

**Análisis Preliminar para la Priorización de áreas de conservación, con base en la  
distribución de *Puma concolor* en el municipio de Cubarral, Meta**

**Fabio Peña Campos y Lina María Ávila Zapata**

**Universidad Santo Tomás**

**Facultad de Ciencias y Tecnologías**

**Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**Bogotá, DC**

**2020**

**Análisis Preliminar para la Priorización de áreas de conservación, con base en la  
distribución de *Puma concolor* en el municipio de Cubarral, Meta**

**Fabio Peña Campos y Lina María Ávila Zapata**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Especialista en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**Tutor:**

**Julio Alberto González Acosta.**

**Biol., Esp. MSc.**

**Universidad Santo Tomás**

**Facultad de Ciencias y Tecnologías**

**Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**Bogotá, DC**

**2020**

## Contenido

Pág.

<b>Resumen .....</b>	<b>8</b>
<b>introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>planteamiento del problema.....</b>	<b>11</b>
<b>justificación.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Objetivos .....</b>	<b>17</b>
1.1. Objetivo general.....	17
1.2. Objetivos específicos .....	17
<b>2. Marco conceptual.....</b>	<b>18</b>
<b>3. Métodos .....</b>	<b>25</b>
3.1. Descripción del área de estudio .....	25
3.2. Diseño metodológico .....	26
Obtención de insumos.....	26
Delimitación de las áreas de bosque en el área de estudio.....	27
Cálculo de las métricas de los fragmentos de bosque.....	27
Área. ....	28
Shape. ....	28
Core area. ....	28
Selección preliminar de fragmentos de bosque.....	29

Definición de los criterios y categorización los fragmentos de bosque en alta y baja intervención.....	30
Diseño del protocolo para la determinación de distribución potencial de <i>p. Concolor</i> ...	31
<b>4. Resultados .....</b>	<b>32</b>
4.1. Categorización de los bosques de alta, media y baja intervención .....	32
4.2. Priorización de bosques de baja y alta intervención .....	36
Limitación en los recursos: .....	38
Limitación en la dispersión: .....	39
4.3. Protocolo para determinar la distribución potencial del <i>puma concolor</i> .....	41
Protocolo para establecer el diseño de muestreo.....	41
Características relevantes en el tiempo de muestreo.....	43
Protocolo para la determinación y caracterización de especímenes .....	44
Determinación del uso de hábitat .....	44
Determinación de hábitos alimenticios.....	45
Proceso de identificación de presas.....	45
Características ecológicas .....	45
Protocolo para el procesamiento de datos .....	46
Elaboración geodatabase .....	46
Construcción de variables eco-geográficas .....	46
<b>5. Cronograma.....</b>	<b>48</b>
<b>6. Componente presupuestal .....</b>	<b>49</b>

<b>7. Conclusiones .....</b>	<b>50</b>
<b>8. Recomendaciones .....</b>	<b>51</b>
<b>bibliografía.....</b>	<b>52</b>

**Listado de tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 <i>Frontera agrícola</i> .....	20
Tabla 2 <i>Número de intervalos de clase según Sturges para cada criterio y su amplitud</i> .....	30
Tabla 3 <i>Agrupación tipos de intervención</i> .....	31
Tabla 4 <i>Criterios de intervención y categorización</i> .....	33
Tabla 5 <i>Características de los fragmentos priorizados</i> .....	37
Tabla 6. <i>Cronograma de actividades para la toma de datos durante la salida de campo.</i> .....	42

**Listado de figuras**

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1</i> Frontera agrícola en el área de estudio.....	21
<i>Figura 2</i> Localización general del área de estudio .....	26
<i>Figura 3</i> Categorización de fragmentos de bosque de acuerdo con los niveles de intervención alta y baja .....	36
<i>Figura 4</i> Fragmentos de bosque priorizados.....	37

### **Resumen**

El municipio de Cubarral hace parte de tres cuencas importantes del departamento del Meta y es por esta razón que se ha catalogado como uno de los municipios más importantes de esta zona en lo referente a recursos hídricos y la biodiversidad asociada a este tipo de ecosistemas, sin embargo, las zonas rurales han sido expuestas a procesos de fragmentación de bosques por el desarrollo de actividades agropecuarias ambientalmente no sostenibles. A partir de estas condiciones, surge el interés de hacer un análisis preliminar de cuatro fragmentos de bosque que puedan ser priorización para conservación basados en la distribución potencial del *Puma concolor*. Se llevó a cabo el análisis de una imagen satelital del año 2020, para la selección de los 4 fragmentos a evaluar; la elaboración de un protocolo de campo de la técnica de fototrampeo y de análisis de datos a través de un análisis factorial de nicho ecológico (AFNE). Se encontró que la fragmentación es diferencial, por distribución e intensidad de los usos de la tierra. Los bosques de galería presentan mayor cobertura y continuidad, mientras que las zonas de llanura la vegetación remanente se localiza solo en los márgenes de ríos.

*Palabras Claves: Puma concolor, Bosque fragmentado, conservación, fototrampeo.*

## Introducción

San Luis de Cubarral es un municipio ubicado en el departamento del Meta que hace parte de la región de la Orinoquía, la cual tiene variedad de ecosistemas que le brindan refugio a la fauna, como las altillanuras, llanuras inundables, bosques de galería y sistemas de piedemonte entre otros. Estos ecosistemas, han sido fuertemente intervenidos por actividades de aprovechamiento como la ganadería, caza de fauna silvestre, explotación petrolera, agricultura y tala de bosques, lo que ha afectado fuertemente el hábitat de las especies que se encuentran en la región (Trujillo, Antelo y Usma, 2016).

En el municipio de Cubarral se han formulado y adoptado tres Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) debido a la riqueza hídrica de la zona, esta condición actual ha generado la proliferación de la biodiversidad, sin embargo, el uso extensivo del recurso hídrico ha repercutido en las poblaciones de fauna silvestre especialmente en los felinos, y los planes de conservación del municipio no han sido orientados hacia esta problemática (CORMACARENA, 2020).

En esta área geográfica no se han publicado estudios sobre priorización de áreas para la conservación basados en las respuestas de la fauna a la fragmentación de bosque, es por esto que, este trabajo pretende proponer un protocolo para determinar la distribución potencial del *P. concolor* en parches de bosque fragmentado entre 500 y 1000 m.s.n.m. con alta y baja intervención, y así proponer las áreas priorizadas de Bosque fragmentado en el polígono seleccionado a través de análisis de una imagen satelital del año 2020; posterior a esto, seleccionar 4 áreas de bosque fragmentado de alta y baja intervención de las priorizadas en el análisis de imágenes satelitales y finalmente, describir el protocolo para identificar la distribución del *P. concolor* en el área de estudio. Se espera que los resultados de este estudio,

puedan ser utilizados como insumo para la priorización de áreas de conservación y en la posterior creación de corredores ecológicos y modelos de conectividad en la región.

### Planteamiento del problema

La fragmentación de bosque ocasiona pérdida de hábitat generando un efecto de aislamiento que reduce la conectividad entre los parches, y a su vez aumenta el efecto borde disminuyendo el área núcleo, influyendo negativamente en los desplazamientos de los organismos, lo que limita el área de forrajeo y la disponibilidad de refugios (Thornton, Branch & Sunkist, 2011). La pérdida de hábitat tiene un efecto diferencial en las especies de mamíferos (Rocha, Brito, Silva, Bernardo, & Juen, 2018), en lo que concierne a los grandes mamíferos afecta su riqueza proporcionalmente a la disminución de hábitat.

En algunos casos la reducción del hábitat de los mamíferos puede propiciar que especies en peligro lleguen a extinguirse localmente en algunas zonas (Crooks *et al.* 2017); este planteamiento responde de manera más contundente cuando se trata de especies que tienen un amplio rango de acción, como es el caso de la especie de interés para este estudio (*P. concolor*), ya que, la conectividad entre parche es un factor determinante, haciendo que sea importante la evaluación del efecto de la fragmentación sobre la distribución de las comunidades de felinos (Presley, Cisneros, Klingbeil y Willig, 2019).

Se han registrado dentro del área de estudio, especies que son de interés para la conservación, como el perro venadero (*Speothos venaticus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el maragay (*Leopardus wiedii*) y el puma (*Puma concolor*) y son sensibles a los cambios del paisaje (Pardo, Campbell, Edwards, Clements, & Laurance, 2018). Por tal razón, se seleccionó esta última y se pretende proponer un protocolo para determinar su distribución en parches de bosque fragmentado entre 500 y 1000 m.s.n.m. con alta y baja intervención, en el municipio de Cubarral, Meta.

*P. concolor* es una especie sombrilla en procesos de restauración y conservación de bosques fragmentado y esta es la razón por la que fue seleccionado para el análisis de este documento. En su mayoría habita en bosques primarios, pero se puede adaptar a zonas alteradas (Sunquist & Sunquist, 2002). Evita las zonas con poblaciones humanas. Se encuentra en el apéndice I de CITES y está clasificado como casi amenazado (NT) según el libro rojo de mamíferos de Colombia.

Además, el puma (*Puma concolor*) es un depredador tope, siendo el responsable, en gran medida, de la estructura de los ecosistemas donde habita. Sus efectos no solo se notan en la abundancia y el comportamiento de sus presas, sino que pueden amplificarse a través de las cadenas o tramas tróficas afectando los patrones de biodiversidad (Di Bitetti, 2008), tiene una gran distribución en el Neotrópico, asociado con diferentes ecosistemas desde el nivel del mar hasta la alta montaña (Vargas, 2017).

A pesar de ser una especie sombrilla que suele observarse en ecosistemas conservados, también ha sido reportado en plantaciones forestales, en matrices agrícolas con ecosistemas naturales e incluso en bosques de zonas periurbanas (Arias-Alzate et al. 2015, Pardo y Payán 2015, Pardo et al. 2016).

Su flexibilidad ecológica, se debe en algunos casos a la pérdida de hábitat debido a la ampliación de la frontera agrícola y la cacería (González-Maya et al. 2013) y por tanto su conservación en el país se ve amenazada, sin embargo, es poco lo que se conoce sobre su distribución en paisajes transformados en Colombia.

En el departamento del Meta ha sido reportado en los municipios de: San Carlos de Guaroa, San Martín de los Llanos, Puerto López, Puerto Gaitán, El Castillo y Cubarral en los últimos 9 años.

Teniendo en cuenta que el Bosque fragmentado para este estudio, comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural y la tolerancia limitada de la especie a este tipo de espacios se hace necesario proponer estudios que incluyan información relevante para propender a la conservación de los parches resultantes de la intervención y así generar hábitats propicios para el correcto desarrollo del Puma y sus especies asociadas, generando nichos ecológicos en la región.

### **Justificación**

La biodiversidad sus usos sostenibles, su conservación y protección son de interés general e involucra directamente a las personas que pueden acceder a los territorios que la contienen, y es por esto que, analizar y comprender las relaciones entre todos los entes faunísticos y florísticos que la componen garantiza posibilidades de acción para involucrarse en sus dinámicas de una forma sustentable (Rincón-Ruíz *et al.* 2014).

En Colombia la tasa anual de deforestación para el 2015, según IDEAM (2015), es de 124.035 Ha. afectadas, solamente para el departamento del Meta la tasa de deforestación es de 15.369 Ha., representando un 12 % de la tasa de deforestación para el país y siendo el 3er departamento con más deforestación. La potrerización, incendios forestales, minería ilegal y cultivos de uso ilícito, son los principales factores que afectan a los bosques del país. Para el primer semestre de 2016 se deforestaron 12.548 Ha. en todo el departamento del Meta (IDEAM, 2016).

La relación entre la transformación de las coberturas de la tierra, la conservación de la biodiversidad y la actividad agropecuaria principalmente, encargada de la producción de alimentos para la población humana, es una interacción compleja sustentada en el uso sostenible de los recursos naturales y de la cual depende la oferta de servicios ecosistémicos a nivel local y regional (Vergara *et al.* 2019). Los mamíferos son un buen indicador de calidad o cambio de ecosistemas, por la diversidad y complejidad de los nichos ecológicos que frecuentan, convirtiéndolos en fuente adecuada para evaluar el efecto ecológico de los cambios en la conformación del hábitat a escala del paisaje (Pardo *et al.* 2018).

Una forma de acercamiento remoto para comprender estas dinámicas y relaciones es evaluar el grado de fragmentación y conectividad de las coberturas boscosas presentes en una

determinada área, a través de las respuestas que puede presentar la fauna. Esta evaluación ofrece un marco de análisis para reconocer trayectorias de la biodiversidad a escala de paisaje, y los posibles motores de cambio (Rincón-Ruiz *et al.* 2014).

Cubarral hace parte de tres cuencas hidrográficas importantes: la cuenca del río Ariari, la cuenca del río Humadea y la cuenca del río Guamal, siendo la unidad del territorio que suplente las necesidades humanas a través de la oferta de recursos naturales (CORMACARENA, 2020).

A pesar de lo anterior, el municipio tiene una vocación agrícola y pecuaria (CORMACARENA, 2020), evidenciando que no ha sido explorado ni explotado su alto potencial biológico, que podría orientarse hacia acciones que promuevan la conservación y el pago por servicios ecosistémicos generando un cambio en el modelo económico rural.

Los paisajes naturales están sometidos a transformaciones de distintas magnitudes espaciales y temporales. Desde una escala temporal amplia, los procesos ligados a la transformación geomorfológica transforman el paisaje en escalas de tiempo prolongadas, mientras que los procesos que modifican las coberturas pueden corresponder a factores de perturbación natural que actúan tanto rápida como lentamente o a perturbaciones generadas por actividades humanas (Vergara, Ciontescu, & Barrera, 2019).

Por esta razón, es importante señalar que los esfuerzos en conservación con respecto al futuro de la biodiversidad dependen en gran parte del manejo de las áreas destinadas para las actividades agropecuarias, ya que es uno de los principales motores que conllevan a la pérdida de la biodiversidad. Reconocer la cobertura natural boscosa, como un ecosistema frágil del piedemonte Orinocense que da soporte a una gran cantidad de biodiversidad, es un avance en la comprensión del cambio a nivel de paisaje que viene ocurriendo principalmente por actividades productivas (Vergara *et al.* 2019).

Este estudio constituye una herramienta de gran importancia para la toma de decisiones en la protección de cuencas hidrográficas y se espera que sirva como insumo en las acciones de actualización del POMCA Rio Alto Ariari en la fase de diagnóstico ambiental, ampliando conceptos biológicos, y en la fase de zonificación ambiental, como posibles áreas de reserva por su potencial en restauración ecológica y corredores biológicos (CORMACARENA, 2019).

A pesar de la sensibilidad que presenta la mastofauna a la pérdida de hábitat y la gran cantidad de presiones que sufren en los llanos orientales, se han realizado pocos trabajos relacionados con este grupo de especies que den respuesta a la fragmentación de bosque (Pardo *et al.* 2018). De los estudios realizados para la zona, se documentaron dos que han evaluado el efecto de la intervención del hábitat sobre la diversidad de mamíferos (Pardo *et al.* 2018).

Por lo anterior, este documento busca ser una guía para posteriores modelos pilotos para la implementación de un plan de conservación del *Puma concolor* como especie bandera en el departamento del Meta y que este sea incluido y tenido en cuenta en la formulación de los PBOT y POMCAS del área, ya que la riqueza biológica del municipio lo posiciona como una zona con potencial de conservación y una orientación hacia los servicios ecosistémicos.

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo general

Realizar un análisis preliminar de fragmentos de bosque para priorizar las áreas de conservación con base en la distribución potencial de la especie *Puma concolor*, en el municipio de Cubarral, Meta, entre los 500 y los 1000 m.s.n.m.

### 1.2. Objetivos específicos

- Identificar las áreas de bosque fragmentado en el municipio de Cubarral, con base en una imagen satelital del año 2020 del área de estudio.
- Priorizar 4 áreas de bosque fragmentado de alta y baja intervención de las identificadas en el análisis de imágenes satelitales.
- Proponer un protocolo para determinar la distribución potencial del *P. concolor* en las áreas priorizadas.

## 2. Marco conceptual

San Luis de Cubarral es un municipio ubicado en el departamento del Meta que hace parte de la región de la Orinoquía, la cual tiene variedad de ecosistemas que le brindan refugio a la fauna, como las altillanuras, llanuras inundables, bosques de galería y sistemas de piedemonte entre otros. Estos ecosistemas han sido fuertemente intervenidos por actividades de aprovechamiento como la ganadería, caza de fauna silvestre, explotación petrolera, agricultura y tala de bosques, lo que ha afectado fuertemente el hábitat de las especies que se encuentran en la región (Trujillo *et al.* 2016).

Cubarral hace parte de tres cuencas hidrográficas importantes: la cuenca del río Ariari, la cuenca del río Humadea y la cuenca del río Guamal, siendo la unidad del territorio que suplende las necesidades humanas a través de la oferta de recursos naturales (CORMACARENA, 2020).

Los POMCAS Guamal-Humadea y Alto Ariari abarcan la mayoría de la zona de estudio, en los que se destacan dos categorías de ordenación, áreas para la *conservación y protección ambiental* y áreas para el *uso múltiple* (CORMACARENA, 2019; CORMACARENA, 2014).

Las Áreas para la conservación y protección ambiental incluyen las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal. Dentro de la categoría de conservación y protección, se encuentran las zonas de uso y manejo definidas como las áreas protegidas del SINAP, áreas para protección y restauración. Las áreas delimitadas por el SINAP tienen los propósitos de a) asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica; b) garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano; c) garantizar la permanencia del medio natural, o de algunos de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la

valoración social de la naturaleza (MADS, 2014). Dentro de esta ordenación se encuentran las categorías de:

**Restauración ecológica:** Es el proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, mediante estudios sobre estructura, composición y funcionamiento del ecosistema degradado y de un ecosistema de referencia que brinde información del estado al cual se quiere alcanzar o del estado previo al disturbio, que servirá de modelo para planear un proyecto (MADS, 2014).

**Rehabilitación:** no implica llegar a un estado original y se enfoca en el restablecimiento de manera parcial de elementos estructurales o funcionales del ecosistema deteriorado, así como de la productividad y los servicios que provee el ecosistema, a través de la aplicación de técnicas. Tiene por objeto reparar la productividad o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales (MADS, 2014).

En cuanto a las Áreas para el uso múltiple se encuentran lugares en donde se realizará la producción sostenible. Las zonas y subzonas de manejo además de incluir información de capacidad de uso de la tierra tienen en cuenta los indicadores planteados en los subcomponentes físico, biótico, socioeconómico y las leyes, decretos y normativa vigente establecida en el país. Entre estas están:

**Recuperación y conservación:** tiene como objetivo retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de servicios diferentes a los del ecosistema original. Consiste en reemplazar un ecosistema degradado por otro productivo, sin propender por el estado del ecosistema original (MADS, 2014).

### Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos

**naturales:** Corresponden a aquellas áreas, cuyo uso agrícola, pecuario y forestal resulta sostenible, bajo el criterio de no sobrepasar la oferta de los recursos, dando orientaciones técnicas para la reglamentación y manejo responsable y sostenible de los recursos suelo, agua y biodiversidad que definen y condicionan el desarrollo de estas actividades (MADS, 2014).

Al interior del área de estudio se encuentran áreas de bosque y áreas para la producción agropecuaria generando una frontera agrícola, definida como “*el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley*” (Resolución N° 261, 2018).

Esta definición se realizó con el propósito de orientar la formulación de política pública y focalizar la gestión e inversiones del sector agropecuario y de desarrollo rural, además de contribuir a estabilizar y disminuir la pérdida de ecosistemas de importancia ambiental (Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural-MADR & Unidad de Planificación Rural Agropecuaria-UPRA, 2018). En este sentido, el MADR y la UPRA identificaron la frontera agrícola en Colombia, a escala 1:100.000, a partir de lo cual se extrajo la información para el área de estudio, obteniendo que el 72.12% de esta se encuentra en la categoría frontera agrícola nacional, mientras que el 26.35 y 1.52 % pertenecen a las categorías bosques naturales y áreas no agropecuarias y exclusiones legales respectivamente (ver Tabla 2).

Tabla 1 *Frontera agrícola*

Categoría	Área (ha)	Área (%)
Bosques naturales y áreas no agropecuarias	7,222.51	26.35
Exclusiones legales	415.47	1.52
Frontera agrícola nacional	19,769.98	72.13
<b>Total</b>	<b>27,407.96</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia basada en el mapa de frontera agrícola nacional (UPRA, 2019)

En la Figura 1 se observa que la mayor parte del área de estudio se encuentra en la categoría frontera agrícola nacional y que se encuentran dispersos polígonos de bosques naturales y áreas no agropecuarias, en mínima proporción se identifican zonas correspondientes a exclusiones legales.

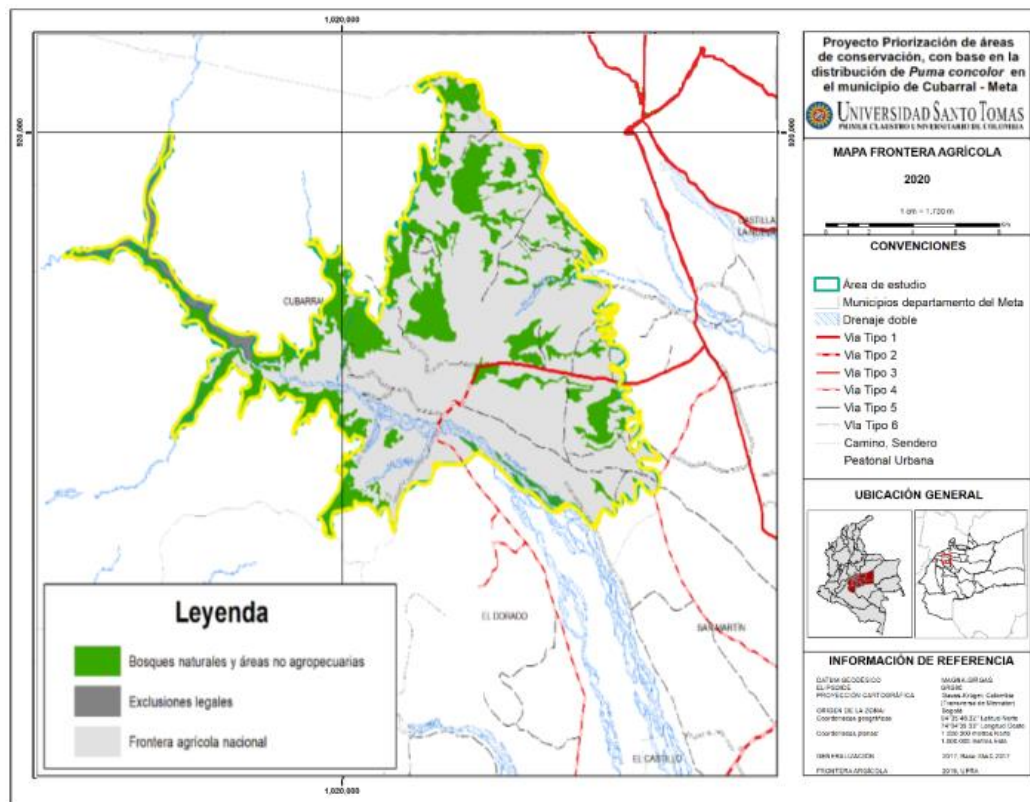


Figura 1 Frontera agrícola en el área de estudio

Fuente: elaboración propia (2020).

Basada en el mapa de frontera agrícola nacional (UPRA, 2019)

Estas presiones agrícolas, pecuarias y extractivas evidenciadas en la Figura 1 hacen que las áreas propuestas en este estudio sean priorizadas en este documento, teniendo en cuenta que las poblaciones faunísticas aún existentes asociadas a la especie *P. concolor* podrían extinguirse localmente; y, la urgencia de generar planes de conservación en estos fragmentos que a la fecha no han tenido procesos de tala o potrerización total.

**Áreas urbanas:** Son lugares definidos en el artículo 31 de la Ley 388 de 1997, que requieren ser delimitados con base en la cartografía del IGAC incluyendo los límites de polígonos urbanos establecidos por los respectivos Planes de Ordenamiento Territorial (MADS, 2014).

El ser humano ha sido un importante agente modificador del medio, a través del desarrollo de diversas actividades socioeconómicas como la agricultura, la ganadería, la industrialización y los procesos de urbanización. Esto ha originado una serie de paisajes naturales alterados que se caracteriza por la fragmentación de hábitats, dentro de los cuales se encuentra el bosque fragmentado. Dicho fenómeno es una de las principales causas de la actual pérdida de biodiversidad en el planeta (Gurrutxaga y Lozano, 2010). La fragmentación se manifiesta principalmente en una reducción del área total de hábitat disponible, así como en el aislamiento de los fragmentos resultantes (Guariguata y Kattan, 2002).

Según Fahrig, (2017), la fragmentación en los parches de bosque per se no necesariamente implica efectos negativos sobre el número de especies, en algunos casos y reconociendo características intrínsecas de cada especie, la riqueza de especies puede ser mayor en hábitats fragmentados. Aunque un hábitat esté fragmentado, no significa que no pueda mantener comunidades sanas. Para una visión más integral de la fragmentación, se debe dar más relevancia a la cantidad de hábitat y conectividad entre parches. En algunos casos la fragmentación implica pérdida de hábitat, también, propicia el incremento de nuevos hábitats promoviendo la llegada de especies pioneras, de bosques perturbados que llegan a aprovechar los nuevos recursos disponibles (Andrén, 1994; Palmeirnm, Figueiredo, Grelle, Carbone & Viera, 2019).

Rocha *et al.* (2018), encontraron que la pérdida de hábitat tenía un efecto diferencial entre los mamíferos, en donde los grandes mamíferos disminuyen su riqueza con la disminución de

hábitat, mientras que los mamíferos pequeños no mostraron cambios significativos en la escala evaluada.

En algunos casos cuando hay pérdida del hábitat se genera un efecto de aislamiento que reduce la conectividad entre los parches afectando los desplazamientos para alimentarse, refugiarse, reproducirse o dispersarse, lo que puede implicar un deterioro de las poblaciones (Gurrutxaga & Lozano-Valencia, 2006). Sin embargo, la fragmentación no necesariamente involucra un efecto negativo sobre la diversidad de especies, la suma de pérdida de hábitat y de conectividad puede propiciar que especies en peligro lleguen incluso a extinguirse localmente en algunas zonas (Crooks *et al.* 2017), este planteamiento es aún más preocupante para especies que tienen un amplio rango de acción pues en este tipo de mamíferos la conectividad entre parche cobra una mayor importancia.

La intervención por motores de cambio en la región ha provocado pérdida de hábitat y reducción del tamaño de los parches disponibles, lo que se ve reflejado en el deterioro de la conectividad ecológica, afectando la dinámica poblacional de varias especies de mamíferos y los servicios ecosistémicos en los que están relacionados (Gurrutxaga & Lozano-Valencia, 2006). A pesar de lo anterior, la respuesta de los mamíferos a las presiones negativas puede ser variada y está condicionada con aspectos ecológicos de cada especie, y su historia de vida, como el rango de acción, dieta o tamaño corporal (Andrén, 1994; Rodríguez-Maechea *et al.* 2006).

Sobre la mastofauna de la región se han hecho inventarios y estudios de impacto ambiental, sin embargo, estos últimos son de difícil acceso y en algunos casos la información no es confiable (Pérez *et al.* 2009). Dentro de los mamíferos presentes en la Orinoquia, se encuentran varias especies que son de interés para la conservación, como *Speothos venaticus*, *Leopardus*

*pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Puma concolor* y *Myrmecophaga tridactyla*, entre otras; las cuales tienen algún grado de amenaza.

Para este estudio se evaluará al *P. concolor*, que es una “especie de hábitos solitarios, se alimenta de mamíferos medianos y grandes, por el tipo de presas que consume requiere territorios grandes” (Sunquist & Sunquist, 2002, p.13).

El puma tiene una amplia distribución y tipos de hábitats desde bosques hasta tierras bajas y desiertos montanos. Varios estudios han demostrado que esta especie prefiere el hábitat con coberturas vegetales conservadas; aunque *P. concolor* puede vivir en hábitats muy abiertos con solo un mínimo de cobertura vegetal (Nowell & Jackson 1996).

“*El área en la que un animal vive y se mueve periódicamente esta entre 32 y 1,031 km<sup>2</sup>*” (Novak, 1987, p.7), sin embargo, “puede establecerse en pequeñas áreas donde la densidad de presas es alta y las presas no son migratorias” (Sunquist & Sunquist, 2002, p.15).

### 3. Métodos

#### 3.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra delimitada entre las cotas 500 y 1000 msnm del municipio de Cubarral. Se encuentra ubicada en la provincia biogeográfica Norandina, distrito de bosques subandinos, cordillera Oriental, vertiente Oriental, la condición de los biomas de esta provincia biogeográfica actualmente evidencia un 35 % de ecosistemas naturales, un 25 % de seminaturales y un 40 % de transformados y hace parte de la cuenca media del Río Aríari (Latorre, Rodríguez, Corredor & Arias, 2014).

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), en el área de estudio se encuentran dos tipos de formaciones vegetales; bosque húmedo tropical (bhT) y en una pequeña proporción bosque muy húmedo tropical (bmh-T). En general, y de acuerdo con las condiciones biofísicas mencionadas, se concibe esta región como un atractivo para el desarrollo agroindustrial, lo que hace que sea difícil establecer pautas para su ordenación y manejo debido a la gran confluencia de actores y sectores productivos, donde las coberturas vegetales naturales se ha visto seriamente comprometidas, particularmente en la cuenca media y baja del río Ariari (Ver Figura 2).

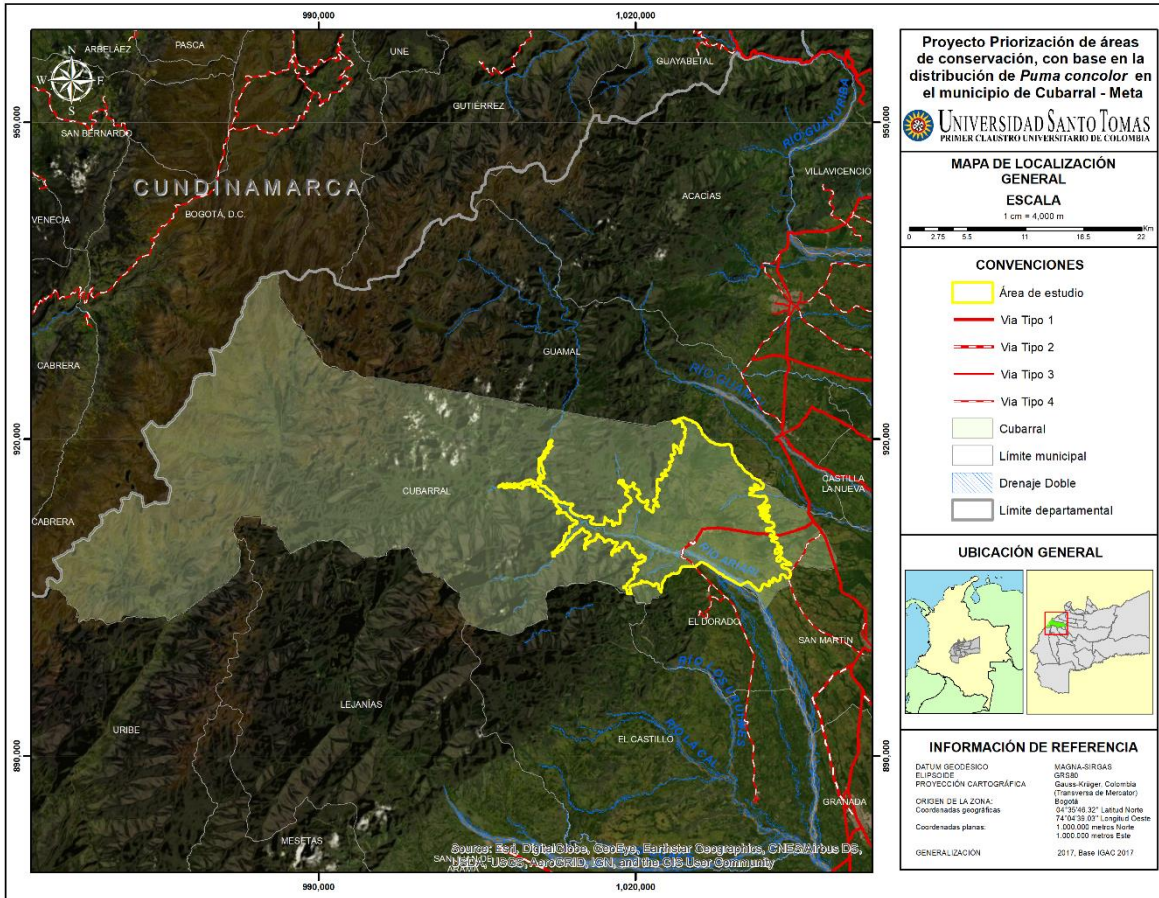


Figura 2 Localización general del área de estudio

Fuente: Elaboración propia (2020)

### 3.2. Diseño metodológico

#### Obtención de insumos.

Los fragmentos de bosque fueron delimitados a partir del uso de la herramienta web EarthExplorer – USGS desarrollada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), donde se buscó y descargó una imagen satelital que cumplieran con tres criterios: abarcar el área de estudio, porcentaje de nubes presentes menor al 10% y con fecha del año 2020, de esta manera se usó la imagen:

L1C\_T18NXK\_A014923\_20200114T152633

A partir de lo anterior, se procedió a realizar la combinación de bandas satelitales en el Software ArcGis 10.7, con la herramienta del ArcToolbox Composite Bands, se realizaron dos combinaciones, la primera falso color infrarrojo RGB bandas 8, 4, 3 ya que resalta la vegetación y se logra una resolución espacial de 10 m que permite delimitar polígonos a una escala de 1:15.000 con un área mínima cartografiable de 0.5 ha, finalmente se generó una segunda combinación denominada Análisis de vegetación RGB bandas 11, 8A y 4 con el fin de apoyar la definición visual de las áreas de bosque con mayor certeza.

#### **Delimitación de las áreas de bosque en el área de estudio.**

A partir de las combinaciones de las bandas espectrales de la imagen satelital, se procedió a delimitar las áreas de bosque presentes al año 2020. Se crearon polígonos mayores a 0.5 ha, ya que las imágenes satelitales Sentinel 2A permiten ese nivel de detalle, por tanto, la delimitación de las áreas de bosque se realizó a una escala de 1:10.000 en formato shapefile nativo del software ArcGis 10.7.

#### **Cálculo de las métricas de los fragmentos de bosque.**

El shapefile de bosques se convirtió a formato ráster en el software ArcGis 10.7 con la herramienta Feature to raster teniendo en cuenta un tamaño de celda de 4 acorde a la escala trabajada (tamaño de celda: escala x 0,0254 / 96). Con el ráster, se procedió a calcular las métricas de los fragmentos de bosque mediante el uso del software FRAGSTATS versión 4.2 (McGarigal *et al.* 2002). Las métricas calculadas correspondieron a:

***Área.***

Patch Area (AREA): área de cada parche en hectáreas. Un factor fundamental al considerar las posibilidades de conservar especies típicas de bosque interior es el tamaño de los fragmentos que conforman el paisaje interior (Forman y Godron, 1981).

***Shape.***

Shape Index (SHAPE): es igual al perímetro del parche (dado en número de superficies de celda) dividido por el perímetro mínimo (dado en número de superficies de celda) posible para un parche máximo compacto (en un formato de trama cuadrado) del área de parche correspondiente. Los valores que toma el índice son iguales o superiores a 1, dónde los resultados cercanos a 1 sugieren que las formas de los parches son poco complejas y tienden a la regularidad mientras que los valores mayores muestran un incremento de la complejidad de las formas de los parches indicando irregularidad, formas típicas de coberturas boscosas (Montealegra y Cardona, 2005; Benavente, 2010).

***Core Area.***

Core area (CORE): Superficie de hábitat interior correspondiente a cada fragmento, representa el área en el parche que existe a la distancia de profundidad de borde especificada desde el perímetro. Los valores de esta métrica son iguales a cero cuando cada ubicación en el parche se encuentra dentro de la distancia de profundidad de borde especificada desde el perímetro del parche, mientras que los valores mayores de cero indican la presencia de superficie de hábitat interior medida en hectáreas (McGarigal *et al.* 2002). Para la particularidad de este estudio, la métrica se calculó fijando dos profundidades de borde, primera de 100 m y finalmente la segunda de 200 m, puesto que existen las especies nativas tienen preferencia por hábitats de interior (Granados, Giné y García, 2014).

### **Selección preliminar de fragmentos de bosque.**

Asumiendo que las especies nativas como *P. concolor*, prefieren hábitats de interior y según la UICN (2001) el área de distribución de la especie incluye el parque Nacional Natural Sumapaz y la cuenca del Rio Ariari, -lugares que hacen parte del área de estudio de este documento- se aplicó un filtro y se seleccionaron sólo aquellos fragmentos con un Área Core (profundidad de borde de 100 m) mayor o igual a 1 ha, a estos parches se les calculó el porcentaje de hábitat disponible de acuerdo con lo descrito por Fahrig (2013), lo cual consiste en calcular un punto medio en cada parche con el fin de establecer una circunferencia de 1 km de radio para un área total de 314.16 Ha. Por consiguiente, el porcentaje de hábitat se calculó como:

$$\% \text{ hábitat de cada parche} = \frac{\text{Área del parche intersectada por la circunferencia}}{\text{Área total de la circunferencia}} \times 100$$

Se seleccionaron aquellos fragmentos que cumplen con estos parámetros debido a que hacen parte de las áreas de desplazamiento potencial de la especie, la cual vive y se mueve periódicamente entre 3.200 y 103.100 Ha. (Novak, 1987) sin embargo, puede establecerse en pequeñas áreas donde la densidad de presas es alta y las presas no son migratorias (Sunquist & Sunquist, 2002); El área que necesita para su desarrollo biológico es de 4.400 Ha. Puede llegar a tener un territorio de 1.700 Ha. el cual puede sobreponerse entre el territorio de un macho y dos hembras (Tirira, 2007). Es por esta razón que se hace necesario evaluar los porcentajes de hábitat para realizar una propuesta de área de distribución potencial de la especie con miras hacia el establecimiento de un corredor ecológico.

**Definición de los criterios y categorización los Fragmentos de bosque en alta y baja intervención.**

Para la categorización de los parches en alta, media y baja intervención se usaron los criterios: **ÁREA** (área total del parche en hectáreas), **SHAPE** (Índice de forma del parche), **CORE 200 m** (área core a una profundidad de borde de 200 m) y **% hábitat** (Porcentaje de hábitat del fragmento con respecto a una circunferencia de 1 km de radio).

Con el fin de agrupar cada uno de los criterios en clases se tuvieron en cuenta los valores máximos y mínimos del criterio y el tamaño de la muestra. De esta manera, los intervalos de clase se establecieron de acuerdo con la regla de Sturges (1926):

$$M = 1 + 3.3 (\text{Log } n)$$

$$C = \frac{(X \text{ max} - X \text{ min})}{M}$$

Donde:

M: número de intervalos de clase

n: tamaño de la muestra

C: amplitud de la clase

X: valores del criterio

Con base en lo anterior se establecieron 7 intervalos de clase para cada criterio con un tamaño de clase variable dependiendo de cada criterio como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 *Número de intervalos de clase según Sturges para cada criterio y su amplitud*

Sturges	Criterios			
	ÁREA	SHAPE	CORE200m	% hábitat
Número de intervalos de clase	7	7	7	7
Tamaño del intervalo de clase	57.3	1	15.6	9.3

Elaboración propia. (2020)

Con el propósito de categorizar cada uno de los fragmentos, se les asignó un valor de 1 a 7 por criterio. Por ejemplo, para el criterio ÁREA con un tamaño de intervalo de 57.3 ha, los fragmentos con una superficie entre 16.6 y 73.36 ha (Intervalo de clase 1) tomaron un valor de 1 mientras que a los fragmentos con un tamaño entre 359.92 y 417.22 ha (intervalo de clase 7) se les dio un valor de 7. Este procedimiento fue el mismo para criterios como CORE 200 m, porcentaje de hábitat y SHAPE.

Posterior a la asignación de los valores por criterio se procedió a sumar cada uno de estos por parche, obteniendo una valoración total mínima de 4 y un máximo de 25. Finalmente, los parches fueron agrupados con una amplitud de 7 en tres rangos que dan como resultado el tipo de intervención de cada uno de estos (ver Tabla 3).

Tabla 3 *Agrupación tipos de intervención*

<b>Tipo intervención</b>	<b>Rango</b>
Alta	(4-11)
Media	(12-19)
Baja	(20 a 26)

Elaboración propia (2020).

#### **Diseño del protocolo para la determinación de distribución potencial de *P. concolor***

Una vez, identificada la especie y las áreas para evaluar su distribución potencial se llevó a cabo una recopilación y consulta de información secundaria como herramienta para el diseño del protocolo para la determinación de la distribución potencial de *P. concolor*, fueron utilizadas las bases de datos electrónicas de la Universidad Nacional de Colombia, el CRAI USTA de la Universidad Santo Tomas y el motor de búsqueda Google Scholar.

Fueron tenidos en cuenta documentos técnicos y artículos científicos publicados que se encuentran en la bibliografía relacionada. El protocolo incluye Identificación de especímenes en campo, diseño de muestreo y análisis y modelamiento de datos adaptados a la zona de estudio.

## **4. Resultados**

### **4.1. Categorización de los bosques de alta, media y baja intervención**

Como resultado se obtuvieron 39 parches dentro de las categorías: alta, media y baja intervención de acuerdo con los parámetros descritos en la Tabla 4

Tabla 4 Criterios de intervención y categorización

No parche	AREA	VA	SHAP E	VS I	CORE 200m	VC200	% Hab	V% Hab	Valoración Total	Intervención
1	19.37	1	3.52	3	0	1	6.14	1	6	Alta
2	19.97	1	1.74	1	0	1	6.35	1	4	Alta
3	20.63	1	3.02	2	0	1	6	1	5	Alta
4	23.5	1	3.09	2	0	1	7.47	1	5	Alta
5	25.05	1	1.49	1	0.03	1	7.98	1	4	Alta
6	26.3	1	2.49	1	0	1	8.38	1	4	Alta
7	28.68	1	3.6	3	0	1	8.46	1	6	Alta
8	29.79	1	2.27	1	0	1	9.37	1	4	Alta
9	30.88	1	3.81	3	0	1	9.67	1	6	Alta
10	31.04	1	2.57	2	0	1	9.89	1	5	Alta
11	33.4	1	1.84	1	0	1	10.63	1	4	Alta
12	37.74	1	3.74	3	0	1	12.01	1	6	Alta
13	48.77	1	4.17	3	0	1	6.7	1	6	Alta
14	54.6	1	3.96	3	0	1	15.26	2	7	Alta
15	57.52	2	3.18	2	0	1	17.89	2	7	Alta
16	59.45	2	2.95	2	4.2	1	16.84	2	7	Alta
17	62.5	2	5.05	4	0.36	1	19.17	2	9	Alta
18	67.48	2	2.68	2	0	1	18.64	2	7	Alta
19	72.88	2	5.1	4	0	1	18.59	2	9	Alta
20	75.66	2	3.3	2	0	1	11.67	1	6	Alta
21	83.9	2	3.74	3	0.98	1	21.92	2	8	Alta
22	87.72	2	5.55	5	1.1	1	16.59	2	10	Alta
23	91.54	2	2.12	1	13.86	1	28.61	3	7	Alta

No parche	AREA	VA	SHAP E	VS I	CORE 200m	VC200	% Hab	V% Hab	Valoración Total	Intervención
24	93.84	2	3.65	3	0	1	14.01	1	7	Alta
25	93.96	2	3.51	3	0.82	1	28.49	3	9	Alta
26	155.89	3	4.61	4	1.02	1	10.7	1	9	Alta
27	166.8	3	4.68	4	0.76	1	20.63	2	10	Alta
28	179.42	4	4.34	3	17.5	2	37.69	4	13	Media
29	187.29	4	4.74	4	6.7	1	41.76	4	13	Media
30	190.67	4	8.23	7	0	1	19.16	2	14	Media
31	208.16	4	4.76	4	26.18	2	53.93	6	16	Media
32	225.75	4	7.18	6	0	1	37.71	4	15	Media
33	231.01	5	2.61	2	75.37	5	59.86	6	18	Media
34	281.66	5	3.88	3	38.22	3	46.84	5	16	Media
35	287.5	6	5.04	4	5.45	1	21.74	2	13	Media
36	335.13	6	5.77	5	55.56	4	63.6	7	22	Baja
37	361.59	7	4.77	4	105.94	7	68.7	7	25	Baja
38	398.3	7	6.3	5	6.07	1	34.71	4	17	Media
39	109.86	2	6.48	5	35.91	3	51.27	5	15	Media

Dónde: No parche: número identificador del parche; AREA: área en hectáreas del parche; VA: valor asignado al área; SHAPE: Índice de forma; VSI: Valor asignado al índice de forma; CORE200m: Área core en hectáreas calculada a una profundidad de borde de 200 m; VC200: valor asignado al área core; % Hab:

Porcentaje de hábitat del parche; V % Hab: Valor asignado al porcentaje de hábitat y valoración total correspondiente a la suma de todos los valores.

Elaboración propia (2020)

El objeto de la investigación es analizar los extremos de intervención, por tal razón se excluyen del análisis los fragmentos con media intervención; debido a que los fragmentos de alta intervención son mucho más susceptibles a la disminución y los de baja intervención son tendientes a un estado natural y por tanto son prioritarios para la conservación. Además, varios estudios han demostrado que esta especie prefiere el hábitat con coberturas vegetales conservadas (nivel de intervención baja). Aunque *P. concolor* puede desplazarse en hábitats muy abiertos con solo un mínimo de cobertura vegetal, cuando la disponibilidad de alimento es escasa (nivel de intervención alta) (Nowell & Jackson, 1996).

El resultado de la categorización del nivel de intervención de los fragmentos de bosque se observa en Figura 3, de los 39 fragmentos, 27 se encuentran dentro de la intervención alta, mientras que 2 presentan una intervención baja.

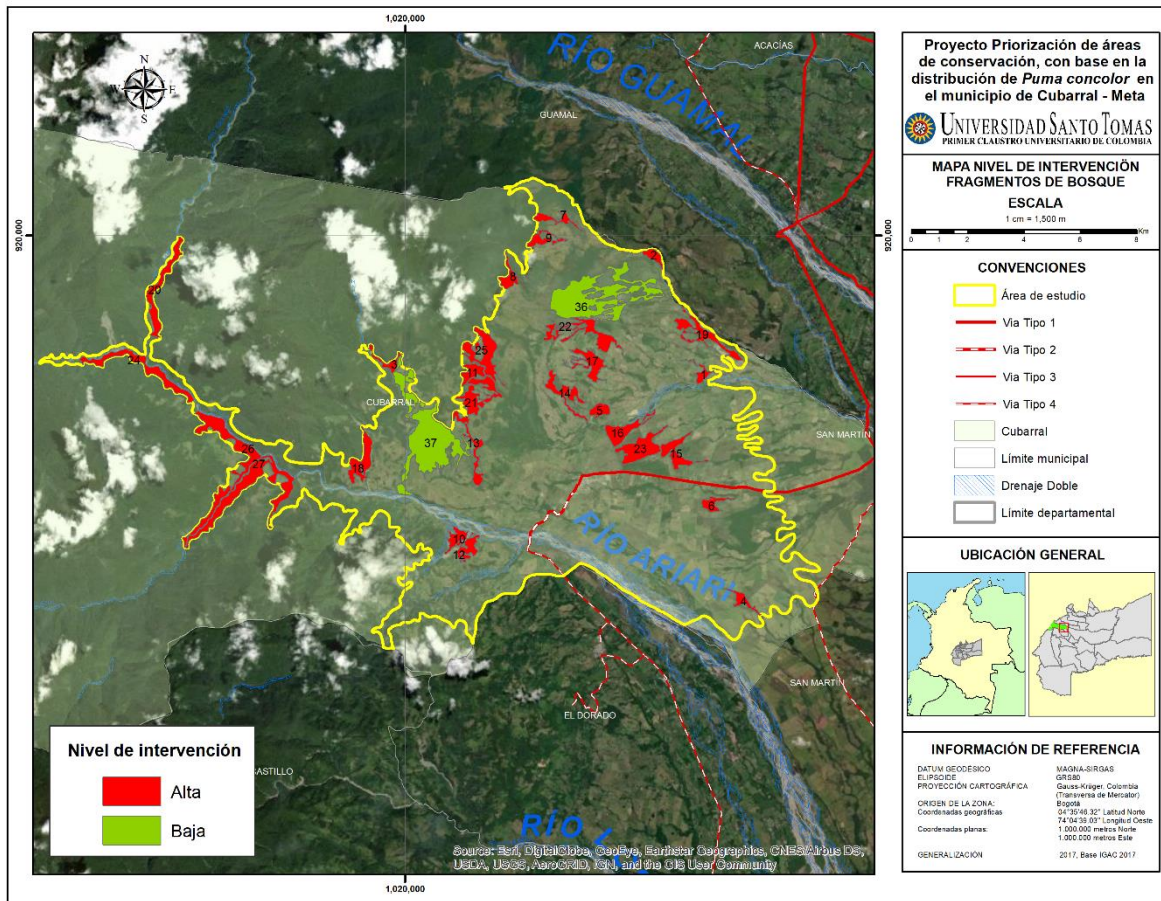


Figura 3 Categorización de fragmentos de bosque de acuerdo con los niveles de intervención alta y baja

#### 4.2. Priorización de bosques de baja y alta intervención

De acuerdo con los anteriores niveles de intervención se priorizaron 4 fragmentos que corresponden a 2 de intervención baja y 2 de intervención alta, estos fragmentos se seleccionaron debido a que presentan los mayores valores en AREA, SHAPE y CORE100 m, dejando como resultado lo observado en la Figura 4.

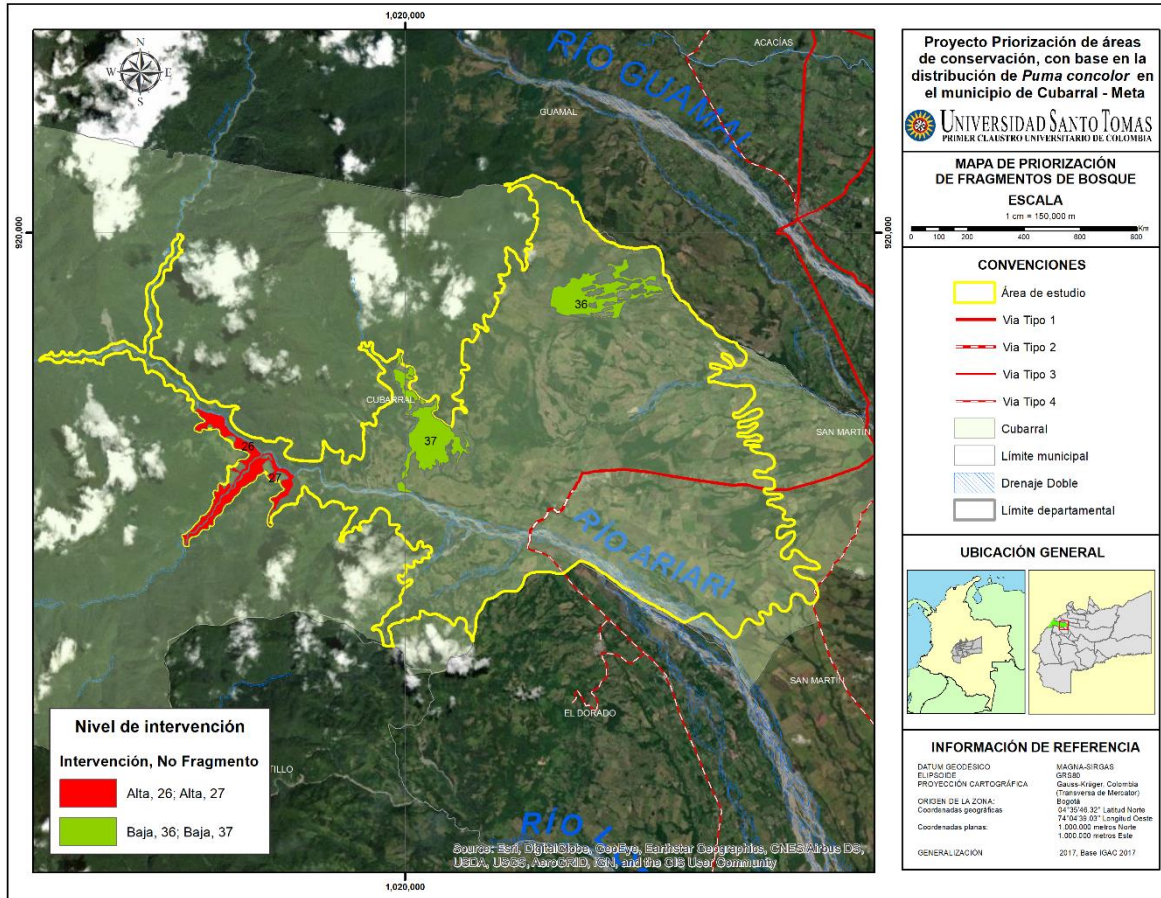


Figura 4 Fragmentos de bosque priorizados

Tabla 5 Características de los fragmentos priorizados

No Fragmento	AREA (ha)	SHAPE	CORE 100 m	CORE_200 m	Intervención
37	361.6	4.7697	173	105.9	Baja
36	335.1	5.7729	114.4	55.6	Baja
27	166.8	4.6765	28.8	0.76	Alta
26	155.8	4.6096	28.5	1.02	Alta

Elaboración Propia (2020).

Una vez identificados los fragmentos seleccionados en la Tabla 5, se llevó a cabo la revisión de sus categorías de ordenación en el POMCA del Río Alto Aríari (2019) encontrando que fueron determinados para uso múltiple ocupando 696.7. Ha y 322.6 Ha. respectivamente, por lo que según los resultados de este documento en la actualización de los POMCAS y futuros

documentos se sugiere sean categorizados como áreas para la conservación y protección ambiental.

A partir de los estudios realizados en los bosques del área de estudio, se identificaron cuatro especies focales (CORMACARENA, 2019), las cuales se encuentran bajo algún grado de amenaza, y tienen altos requerimientos de hábitat, dentro de estas especies aparece el puma (*Puma concolor*), el cual se asocia a bosques poco intervenidos, siendo indicador del buen estado del hábitat (Tirira, 2017).

El hecho de estar definida bajo el concepto de “especie focal” permite que sea utilizada como herramienta para el diseño del análisis preliminar de las áreas priorizadas para conservación aquí propuestas. Esta definición bajo un esquema multiespecífico, hace posible identificar un conjunto de especies cuyos requisitos espaciales, composicionales y funcionales engloban los de las demás especies en la región, así como, satisfacen sus requisitos de hábitat (Lambeck, 1997). Es importante mencionar que la selección de la especie cumple con dos propósitos: los requisitos espaciales y ecológicos de las especies focales actúan como un sustituto para los requerimientos de hábitat de las demás y, por ende, es vista como un objeto de conservación *per se*, en términos de endemismo, vulnerabilidad o estado de amenaza (Kattan & Naranjo, 2008). Con base en lo anterior fue orientada la selección de las áreas preliminares seleccionadas, teniendo en cuenta que cumplieran con los siguientes parámetros asociados a la especie:

**Limitación en los recursos:** El consumidor menos abundante se convierte en la especie focal (Lambeck, 1995), cabe resaltar que, el *P. concolor* es carnívoro y ha tenido baja representatividad en los estudios realizados en la zona.

**Limitación en la dispersión:** las especies deben clasificarse de acuerdo con el ancho mínimo, la longitud y los requisitos estructurales de la vegetación sobre la que se conoce se desplazan. La especie ha sido reportada para la zona evaluada.

La especie seleccionada es sensible a los cambios dentro del área de estudio debido a ciertas características de su historia de vida como su dieta especializada y requisitos especiales para la reproducción, estos organismos al ser los más demandantes necesitan áreas grandes e interconectadas para mantener poblaciones viables (Lambeck, 1997).

El puma es el segundo felino más grande del neotrópico se encuentra en gran variedad de ecosistemas desde los 0 a los 4500 metros de elevación, es principalmente carnívoro, se alimenta de mamíferos grandes y medianos por lo que requiere grandes extensiones de bosque para poder forrajear (Tirira, 2017). Tiene un rango de hogar amplio (1700 - 8300 ha), en un día recorre entre 2,3 y 2,9 Km, se ha documentado que el puma recorre 1,8 km lejos de los parches de bosque para buscar su alimento (Nuñez-Perez & Miller, 2019).

Esta especie se seleccionan para lograr la conservación de las áreas priorizadas que permitan la movilidad y ampliación del hábitat de especies asociadas a coberturas boscosas que, a su vez, generen un efecto sombrilla en otros taxones, con distancias de dispersión más limitadas, pero que la especificidad en uso del bosque sea clave para suplir sus necesidades de rigor y que paralelamente puedan intervenir en procesos de zoocoria. Se estableció debido a la importancia en términos de conservación de bosque, y para dirigir futuros esfuerzos aplicados en estrategias de conectividad.

Es importante destacar que las áreas aquí propuestas como una estrategia de conservación de la biodiversidad regional, deben estar acordes y en armonía con las políticas locales, regionales y nacionales. El Plan Nacional de Restauración y la Política Nacional para la Gestión Integral de la

Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) son instrumentos de política pública ambiental que aportan elementos conceptuales y técnicos que tienen como objeto restauración de los ecosistemas naturales degradados y la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, al reconocer su importancia como la base del bienestar de los seres humanos, y su gestión como pilar del desarrollo sostenible.

Dentro del Plan Nacional de Restauración debido a los acelerados cambios ambientales a nivel global, surgió la necesidad de restablecer los ecosistemas deteriorados y de prevenir los futuros posibles daños, la restauración nace como una estrategia para responder a dichas necesidades convirtiéndose en un instrumento de gestión y manejo de los ecosistemas que se basa en la identificación de las interacciones que ocurren entre diferentes componentes como la biota, las geoformas, los suelos, la hidrología y los procesos relacionados al uso de la tierra (MADS, 2015). Con base en lo anterior, el MADS elaboró el Plan Nacional de Restauración que reúne tres enfoques de implementación: la restauración ecológica, la rehabilitación y la conservación, dependiendo del tipo de intervención, del nivel de degradación del área y del objetivo de restauración.

En el área de estudio y según lo propuesto por el MADS (2015), se priorizaron dos zonas susceptibles a conservación en 696.7 Ha que tienen el objetivo de restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema predisturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Asimismo, se encuentran dos polígonos susceptibles a rehabilitación cuyo propósito es llevar al sistema degradado a un sistema similar que ocupan un total de 322.6 Ha.

#### **4.3. Protocolo para determinar la distribución potencial del *Puma concolor***

Los protocolos de trabajo en campo y análisis de datos recolectados que se presentan a continuación, son un complemento metodológico y una guía para el uso de cámaras trampa en el área de estudio para la determinación de la distribución potencial del *Puma concolor*.

Estos protocolos se enfocan en el incremento de la probabilidad de detección de la especie, así como en el éxito en la identificación de los individuos, incluye aspectos relacionados con la especie y su hábitat, los tipos de cámaras trampa y aspectos del diseño de muestreo como: ubicación de las estaciones de fototrampeo, número y posición, ajuste de los parámetros de programación, duración del muestreo e identificación de los individuos, y procesamiento de datos para su interpretación a través de un análisis factorial de nicho ecológico, las variables ecogeográficas a utilizar y la forma de determinar las presencias de los individuos para realizar el modelamiento del área potencial de distribución de la especie.

##### **Protocolo para establecer el diseño de Muestreo**

Se toma como factor de diseño la presencia de *P. concolor* en cada nivel de intervención de la cobertura natural boscosa según la caracterización definida como: alta y baja intervención.

Una vez obtenido el mapa de áreas priorizadas se realiza una selección de puntos posibles de ubicación de las cámaras para procurar abarcar todos los tipos de hábitats presentes en el área de estudio (diseño en papel) (Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012). Otro factor a tener en cuenta es la información proporcionada por la comunidad local para maximizar la probabilidad de captura (Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012). Los criterios utilizados para la selección del área de instalación de las cámaras trampa son: observación de rastros, huellas, o posibles corredores de la fauna silvestre seleccionados en recorridos de observación previos a la instalación de los equipos, información suministrada por la comunidad y experiencia de los investigadores.

Para el caso de grandes felinos se requieren de 1.000 trampas/noche para que el esfuerzo de muestreo sea significativo (Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012); sin embargo, para efectos de este estudio se propone el 10% de este esfuerzo por las condiciones del área evaluada, es decir 100 cámaras trampa en cada nivel de intervención, debido al tamaño de los parches seleccionados.

En las áreas estudiadas, correspondientes a dos niveles de intervención (baja y alta), se implementa la metodología de fototrampeo para la recolección de datos en campo; la duración del muestreo por nivel de intervención propuesta es de 3 meses (Tabla 6).

Tabla 6. *Cronograma de actividades para la toma de datos durante la salida de campo.*

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Movilidad al punto de muestreo y preparación de equipos	X			
Instalación de Cámaras trampa	X			
Monitoreo de Cámaras trampa		X	X	
Levantamiento de equipos de campo				X

Elaboración propia (2020).

En cada nivel de intervención evaluado, se realiza un análisis de densidad a través del método de captura y recaptura a partir de características particulares de cada individuo (Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012), con un tiempo máximo de exposición de tres meses. Se instalan 100 cámaras Bushnell Trophy Cam HD distribuidas en dos transectos, cada uno con una longitud de 8 Km.

Cada cámara se ubica a 40 centímetros del suelo con una separación de 100 metros entre cada una; éstas se programaron para estar activas las 24 horas, tomar cinco fotografías y un video de 30 segundos por cada estímulo activador (Mosquera-Guerra, Trujillo, Díaz-Pulido & Mantilla-Meluk, 2018). Durante noventa noches efectivas.

***Características relevantes en el tiempo de muestreo.***

Hay que tener en cuenta que según la luz del día los individuos cambian de color de pelaje, si están expuestos a la sombra o si reciben el sol directamente (Iriarte, 2011).

**Tamaño:** Para esto se enfrentan y comparan fotos parecidas y se mide la mano a punta del hombro, base de cola a punta y largo de nariz a base de cola (Iriarte, 2011).

**Condición corporal:** El tipo de pelaje es un indicador, en donde uno ralo e hirsuto expone falta nutricional, ya que, por el contrario, uno bien nutrido generalmente muestra uno continuo y brillante. La proporción de masas musculares y grasa también expresa condición corporal y puede notarse por la sobreexposición de huesos característicos (costillas, coxales, vertebras, etc.). Es importante identificar si recientemente han comido si se aprecia un abultamiento en la zona media (entre cavidad torácica y abdominal) (Iriarte, 2011).

**Cicatrices:** Se pueden encontrar en sitios como la cara y orejas, flancos, muslos, cola y brazos. Cicatrices grandes y que quedan evidentes de manera prolongada (Iriarte, 2011).

**Coloración de cuerpo:** La coloración va desde anaranjado, amarillo, café y gris, según el nivel de exposición a la luz y se debe tener en cuenta que las partes internas son claras (Iriarte, 2011).

**“Spots” o marcas de cría:** El pelaje de cría puede verse o identificarse en la parte interna de las extremidades más precisamente en los flancos y en la cara exterior, y permanecer durante

años en los individuos las cuales hacen referencia a marcas oscuras (negras, café o gris) (Iriarte, 2011).

**Coloración punta de cola:** Esta generalmente es negra, no obstante, podría ser más clara o café. La forma de la mancha se desvanece y puede ser diferente entre individuos. La forma de la punta se puede encontrar de redonda a puntiaguda (Iriarte, 2011).

**Características de la cola:** Es componente característico en la morfología individual. El largo, tipos de pelo, forma de la punta y doblado o curva de la cola, la coloración de la base de la cola es varia en torno a la marca interior de aspecto claro que puede identificarse en los registros fotográficos (Iriarte, 2011).

#### **Protocolo para la determinación y caracterización de especímenes**

Las fotografías obtenidas se ponen en formato digital y son divididas en carpetas según la ubicación de cada una de las cámaras trampas. Es importante tener en cuenta que las cámaras estarán apuntando a un solo flanco del organismo, por lo tanto, solo será un paquete de datos por punto de muestreo. Cada fotografía lleva impresa la fecha y la hora. De ser necesario, las fotografías se editan en el programa Adobe Photoshop © para disminuir las sombras y aclararlas, en busca de resaltar las características de cada individuo (Iriarte, 2011).

#### ***Determinación del uso de hábitat.***

Todos los registros de identificación de la presencia del organismo dentro del rango de avistamiento, heces, carcasas de presas, huellas, entre otras, se incluyen en una matriz de datos según se exige para los datos de distribución de especies en el país, acogidos a los formatos acogidos a las exigencias de los organismos ambientales. Como cartografía base se tienen los insumos integrados en los POMCAS del Rio alto ariari, Humadea-Guamal y Rio medio ariari, que se encuentran en formulación y adopción por la Corporación para el Desarrollo Sostenible

del Área de Manejo Especial la Macarena –CORMACARENA. Teniendo en cuenta las zonificaciones allí descritas y los usos del suelo establecidos (Iriarte, 2011).

#### ***Determinación de hábitos alimenticios.***

En cuanto a las heces es de carácter importante la forma cilíndrica de gran diámetro y longitud, (Yáñez, Cárdenas, Gezelle & Jaksić, 1986), lo cual se establece como una diferencia con otros carnívoros.

Como los demás felinos el puma tiende a cubrir de material vegetal sus heces. En el registro se incluyen datos del lugar de colecta, descripción del entorno, cobertura y coordenadas. Las heces se conservan en un lugar oscuro y seco dentro de bolsas de papel. Al momento del análisis se separan las partículas que permanecieron mejor conservadas después de la digestión tales como plumas, pelos, restos óseos y córneos), acto seguido se procede con la comparación con material de colecciones para encontrar los potenciales ítems que conforman la dieta del organismo (Iriarte *et al.* 1991; Villalobos-Aguirre, 2008).

#### ***Proceso de identificación de presas.***

Previo a este proceso se construye un listado de las presas potenciales y las que sean poco probables para una finalidad más clara en el muestreo. Ya en el área se recogen muestras existentes de plumas, pelos de los animales detallados en la lista previa (Iriarte, 2011).

Para conocer la composición de las heces se remojan en agua con detergente por 24 horas para suavizar, posteriormente se descomponen y se procede al secado (Iriarte, 2011).

#### ***Características ecológicas***

Dentro de las características ecológicas de la especie se encuentran individuos de hábitos solitarios, que se alimentan principalmente de pequeños mamíferos como los pecaríes y reptiles

como el caimán, y en casos de escasas e invasión de hábitat por ganadería, puede tomar bovinos como presa. Por sus requerimientos alimenticios necesita áreas grandes Nowell & Jackson 1996.

Varios estudios han demostrado que esta especie prefiere el hábitat con coberturas vegetales conservadas. Aunque *P. concolor* puede vivir en hábitats muy abiertos con solo un mínimo de cobertura vegetal (Nowell & Jackson, 1996).

### **Protocolo para el procesamiento de datos**

La metodología propuesta para determinar la distribución potencial de esta especie es el Análisis Factorial del Nicho Ecológico (AFNE) ajustado a las condiciones dadas en el área de estudio. Debido a que este tipo de modelación solo tiene en cuenta las presencias obtenidas en la fase de campo a través del fototrampeo (Quintas, 2012).

### ***Elaboración GEODATABASE***

Una vez identificados los puntos de presencia obtenidos en las imágenes del fototrampeo se realiza la descripción de las áreas en las que se presente la especie de interés (Hirzel, Hausser, Chessel, & Perrin, 2002), con esta información se elabora una GEODATABASE y cartografía (Quintas, 2012).

Estos datos de georeferenciación se organizan teniendo en cuenta que tengan un máximo de error del GPS de 8m. El AFNE (Hirzel *et al.* 2002) solo requiere de datos de presencia de la especie y utiliza el programa Biomapper 4.0 (Hirzel, Hausser & Perrin, 2007) para modelar la adecuación del hábitat de la misma (Quintas, 2012).

### ***Construcción de variables eco-geográficas***

Luego se construyen las variables eco-geográficas propuestas basadas en los requerimientos ecológicos de la especie (Quintas, 2012), que para este caso puntual fueron todas directamente relacionadas con la dieta, pues los reportes ecológicos de la especie indican que la presencia de

los individuos en su área dependen de su disponibilidad alimenticia. Para este protocolo metodológico se plantean tres variables a tener en cuenta para la formulación del modelo adaptado a *P. concolor* en Cubarral, Meta:

El Índice de Vegetación Avanzada (AVI): Este índice es tenido en cuenta debido a que permite inferir el estado fotosintético de la vegetación. Es un índice de productividad relacionado con la cobertura terrestre, la degradación del suelo y la riqueza de especies (Quintas, 2012); teniendo en cuenta que la mayor parte de las especies presas de los pumas son herbívoras, en la medida en que la riqueza de especies florísticas aumente, la proliferación de éste tipo de animales será mayor convirtiéndolas en presas silvestres potenciales lo que nos indica disponibilidad de alimento.

El Índice de Humedad: Indica la presencia de zonas húmedas o anegadas. Está asociado directamente al contenido de humedad del suelo y la vegetación (Quintas, 2012), hábitat propicio para la proliferación de herpetos (lagartos), otras potenciales presas del puma.

Disturbio generado por potrerización: representa una medida aproximada del disturbio provocado por los potreros en el área de estudio. Esta variable se construye a partir de la generación de zonas de 200 m desde el borde del parche evaluado (buffers) y se utiliza para cuantificar, gradualmente, el posible impacto que provocan la ganadería sobre el hábitat del *P. concolor*.

Una vez obtenidas las variables eco-geográficas y los datos de las presencias a través de fototrampeo, se procede a generar el mapa de la distribución potencial en Biomapper 4.0. (Quintas, 2012).

### 5. Cronograma

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo de Duración</b>	<b>Resultados esperados</b>
Fase documental previa al ingreso a la zona	Levantamiento de la información satelital, para la selección del área de estudio. Expuesta en la metodología.	10 días.	Mapa de Área de estudio con priorización de parches de bosque fragmentado en los que se puede desarrollar la fase de campo.
Fase social	Solicitud de permisos en la administración local, la junta de acción veredal, asociaciones campesinas y/o propietarios de las fincas dentro de las cuales se ubica los parches de bosque fragmentado a evaluar.	10 días	Permisos firmados para ingresar al área de estudio.
Fase de Campo	Desarrollo del levantamiento de información para la obtención de los objetivos. Descrito en la tabla de cronograma de campo. (Tabla 6)	4 meses	Resultados de las cámaras trampa y recorridos de observación del área de estudio.
Fase de construcción del manuscrito final	Elaboración de documento con las revisiones finales por parte del director de tesis y los profesores asesores de las materias Fundamentación investigativa y Trabajo de Grado.	3 meses	Documento listo para comité evaluador y programación de sustentación.

**6. Componente presupuestal**

<b>Rubro</b>	<b>Fuente de Financiación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unidad</b>	<b>Observaciones</b>
Consulta a expertos	Propia	Profesional	1 SIG/1mes	\$3'000.000	Para construcción de mapas
Personal de apoyo	Propia	Profesional	2 Biólogos/1 mes	\$5.500.000	Levantamiento y análisis de la información.
Adquisición de software	Propia	Biomapper 4.0	1	Licencia libre	Para modelamiento de datos
Materiales de Campo	Propia	Cámaras trampa	100	\$36.000.000	Para la recolección de datos de Campo.
Salidas de Campo	Propia	10 días	2	\$2'000.000	Hospedaje y Alimentación de 2 Biólogos de Campo
Papelería Total	Propia	Varios	1	\$200.000	
	\$46.700.000				

## 7. Conclusiones

El análisis de la imagen satelital del año 2020 realizado en el área de Cubarral, Meta entre los 500 y 1000 m.s.n.m. evidenció que la estructura horizontal de la cobertura de la tierra ha tenido un cambio significativo, que ha generado una fuerte fragmentación del bosque tropical presente en la zona, reduciendo cada vez más el hábitat de especies de importancia biológica, con la presencia de dos únicos fragmentos en el interior del polígono evaluado que se pueden priorizar para tomar acciones orientadas a la conservación y creación de corredores ecológicos.

Los bosques de galería presentan mayor cobertura y continuidad del bosque, mientras que en las zonas ganaderas y más cercanas a la llanura la vegetación remanente se localiza casi exclusivamente en los márgenes de los ríos. Los usos que generan mayor fragmentación son principalmente la ganadería, extracción petrolera, y, en menor grado, los asentamientos humanos localizados generalmente a lo largo de las vías de comunicación.

La implementación del protocolo puede llevar a la confirmación de la presencia de presas potenciales distribuidas en el polígono de estudio tales como: osos palmeros (*Myrmecophaga tridactyla*), lapas (*Cuniculus paca*), armadillos (*Dasypus novemcinctus*), ñeques (*Dasyprocta punctata*), entre otros, en los bosques fragmentados priorizados en este estudio. La existencia de estas especies podría favorecer la presencia y permanencia del puma en la zona como sugieren Scognamillo, Maxit, Sunquist & Polisar (2003), reflejando la importancia de los bosques fragmentados de baja intervención para la conservación del *Puma concolor* y otras especies asociadas (Vargas, 2017).

## 8. Recomendaciones

Basados en los resultados de este estudio, se recomienda realizar inventario de especies en las áreas priorizadas para determinar las respuestas de la biodiversidad a la intervención a la que han sido expuestos y con esto tomar medidas de protección a la fauna silvestre que aún permanece en la cuenca del río Aríari, específicamente en el municipio de Cubarral, Meta.

Hace cuatro años fue el último registro reportado en el SIB por parte de CORMACARENA de presencia del *Puma concolor* en el departamento, por tal razón se recomienda la utilización del protocolo diseñado en este documento para la protección de esta especie sombrilla orientada a acciones de los entes gubernamentales y administraciones locales para incluirlo en los objetivos de conservación de la zona.

Es importante considerar que el uso del Análisis Factorial de Nicho Ecológico es efectivo para realizar el análisis predictivo sobre el hábitat y distribución de la especie *Puma concolor*, aportando información primordial para realizar acciones de conservación y manejo de especies sombrilla, la toma de datos de campo y la construcción de Variables eco-geográficas son requisitos indispensables para evitar incongruencias en la modelación de distribución

Los resultados de este documento pueden ser utilizado en el desarrollo del PBOT del municipio que se encuentra en construcción e incluidos en las áreas de conservación de los dos POMCAS de los que el municipio hace parte, teniendo en cuenta la implementación del protocolo para tener sustento técnico para la selección de las áreas que deben ser priorizadas para la conservación de la biodiversidad.

### Bibliografía

- Alberico, M. I. C. H. A. E. L., Trujillo, F., & Jorgenson, J. E. F. F. (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. J. V. Rodríguez-Mahecha (Ed.). Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia.
- Andren, H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, 355-366.
- Benavente, F. A. (2010, November). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada. In *Anales de geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 30, No. 2, pp. 9-29).
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena-CORMACARENA. (2014). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica río Guamal-Humadea
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena-CORMACARENA. (2019). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica río Alto Ariari.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena-CORMACARENA. (2020). Ficha Diagnóstico Ambiental de los Municipios de la Jurisdicción. Municipio Cubarral.
- Crooks, K. R., Burdett, C. L., Theobald, D. M., King, S. R., Di Marco, M., Rondinini, C., & Boitani, L. (2017). Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(29), 7635-7640.

- Di Bitetti, M. S. (2008). Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres.
- Díaz Pulido, A., & Payán Garrido, E. (2012). Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia (No. Doc. 26070) CO-BAC, Bogotá).
- Fahrig, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography*, 40(9), 1649-1663.
- Fahrig, L. (2017). Ecological responses to habitat fragmentation per se. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 1-23.
- Forman, R. T., & Godron, M. (1981). Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 31(10), 733-740.
- GEOFOREST (2016). Levantamiento de las coberturas de la tierra faltantes en zonas priorizadas por la autoridad nacional de licencias ambientales – ANLA 1:25000
- González-Maya, J. F., Romero-Rendón, J. F., Zárrate-Charry, D. A., Castaño-Uribe, C., González, M., Víquez-R, L. R., & Arias-Alzate, A. (2013). Evaluación geográfica y prioridades de conservación de hábitat para felinos en el Caribe colombiano. Plan de Conservación de Felinos del Caribe colombiano: Los felinos y su papel en la planificación regional integral basada en especies clave. Herencia Ambiental Caribe, ProCAT Colombia, The Sierra to Sea Institute, Santa Marta, 77-87.
- Granados, C., Giné, D. S., & García-Romero, A. (2014). Efecto de borde en la composición y en la estructura de los bosques templados. Sierra de Monte-Alto, Centro de México: Edge effect on composition and structure of temperate forests. Sierra de Monte Alto, Central México. *Caldasia*, 36(2), 269-287.

- Guariguata, M. R., & Kattan, G. H. (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales (No. 574.52642 E25).
- GURRUTXAGA SAN VICENTE, M., & LOZANO VALENCIA, P. J. (2010). Causas de los procesos territoriales de fragmentación de hábitats. Lurralde (San Sebastián), (33), 147-158.
- Hirzel, A. H., Hausser, J., & Perrin, N. (2007). Biomapper 4.0. Laboratory for Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland.  
URL: <http://www2.unil.ch/biomapper>.
- Hirzel, A. H., Hausser, J., Chessel, D., & Perrin, N. (2002). Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data?. *Ecology*, 83(7), 2027-2036.
- Holdridge, L. R. (1987). Ecología basada en zonas de vida Life zones ecology (No. IICA-LME 83 IICA-LME 34). IICA, San José (Costa Rica).
- IDEAM (2015). Cifras de deforestación anual.
- IDEAM (2016). Cifras de deforestación anual.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2010). Leyenda Nacional De Coberturas De La Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000
- Iriarte, A. (2011). Diagnóstico del estado poblacional del puma (*Puma concolor*) y evaluación de la efectividad de corrales para proteger el ganado doméstico en la Provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota.
- Kattan, G. H., & Naranjo, L. G. (Eds.). (2008). Regiones biodiversas: herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. WCS Colombia.

- Lambeck, R. J. (1995). The minimum resource requirements of a honeyeater community in a fragmented landscape. Curtin University of Technology, School of Environmental Biology.
- Lambeck, R. J. (1997). Focal Species: A Multi-Species Umbrella for Nature Conservation: Especies Focales: Una Sombrilla Multiespecífica para Conservar la Naturaleza. *Conservation biology*, 11(4), 849-856.
- Latorre, J. P., Rodríguez, O., Corredor, L. P., & Arias, D. A. (2014). Condición de las unidades ecobiogeográficas continentales y sistema nacional de área protegidas en Colombia. *Parques Nacionales Naturales de Colombia*, Bogotá, Colombia.
- McGarigal, K. (2002). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS. (2014). Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS. Archivo Digital. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA\\_DE\\_POMCAS.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS. (2015). Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica#documentos>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS. (2016). Portafolio de áreas susceptibles a restauración. Recuperado de:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica#documentos>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR.y Unidad de Planificación Rural

Agropecuaria-UPRA. (2018). Identificación general de la frontera agrícola en Colombia, Bogotá (Colombia). Recuperado de:

[https://upra.gov.co/en/busqueda?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=https%3A%2F%2Fupra.gov.co%2Fweb%2Fguest%2Fbusqueda%3Fp\\_auth%3DXu1bqq1R%26p\\_p\\_id%3D3%26p\\_p\\_lifecycle%3D1%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_state\\_rcv%3D1&\\_101\\_assetEntryId=81881&\\_101\\_type=content&\\_101\\_urlTitle=frontera-agricola-emprendimiento-la-generacion-de-empleo-y-la-productividad&inheritRedirect=true](https://upra.gov.co/en/busqueda?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=https%3A%2F%2Fupra.gov.co%2Fweb%2Fguest%2Fbusqueda%3Fp_auth%3DXu1bqq1R%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D1%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_state_rcv%3D1&_101_assetEntryId=81881&_101_type=content&_101_urlTitle=frontera-agricola-emprendimiento-la-generacion-de-empleo-y-la-productividad&inheritRedirect=true)

Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Díaz-Pulido, A. P., & Mantilla-Meluk, H. (2018).

Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, asociados a los bosques riparios del río Bitá, Vichada, Colombia. *Biota Colombiana*, 19(1), 202-218.

Novak, M. (1987). *Wild furbearer management and conservation in North America*. Ontario

Ministry of Natural Resources.

Nowell, K., & Jackson, P. (Eds.). (1996). *Wild cats: status survey and conservation action plan* (Vol. 382). Gland, Switzerland: IUCN.

Núñez-Pérez, R. y Miller, B. (2019). Movimientos y rango de hogar de jaguares (*Panthera onca*) y leones de montaña (*Puma concolor*) en un bosque seco tropical del oeste de

- México. En *Motion Ecology of Neotropical Forest Mammals* (págs. 243-262). Springer, Cham.
- Palmeirim, AF, Figueiredo, MS, Grelle, CEV, Carbone, C. y Vieira, MV (2019). ¿Cuándo importa la fragmentación del hábitat? Un análisis biométrico de pequeños mamíferos en el bosque atlántico. *Journal of Biogeography*, 46 (12), 2811-2825.
- Pardo, L. E., Campbell, M. J., Edwards, W., Clements, G. R., & Laurance, W. F. (2018). Terrestrial mammal responses to oil palm dominated landscapes in Colombia. *PloS one*, 13(5), e0197539.
- Pérez, A. F., Beltrán, M., Díaz-Pulido, A. P., Trujillo, F., Mantilla-Meluk, H., Herrera, O. & Payán, E. (2009). Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco. *Biota Colombiana*, 10(1-2), 179-207.
- Presley, SJ, Cisneros, LM, Klingbeil, BT y Willig, MR (2019). Ecología del paisaje de mamíferos. *Journal of Mammalogy*, 100 (3), 1044-1068.
- Quintas, A. G. (2012). Un ejemplo teórico de modelación del hábitat y la distribución potencial por análisis factorial del nicho ecológico. *Mesoamericana*, 16(3), 12-21.
- Rincón-Ruíz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P. y Zuluaga, P. A. 2014. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp.
- Rocha, E. C., Brito, D., Silva, J., Bernardo, P. V. D. S., & Juen, L. (2018). Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. *Biota Neotropica*, 18(3).

- Rocha, E. C., Brito, D., Silva, J., Bernardo, P. V. D. S., & Juen, L. (2018). Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. *Biota Neotropica*, 18(3).
- Resolución N° 261. (2018). Por medio de la cual se define la frontera agrícola nacional y se adopta la metodología para la identificación general. El Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de:  
[http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_56f39a42ef2542e38c5ea41ca3831e50](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_56f39a42ef2542e38c5ea41ca3831e50)
- San Vicente, M. G., & Valencia, P. J. L. (2012). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de Geografía*, (16), 35-54.
- Scognamillo, D., Maxit, I. E., Sunquist, M., & Polisar, J. (2003). Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology*, 259(3), 269-279.
- Sunquist, M. y Sunquist, F. (2002). *Gatos salvajes del mundo*. (The University of Chicago Press: Chicago, IL.).
- Thornton, D. H., Branch, L. C., & Sunquist, M. E. (2011). The relative influence of habitat loss and fragmentation: Do tropical mammals meet the temperate paradigm?. *Ecological Applications*, 21(6), 2324-2333.
- Tirira, D. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, 6, 576.
- Tirira, D. G. (2016). *Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies*. *Mammals of Ecuador: Updated checklist species*.

- Tirira, D. G. (2017). Mamíferos del Ecuador Guía de Campo Publicación Especial 11. Ediciones Murciélago Blanco, Quito.
- Trujillo, F; R. Antelo & Usma S. (editores) 2016. Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta. Bogotá: Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. 336 páginas.
- UICN, S. (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de la Supervivencia de Especies de la UICN.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria-UPRA. (2019). Identificación general de la frontera agrícola en Colombia, a escala 1: 100.000. Recuperado de:  
<https://catalogometadatos.upra.gov.co:8443/uprageonet/srv/spa/catalog.search;jsessionid=9B0BE1A69683A88B154C5C5FB402EAC9#/metadata/8c1ae9d7-4c84-4af6-b054-4dad14b30fa7>
- Vargas, L. E. P. (2017). Registros de puma (*Puma concolor* Linnaeus, 1771) en zona rural de San Carlos de Guaroa, Meta, Colombia. Revista Biodiversidad Neotropical, 7(2), 108-113.
- Vergara, L.K Ciontescu, N. & Barrera, J. 2019. Análisis de conectividad a escala predial con enfoque de paisaje. Instituto SINCHI, Bogotá. Colombia.
- Villalobos Aguirre, R. (2008). Hábitos predatorios del puma (*Puma concolor*) y su impacto en la ganadería de la provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota, Chile. Iriarte, JA, Johnson, WE y Franklin, WL (1991). Alimentación ecológica del puma patagónico en el extremo sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 64, 145-156.
- Yáñez, J. L., Cárdenas, J. C., Gezelle, P., & Jaksić, F. M. (1986). Food habits of the southernmost mountain lions (*Felis concolor*) in South America: natural versus livestocked ranges. Journal of Mammalogy, 67(3), 604-606.

Young Jr, J. H. (2009). Estimating mountain lion (*Puma concolor*) population parameters in Texas. Texas A&M University-Kingsville.

Zuercher, G. L., Gipson, P. S., & Carrillo, O. (2005). Diet and habitat associations of bush dogs *Speothos venaticus* in the Interior Atlantic Forest of eastern Paraguay. *Oryx*, 39(1), 86-89.