árbol
Posoqueria/Elaeagia	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Laurales	Siparunaceae	Siparuna	Siparuna ehinata (Kunth) A. DC	Guevas de mono	Arbusto
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Malpighiales	Chusiaceae	Chusia	Chusia crenata Cuatr.	Chagualo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Malpighiales	Euphorbiaceae	Craton	Craton magdalenensis Mull. Arg.	Drago	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Malpighiales	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia laurifolia Juss. ex Lam.	Lechudo	Arbusto
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Malvales	Malvaceae	Helicocarpus	Helicocarpus popayanensis Kunth	Balso blanco	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Myrtales	Melastomataceae	Miconia	Miconia caldaia (Bonpl.) DG	Nigüito, punta de lanza	Árbol
Leandra	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Myrtales	Melastomataceae	Miconia	Miconia notabilis Triana	Nigüito	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Myrtales	Melastomataceae	Miconia	Miconia smaragdina Naudin	Nigüito	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Oxalidales	Cunoniaceae	Weinmannia	Weinmannia pubescens Kunth	Encenillo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Piperales	Piperaceae	Piper	Piper aduncum L.	Cordoncillo	Arbusto
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Piperales	Piperaceae	Piper	Piper crassinervium Kunth	Cordoncillo	Arbusto
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Rosales	Cannabaceae	Trema	Trema micrantha (L.) Blume	Surrumbo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Rosales	Moraceae	Ficus	Ficus cf. andicola Standl.	Lechudo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Rosales	Moraceae	Morus	Morus insignis Bureau	Aliso. huesito	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Rosales	Rhamnaceae	Rhamnus	Rhamnus sphaerosperma Sw. Tul.		Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Rosales	Urticaceae	Cecropia	Cecropia angustifolia Trécul	Yarumo negro	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Rosales	Urticaceae	Cecropia	Cecropia telenitida Cuatrec	Yarumo blanca	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Sapindales	Anacardiaceae	Mauria	Mauria ferruginea	Manguito	Árbol
Cedro	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Sapindales	Meliaceae	Cedrela	Cedrela montana Moritz ex Turcz.	Cedro de montada	Árbol
trichilia	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Sapindales	Meliaceae	Ruarea	Ruarea sp.	Cedrillo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Sapindales	Sapindaceae	Toxicodendron	Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze	Manzanillo	Árbol
	Spermatophyta	Magnoliopsidae	Solanales	Solanaceae	Cestrum	Cestrum humboldtii Francey	Chucho	Árbol

**Fuente: Elaboración propia**

La caracterización de la cobertura vegetal y densidad boscosa no se pudo realizar debido a las condiciones climáticas adversas presentadas en las salidas de campo, las lluvias por esas temporadas presentaron creces en la quebrada e hicieron el terreno muy inestable, la constante presencia de guadal y vegetación enmalezada limitaron los recorridos, por lo tanto, se priorizó el seguimiento de los grupos de monos. No obstante, se logró llevar a cabo, una muestra de especies vegetales que se encontraron en el relicto boscoso por medio de recolección de muestras y fotografías, junto con el apoyo de personal botánico de la Universidad del Quindío. Estas especies se evidencian en la tabla anterior.

De acuerdo a información secundaria y con base las especies vegetales registradas en campo, se lograron evidenciar seis especies más representativas de las cuáles los individuos utilizaban para alimentarse dentro del relicto, aprovechando diferentes partes de estas (brotes, flor, semillas, y pericarpio) no fue posible evaluar las preferencias de dieta de las distintas plantas o tiempos de alimentación invertidos en cada una, pero si se logró distinguir el aprovechamiento de siguientes partes aprovechadas por las plantas, presentándose en la tabla a continuación:

**TABLA 10. ESPECIES VEGETALES MÁS CONSUMIDAS**

Especies vegetales registradas	Nombre científico	Parte consumida
Helecho Arbóreo	Cyatheaceae Sphaeropteris quindiuensis	Brotos
Arboloco	Montanoa quadrangularis	Flor
Balso Blanco	Heliocarpus popayanensis	Flor
Cordoncillo	Piper aduncum	Semillas-pericarpo
Yarumo Negro	Cecropia angustifolia	Semillas-pericarpo
Yarumo Blanco	Cecropia telenitida 6 20 s/pe Tree	Semillas-pericarpo

**Fuente: Elaboración propia**

De acuerdo con (Sánchez, Grajales, Saavedra, Mopán, Barhona, 2022) respecto a las familias de plantas más importantes en cuanto a tiempo de consumo, se destacan Moraceae, Urticaceae y Sapindaceae para el grupo de Pijao, el caso del grupo de La Tebaida, las familias más importantes fueron Fabaceae, Annonaceae y Anacardiaceae que suman más del 70% del total de la dieta. Las especies en las que el grupo de Pijao invirtió más tiempo de consumo fueron Ficus glabrata, Sorocea trophoides y Cecropia telealba. que cuenta con mayores nutrientes y suple mejor sus necesidades nutricionales por lo tanto prefiere alimentarse de frutos en lugar de las demás especies vegetales, esto a su vez, se debe a un menor gasto de energía en búsqueda de alimentos, debido a que con una buena dieta uno le proporciona todas sus necesidades nutricionales. Por otro lado, cuando estos estaban alimentándose de frutos de los cuales no consumían su semilla, arrojaban esta al suelo tal y como lo evidencian (Castaño, Cardona, Botero, 2010) en su investigación.

Por otra parte, en el artículo de, se muestra que en temporadas de lluvias altas y bajas los monos no presentan cambios significativos en su patrón de dieta, sin embargo, los porcentajes de aprovechamiento de (hojas, flores, semillas, insectos) varían según la disponibilidad de estos en sus distintos hábitats, bosque conservado, periurbano, gradual, cafetal, etc. Debido a la difícil topografía de la zona de estudio, se capturaron escasas fotografías del mono, algunas de ellas fueron tomadas mientras descansaban solitarios en la copa de los árboles, o incluso llevando a sus crías.

## CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

Se evidenció una dinámica temporal en las coberturas vegetales del paisaje periurbano, con cambios significativos en la extensión y composición de la vegetación a lo largo del tiempo. Sin embargo, la población de *A. lemurinus* ubicada en el bosque periurbano conjunto al museo del oro Quimbaya no se encuentra en el estado crítico que se creía, pues vemos que a pesar de ser un hábitat altamente intervenido, cuenta con una extensión y diversidad considerable dentro un bosque con un área de 18.4 ha, que además, es diverso en especies vegetales que son aprovechadas en su mayoría por este mono, este no presenta tener un depredador directo, y se poseen evidencias de reproducción al determinar las composiciones de los dos grupo observados, para un total de un infante por grupo, lo cual indica que actualmente cuentan con recurso suficiente para mantener su población. Sin embargo, son vulnerables frente a otros riesgos como, ataques de fauna doméstica, electrocución por cableado aéreo, y la constante pérdida de su hábitat por la expansión urbana y agrícola que se lleva a cabo en la zona. Por lo tanto, dadas las circunstancias actuales, se puede afirmar que el mono puede permanecer en la zona siempre y cuando se tomen las medidas adecuadas que garanticen la conservación del relicto boscoso que es catalogado por el mapa geográfico del POT de la ciudad de Armenia como suelo de protección, además de la concientización a la población conjunta al relicto acerca de la presencia de la especie y la importancia de su conservación al igual que su ecosistema.

Se determinó con éxito la composición poblacional de dos grupos de *A. lemurinus*, evidenciando la presencia de una estructura social estable, así como la reproducción activa de la especie. El grupo 1 compuesto por dos adultos (Macho y hembra respectivamente, padres del infante) y un infante, aún bajo cuidado parental; y un grupo 2 conformado por dos adultos, un sub adulto, y un infante (Dos padres macho y hembra respectivamente, junto con dos crías, sexo sin identificar, se puede decir que el sub adulto no ha sido expulsado del grupo debido a disponibilidad de recurso y poca competencia con el grupo familiar); suceso que no resalta la importancia de conservar y gestionar adecuadamente estos hábitats fragmentados para garantizar la viabilidad a largo plazo de la población.

No se logró establecer la composición de la dieta alimentaria de los grupos, no obstante, se obtuvo que la zona de alimentación abarca la zona céntrica del parche de bosque, cerca al guadal de la cancha sintética Bernabéu. Como una alternativa para la conservación, se recomienda llevar a cabo puentes levadizos que sirvan como corredor biológico a la especie, así lograr diversificar los recursos y aprovechar los parques de bosques próximos a la zona de estudio. Sin embargo, esta medida no es tomada como prioridad, ya que debe primar la conservación de los parches de bosque urbanos ante cualquier otra opción.

La expansión urbana y agrícola podría tener un impacto considerable en el área de estudio y boscosas. La extensión agrícola podría llevar a la deforestación o reducción de los relictos boscosos para dar paso a más terreno de cultivo. Esto podría explicar el aumento en el área de cultivo evidenciado en el año 2019 y la posible disminución en las áreas boscosas en el mismo periodo, también implica la conversión de áreas naturales, como bosques, en infraestructuras urbanas. La necesidad de terrenos para la construcción de edificios, carreteras u otras instalaciones urbanas podría resultar en una reducción del área boscosa, como se observa en algunos de los datos proporcionados; en cuanto al área de estudio puede cambiar las condiciones ambientales y geográficas dentro de esa área específica. Por ejemplo, la urbanización podría generar cambios en la calidad del aire, el acceso al agua, la biodiversidad y otros factores que podrían influir en el objeto de estudio dentro de esa área.

A pesar de ello, se observó que la población de *A. lemurinus* en el área de estudio muestra una relativa adaptabilidad frente a la matriz antrópica circundante, evidenciada por patrones de actividad, ausencia de depredadores directos y reproducción exitosa. Además, la disminución de áreas boscosas podría afectar la diversidad biológica y ecológica del área de estudio, lo que podría influir en la forma en que se realiza la investigación o los proyectos dentro de ese espacio. Asimismo, mediante técnicas de teledetección y análisis de índices de vegetación, se identificaron zonas potenciales de conectividad dentro del paisaje, lo cual sugiere la existencia de corredores biológicos viables para facilitar el movimiento de la especie entre diferentes áreas boscosas, esto podría facilitar el movimiento de la especie entre diferentes áreas boscosas dentro del paisaje periurbano. Se recomienda considerar estas zonas en futuras estrategias de conservación y planificación urbana.

El análisis de conectividad resalta la importancia de considerar la estructura del paisaje en las estrategias de conservación, especialmente en paisajes fragmentados como el periurbano, donde la conectividad entre hábitats puede ser crucial para la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de especies sensibles como *A. lemurinus*. De acuerdo al análisis NDVI se pudo concluir que la dependencia de una sola ruta aumenta la vulnerabilidad de la población de *A. lemurinus* y otras especies a eventos adversos, como desastres naturales o actividades humanas que puedan interrumpir o destruir el corredor biológico. Además, la falta de diversidad en las rutas de conectividad puede limitar la capacidad de adaptación de las poblaciones silvestres a cambios ambientales a largo plazo, como el cambio climático o la pérdida de hábitat. Por lo tanto, es fundamental desarrollar estrategias de conservación adicionales, como la identificación y protección de posibles rutas alternativas, la restauración de hábitats degradados y la implementación de medidas de mitigación para minimizar los riesgos asociados con la dependencia de una sola ruta de conectividad biológica.

El estudio revela que la población de *A. lemurinus* en el bosque periurbano está experimentando una serie de impactos significativos derivados de la intervención humana, la expansión urbana y agrícola en la zona de estudio. A pesar de estos desafíos, la adaptabilidad relativa de esta especie y su capacidad para mantener una estructura social estable y reproducirse activamente sugieren un alto nivel de resiliencia. Sin embargo, es crucial reconocer que la presión continua sobre su hábitat, junto con los riesgos asociados como los ataques de fauna doméstica y la pérdida de conectividad entre áreas boscosas, podrían comprometer su supervivencia a largo plazo. Por lo tanto, es imperativo implementar medidas de conservación efectivas que aborden tanto la protección directa de su hábitat como la sensibilización y educación de la comunidad local sobre la importancia de preservar estas especies y los ecosistemas que habitan.

Para garantizar la conservación de este y otros parches de bosques periurbanos que cuentan con la presencia de monos nocturnos, posiblemente aún no identificados, se recomienda tomar en cuenta el Plan de manejo para la conservación, protección y manejo sostenible de las poblaciones del mono nocturno andino *A. lemurinus* en el departamento del Quindío, tomar sentido de pertenencia frente a los ecosistemas urbanos, educar y sensibilizar a la ciudadanía para que aprendamos a cuidar y conservar nuestra fauna Urbana, mejorar la salud de nuestros ecosistemas.; por ende, la calidad de vida en las ciudades.

Es necesario continuar con estudios acerca de la ecología de esta población de *A. lemurinus*, pues si bien se tiene identificados su presencia en el relicto de bosque del museo Quimbaya, no hay información complementaria además de esta investigación acerca de la composición de los grupos, hábitos alimenticios, y estado en general, por lo que sugiere la posibilidad de que haya presencia de la especie en otros parches de bosques periurbano en la ciudad de Armenia de los cuáles aún no hay reportes. En conjunto, estas conclusiones resaltan la importancia de comprender la interacción entre la especie y su entorno en paisajes periurbanos fragmentados, así como la necesidad de implementar medidas de conservación integradas y adaptativas para garantizar la supervivencia a largo plazo de *A. lemurinus* y su hábitat en el Quindío.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Adriana María Molina, L. F. (2005). *scielo*. Obtenido de LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA PLANIFICACIÓN MUNICIPAL:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372005000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372005000200003)
- Alarcón, Pabón, J. C. (2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 6(2), 171-185.
- Alpízar, E. (2007). Vulnerabilidad de bosques ante cambio climático. *Ambientico*, 165, 28-30.
- Altmann, J. (1974). Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266.
- Andrade, Castro, G. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia.
- Aquino, Encarnación, R. (1994). *Primates of Peru/ Los primates del Perú*. . Primate Report.
- Arbeláez, Marín, Duque, Cardona, Renjifo, Gómez, E. (2011). Birds, Quindío Department, Central Andes of Colombia. *Check List*, 7(3), 227-247.
- Argohty, Jiménez, L. (2021). Evidencia de las variables ambientales y crecimiento económico (Curva de Kuznets) para el caso ecuatoriano.
- Asner, G. (2009). Tropical forest carbon assessment: integrating satellite and airborne mapping approaches. *Environmental Research Letters*, 4(3), 034009.
- Bernal, Rincón, N. (2007). Factores antrópicos asociados e interrelaciones con el estado de los ecosistemas andinos. Pp: 174-179. En: Armenteras, D. y N. Rodríguez (Eds.). 2007. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985–2005: síntesis y perspectivas. Instituto de Investigacione . *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.
- Cagnolo, Valladares, L. (2011). Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Revistas Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 20(2-3).
- Capera, S. J. (2020). Procesamiento digital de imágenes satelitales aplicado a la identificación de unidades geomorfológicas a escala 1:100.000 del departamento del Tolima. *Universidad Católica de Manizales*.
- Castaño, Cardona, Botero, J. (2010). Ecología del Mono Nocturno Andino (*Aotus lemurinus*) en Fragmentos de Bosque Subandinos de Colombia. *Primatología en Colombia: Avances al principio del milenio*, 69.
- Chow, Dawson, Glavovic, Haasnoot, Pelling, solecki, W. (2022). IPCC Sixth Assessment Report (AR6): Climate Change 2022-Impacts, Adaptation and Vulnerability: Factsheet Human Settlements. *Adaptation and Vulnerability: Factsheet Human Settlements*.
- CORANTIOQUIA. (2004). *Implementación y Coordinación de un Sistema de Monitoreo Remoto de Fauna Silvestre-Telemetría*.

- Corral, A. H. (2019). BASES TEÓRICAS QUE GUÍAN A LA PSICOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL.
- Correa, J. (2018). Análisis multitemporal de coberturas y usos del suelo: transformaciones ambientales a través del tiempo en Armenia, Quindío.
- Defler, T. R. (2003). Primates Colombianos en Peligro de Extinción. *Conservación Internacional. Serie de guías de campo tropicales* .
- Defler, T. R. (2010). Conservation of Colombian Primates: An Analysis of Published Research. *Tropical Conservation Science*, 3(1), 45-62.
- Desarrollo, M. d. (2017). *minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1912-de-2017.pdf>
- Díaz, Stevenson, Carreto, Castillo, F. (2020). *Atlas de la biodiversidad de Colombia. Primates*. Bogotá: Repositorio Institucional de Documentación Científica.
- Duque, Corley, Spence, , E. (2013). Family Aotidae (night monkeys).
- Etter, McAlpine, Possingham, A. (2008). Historical Patterns and Drivers of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. *Annals of the Association of American Geographers*.
- Fernández, Di Fiore, Carrillo, E. (2008). Behavior, Ecology, and Demography of *Aotus vociferans* in Yasuní National Park, Ecuador. *International Jouney of Pimatology*.
- Flórez, Rincon, Cardona, Alzate, G. (2017). Análisis multitemporal de las coberturas vegetales en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia. *Dyna*, 84(201), 95-101.
- Foster, P. (2001). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*, 55(1).
- Galeano, Mancera, E. (2018). Efectos de la deforestación sobre la diversidad y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados en cuatro quebradas Andinas en Colombia. *Revista de Biología Tropical*.
- Gérmán, Ríos, V. (218). Impacto ambiental del tráfico ilegal de animales silvestres en Iquitos, Perú. *Perú. Revista ECIPerú*, 15(1).
- Guneroglu, Acar, Dihkan, Karsli, Guneroglu, N. (2013). Green corridors and fragmentation in South Eastern Black Sea coastal landscape. *Ocean & Coastal Managemen*, 67-74.
- Hassan, Marjan, Sabir, A.-R. (2019). Mortality of primates due to roads and power lines in two forest patches in Bangladesh. *Zoologia (curitiba)*, 36, e33540.
- Henao, Pacheco, Arguello, Moreno, Stevenson, L. (2012). Patrones de diversidad de epífitas en bosques de tierras bajas y subandinos. *Colombia Forestal*, 15(2), 161-172.
- Henao, Stevenson, Castillo, Chacón, Defler, García, F. (2020). *Atlas de la biodiversidad de Colombia*.

- Primates*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Link, D. I. (2021). *Aotus lemurinus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021.
- Media. (14 de agosto de 2020). *Media*. Obtenido de Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible : <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/1.%20Materia%20org%C3%A1nica%20y%20actividad%20biol%C3%B3gica.pdf>
- Miraglia, Caloni, Buzai, M. (2011). Sistemas de Información Geográfica en la investigación científica actual. *Universidad Nacional de General Sarmiento*.
- Molina, J. (2019). Análisis de fragmentación y herramientas de manejo del paisaje en el Corredor Biológico La Unión, Honduras. *Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana*.
- Montilla, Cepeda, Bustamante, S. (2017). Distribución del Mono Nocturno Andino *Aotus lemurinus* en el departamento del Quindío, Colombia. *Mammalogy Notes*, 4 (2), 6-10.
- Montilla, Ríos, Mantilla, S. (2020). Eventos de electrocución de *Aotus lemurinus* (Primates: Aotidae) en los Andes Centrales de Colombia. *Mammalogy Notes*, 6(2), 183-183.
- ONU. (2016). *VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES: POR QUÉ ES IMPORTANTE*. Organización de las Naciones Unidas .
- Parra, L. (2018). *Evaluación de la efectividad de manejo de las áreas protegidas del sistema departamental de Áreas protegidas -SIDAP Quindío*. UCI BIBLIOTECA.
- Pereira, Dias, Castro, Landi, Melo, A. (2020). Electrocutions in free-living black-tufted marmosets (*Callithrix penicillata*) in anthropogenic environments in the Federal District and surrounding areas, Brazil. *Primates*, 61, 321-329.
- Perez, C. (agosto de 2015). Obtenido de ¿Cómo podemos contribuir con la Sostenibilidad?: <https://www.eoi.es/blogs/cristinaperez1/2012/04/30/%C2%BFcomo-podemos-contribuir-con-la-sostenibilidad/>
- Quijao, M. (2016). ANÁLISIS DEL ÍNDICE DEL ESTADO ACTUAL DE LAS COBERTURAS VEGETALES.
- Ramos, Zapata, Cristallini, Introcaso, V. (2004). The Andean Thrust SystemmdashLatitudinal Variations in Structural Styles and Orogenic Shortening. *The AAPG/Datapages Combined Publications Database*.
- RIA.SAUMELL. (2005). Obtenido de RIA.: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86434306.pdf>
- Rodríguez, Pabón, Bernal, Martínez, N. (2010). *Cambio climático y su relación*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, Rincón, Armenteras, Mendoza, et al, N. (2008). Corredor nororiental de robles: indicadores de estado de la biodiversidad, factores antrópicos asociados y ·reas prioritarias de conservación. *Repositorio Institucional de Documentación Científica*.

- Rodríguez, Rincón, Armenteras, Mendoza, Umaña, N. (2007). Corredor nororiental de robles: indicadores de estado de la biodiversidad, factores antrópicos asociados y áreas prioritarias de conservación. *Repositorio Institucional de Documentación Científica*.
- Romero, García, Tabares, C. (2015). Telemetría para estudio de población biológica en sistemas subterráneos.
- Rotundo, Sackett, M. (2002). The relative importance of task, citizenship, and counterproductive performance to global ratings of job performance: A policy-capturing approach. *Journal of applied psychology*, 87(1), 66.
- RUNAP. (2024). *Registro Único Nacional de Áreas Protegidas*. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Rural, M. d. (2022). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Resolución 0126 de 2022: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%20NO.%20000126%20DE%202022.pdf>
- SADRA. (2019). *Informe de Ejecución Avance en la Ejecución del Plan de Acción Cuatrienal 2016-2019 Quindío Verde un Plan Ambiental Para La Paz*. Armenia: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO.
- Salcedo, S. (2014). Obtenido de FAO : <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- Salud, M. d. (2014). Obtenido de Resolución 0770 de 2014: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1382-de-2013.pdf>
- Sánchez, Grajales, Saavedra, Mopán, Barhona, L. (2022). *Plan de Manejo Para la Conservación, Protección y Manejo Sostenible de las poblaciones del Mono Nocturno Andino en el Departamento del Quindío*. Armenia: CRQ, Universidad del Quindío.
- Schenider, Sampaio, H. (2015). The systematics and evolution of New World primates - A review. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82, 348-35.
- Segrelles, J. A. (2018). La desigualdad en el reparto de la tierra en Colombia: Obstáculo principal para una paz duradera y democrática.
- social, M. d. (2013). *Res 1328 de 2013*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1382-de-2013.pdf>
- Sostenible, M. d. (2017). Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible : <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1912-de-2017.pdf>
- Suarez, C. F. (2016). Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"*.

Tirinia, D. G. (2022). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. 3(1), 45-62.

Tovar, H. (2022). *Actualidad* . Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842016000200003&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842016000200003&script=sci_abstract&tlng=es)

UPRA. (2019). *Mercado de Productos Agropecuarios*.



**Universidad<sup>®</sup>  
Católica  
de Manizales**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia  
de la Congregación*



**Hermanas de la Caridad  
Dominicas de La Presentación  
de la Santísima Virgen**

**Universidad Católica de Manizales**  
*Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia*  
PBX (6)8 93 30 50 - [www.ucm.edu.co](http://www.ucm.edu.co)