

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL

(UCI)



**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA, OCUPACIÓN Y USO DE HABITAT DEL
OSO ANDINO *Tremarctos ornatus* (Cuvier, 1825)
EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL PURACE**

JOSÉ MANUEL BONILLA VALENCIA

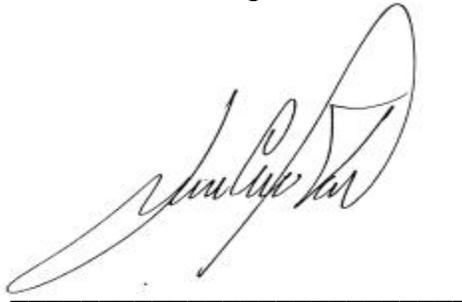
**PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN GESTIÓN DE
AREAS
PROTEGIDAS Y DESARROLLO ECORREGIONAL**

San José, Costa Rica

Julio de 2019

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL (UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Gestión de Áreas Protegidas y Desarrollo Ecorregional



JUAN CARLOS TRONCOSO SAVEDRA

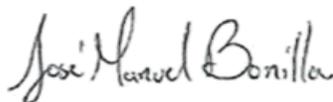
PROFESOR TUTOR

MARIA ELENA GIRALDO ROJAS

LECTOR No.1

JAVIER CARAZO SALAZAR

LECTOR No.2



JOSÉ MANUEL BONILLA VALENCIA

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza y sabiduría

A mi madre Elizabeth Valencia Orozco

A mis abuelos Mario Valencia, Gerardina Orozco y Josefina Bonilla

A mi vieja Ana Cecilia

A mi familia Valencia y Familia Bonilla por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos a las siguientes instituciones y personas:

A Dios, por darme la fuerza y sabiduría para salir adelante en este paso culminado en mi vida.

A mi madre, que es lo más hermoso que tengo en la vida, gracias a ella soy lo que soy.

A mi padre, por todo su apoyo.

A mis abuelos, por su cariño incondicional.

A mi familia Valencia Orozco y Bonilla Muñoz, por todo el apoyo brindado en este proceso de formación.

A mis hermanos, por toda la ayuda brindada.

A mi tutor de grado, por los conocimientos y apoyo brindado en la creación de este documento.

A la Universidad para la Cooperación Internacional, facultad de Ambiente y Desarrollo, por la atención prestada en el proceso de formación.

Al Parque Nacional Natural Puracé, por el apoyo y coordinación en la elaboración de este estudio.

Al jefe del Parque Nacional Natural Puracé, Isaac Bedoya Dorado, por la ayuda brindada en la realización del proyecto de grado.

Al doctor German Gómez, por su contribución en la creación de este documento.

Y en general, a todas las personas que de una u otra forma, aportaron a que esto se hiciera realidad.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
4. MARCO TEÓRICO	14
4.1 Generalidades del oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>)	14
4.2 Distribución geográfica	16
4.3 Dieta alimenticia.....	18
4.4 Comportamiento	19
4.5 Área de estudio.....	20
4.6 Estado de conservación.....	22
4.7 Modelos de ocupación	23
4.7.1 Medios de detectabilidad de la presencia del oso andino.....	24
4.7.2 Programa PRESENCE	25
4.8 Presiones del PNN Puracé.	25
5. ANTECEDENTES	30
6. MATERIALES Y MÉTODOS	35
6.1 Determinación de la distribución potencial.....	35
6.2 Modelos de ocupación para el oso andino en el Parque Nacional Natural Puracé.....	36
6.2 Diseño de muestreo.....	36
6.3 Temporalidad.....	37
6.4 Protocolo de toma de datos	38
6.5 Análisis de datos.....	39
7. RESULTADOS	41
7.1 Análisis de rastros del oso andino.	41
8. DISCUSIÓN.....	50
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	58

ANEXOS	62
--------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Oso de anteojos (<i>Tremarctos ornatus</i>). Fuente: (Bonilla & Roncancio, 2016).....	15
Figura 2: PNN Puracé dentro de la distribución geográfica del oso de anteojos en Suramérica.....	17
Fuente: (González-Maya JF, 2017).....	17
Fuente (Romero & Restrepo, 2006).....	18
Figura 3: Número y tipo de registro.....	42
Figura 4: Porcentaje según cada registro.	43
Figura 5: Base de datos en Excel de los registros obtenidos en campo.	44
Figura 6: Número de cuadrantes donde se presentaron presiones	47
Figura 7: Porcentaje de las presiones encontradas en los cuadrantes evaluados.	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Presiones del Parque Nacional Natural Puracé.....	26
Tabla 2: Tipo de registro y numero de transectos en el monitoreo.....	41
Tabla 3: Modelos de detección.....	46
Tabla 4: Presiones en los 24 cuadrantes evaluados. 1=presencia y 0=ausencia.	47
Tabla 5: Registros de los transectos en cada uno de los cuadrantes.....	65

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Mapa de distribución potencial del oso andino en el macizo Colombiano.....	18
Fuente (Romero & Restrepo, 2006).....	18
Mapa 2: Localización del área de estudio (PNN Puracé). Fuente Plan de Manejo del PNN Puracé.	21

Mapa 3: Puntos de referencia de los registros obtenidos en campo del avistamiento directo o rastros del oso andino dentro del área protegida y su zona de influencia.	45
Mapa 4: Presiones establecidas con la toma de datos en campo	49
Mapa 5: Sectores de manejo del PNN Puracé.	55

RESUMEN

El oso de los Andes o andino (*Tremarctos ornatus*), es una especie de mamífero que se encuentra en vulnerabilidad según la escala de la UICN (Velez-Liendo, 2017), lo cual ha puesto en sobre aviso a todas las entidades ambientales en Colombia, haciéndose necesario realizar procesos que permitan establecer la situación actual en los territorios que habita. En este caso, en el Parque Nacional Natural (PNN) Puracé (Colombia), se desarrolló un estudio para evaluar la presencia y ocupación del oso andino dentro del Área Protegida y su zona de influencia por medio de métodos de ocupación estandarizados. Se determinó la presencia o ausencia y las diferentes presiones que se presentan en el territorio que afectan de una u otra forma su hábitat. Los resultados obtenidos fueron procesados mediante el programa PRESENCE 11.0, para determinar la probabilidad de presencia y detección del oso en las zonas establecidas, soportado con la aplicación de protocolos de campo.

Se determinó el estado del oso andino en el Área Protegida, lo que permitió establecer una línea base, así mismo del estado de su hábitat, insumos importantes de análisis de esta especie definida como Valor Objeto de Conservación –VOC- del Parque, herramienta fundamental para la implementación del Plan de Manejo.

Palabras claves: oso andino, ocupación, presencia, PNN Puracé, conservación.

INTRODUCCIÓN

El oso andino (*Tremarctos ornatus*) también conocido como oso de anteojos, es una de las 8 especies de osos que existen en el planeta distribuidas en Europa, Asia y América, ocupando un amplio rango de hábitats, desde las zonas árticas hasta las selvas húmedas tropicales (Leite Pitman, Scott, Scott, & Apaza, 2008).

La familia Ursidae, u osos verdaderos, está constituida por el oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*), especie que sólo se encuentra en China; el oso bezudo (*Melursus ursinus*), el oso malayo (*Helarctos malayanus*) y el oso negro asiático (*Ursus thibetanus*) los cuales se distribuyen en Asia; el oso pardo (*Ursus arctos*) y el oso polar (*Ursus maritimus*) que se distribuyen en América del Norte, Europa y Asia; el oso negro americano (*Ursus americanus*) distribuido en Norte y Centroamérica; y el oso andino (*Tremarctos ornatus*) como único representante de la familia en Suramérica (Leite Pitman et al., 2008).

Desde épocas ancestrales, el oso andino ha estado ligado al desarrollo de las comunidades humanas en la Cordillera de los Andes. Sin embargo, ha sido objeto de constantes presiones como la cacería, la pérdida de su hábitat y hasta el uso de sus órganos como medicinas tradicionales, siendo clasificado actualmente como una especie Vulnerable a la extinción según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Goldstein, 2008; Velez-Liendo, 2017).

El oso andino se distribuye por todo el PNN Puracé, siendo una especie sombrilla e imagen institucional del Sistema de Parques Nacionales de Colombia, debido al estado de vulnerabilidad que presenta en el territorio nacional y su papel influyente en los ecosistemas naturales.

Dentro de las 83.000 hectáreas que conforman el Área Protegida, se encuentran diversos rastros que identifican su presencia, sin embargo, es fundamental verificar

su estado y establecer su ocupación para un mejor manejo con el fin de minimizar sus amenazas y presiones, para ello, se estableció una metodología basada en modelos de ocupación por medio de cuadrantes y transectos y mediante un análisis estadístico se estableció los niveles de probabilidad de ocupación en el Área Protegida y su zona de influencia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El oso andino (*Tremarctos ornatus*) es la única especie de la familia Ursidae presente en Sudamérica. Actualmente es catalogado como vulnerable a la extinción (VU) por el Libro Rojo de Especies Amenazadas de la UICN y se encuentra listado en el Apéndice I de la Convención Internacional de Tráfico de Especies (CITES), según el cual está prohibida cualquier tipo de comercialización de individuos o sus partes. En Colombia, es considerado como una especie en peligro de extinción bajo el criterio de vulnerable (Jorgenson, Patiño, & Silva, 2006).

Las causas directas que han influenciado en el deterioro de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos son: la pérdida y transformación de hábitats naturales, el cambio climático, las especies invasoras, la sobreexplotación y la contaminación (MEa, 2005). Aunque existe evidencia de la disminución de algunas de estas causas en el transcurso del tiempo y algunas de ellas se encuentran en una fase estática, lastimosamente, para la mayoría su intensidad se ha incrementado. En el caso de los bosques tropicales, donde se ubica Colombia, los factores que más han influido en la degradación de la diversidad biológica son la pérdida y transformación del hábitat y la sobreexplotación de los recursos naturales (Etter, Andrade, Amaya, & Arévalo, 2015).

En el Parque Nacional Natural Puracé, no cuenta con análisis del estado de presencia, ocupación del oso andino y del estado su hábitat, así mismo, de las presiones y amenazas que puedan afectar su pervivencia, por consiguiente, se hace necesario este estudio para a partir de esa relación de presencia de la especie y presiones, buscar alternativas de manejo compatibles con las dinámicas locales y regionales.

2. JUSTIFICACIÓN

La presencia del oso andino es importante en los ecosistemas que habita debido a sus funciones de polinizador a través del pelaje, dispersor de semillas por las heces, ayuda al crecimiento de la vegetación en las partes bajas del bosque gracias a que crea agujeros en las partes altas de los árboles al hacer sus nidos, favoreciendo el ingreso de los rayos solares (Maravi, Norgrove, Amanzo, & Sissa, 2003). Así mismo, es considerada una especie focal ya que su conservación asegura la sobrevivencia de los bosques y de otros animales que habiten en éste. (Maravi et al., 2003).

Para el PNN Puracé, es clave realizar este estudio que evidencia la presencia del oso andino a fin de establecer parámetros para su conservación y preservación. Cabe resaltar, que la localización donde se encuentra el Área Protegida es un territorio con influencia de comunidades indígenas y campesinas quienes con sus actividades ocasionan presiones directas a la población del úrsido, como: ganadería, agricultura, caza, visitas y turismo no regulado, además, de contaminación representado por residuos sólidos en varias zonas turísticas del Área Protegida.

Buscar alternativas de manejo para la conservación del oso, es buscar soluciones a los conflictos que se puedan generar por la disminución del hábitat de la especie y, del aumento de actividades agrícolas y pecuarias insostenibles en zonas del Parque.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

Establecer la presencia, ocupación y uso del hábitat del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en el Parque Nacional Natural Puracé, con el fin de plantear estrategias de manejo.

3.2 Objetivos específicos:

- Analizar la presencia del oso andino en un intervalo de tiempo de 4 a 5 meses dentro del Área Protegida y su zona de influencia.
- Identificar la probabilidad de presencia y detectabilidad del oso andino dentro del Área Protegida.
- Evaluar las presiones que pueden afectar la presencia, ocupación y uso del hábitat del oso andino en el PNN Puracé.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades del oso andino (*Tremarctos ornatus*)

La primera descripción científica conocida del oso andino en Suramérica fue realizada por el científico francés Frédéric Cuvier en 1825, quien describió un individuo obtenido en un puerto chileno, el cual fue clasificado como *Ursus ornatus*, debido a su coloración característica en el rostro. Naturalmente el oso andino no se distribuye en Chile, por lo que en 1957 el científico español Ángel Cabrera, en su obra “Catálogo de Mamíferos de América del Sur”, aclaró la procedencia del individuo el cual fue obtenido en las montañas al este de Trujillo, Departamento de Libertad, República del Perú. En 1855 el científico francés Paul Gervais describió por primera vez el género *Tremarctos*, donde se incluyó el oso andino (González-Maya JF, 2017). Luego de discusiones científicas que se han realizado a lo largo del tiempo, la clasificación taxonómica de la especie se ha mantenido de la siguiente forma:

REINO: ANIMALIA

PHYLLUM: CHORDATA

CLASE: MAMMALIA

FAMILIA: URSIDAE

GENERO: *Tremarctos* (Gervais 1855)

ESPECIE: *Tremarctos ornatus* (F.G. Cuvier 1825)

Como todas las especies de osos, el Oso Andino se caracteriza por poseer una gran masa corporal y caminar sobre las plantas de sus manos y pies (plantígrado), a diferencia de otros grupos de carnívoros como los felinos, los cuales se desplazan sobre las puntas de los dedos (digitígrados) (Rodríguez-Páez SA & I.M., 2016). Esta especie ha sido clasificada como un oso de talla mediana, con un peso que varía

entre 60 y 175 kg y que puede llegar a medir entre 1,20 y 2,20 m de longitud (García-Rangel, 2012; Peyton, 1999); rasgos que pueden variar dependiendo del clima y la disponibilidad de alimento de las áreas donde se encuentre el individuo (García-Rangel, 2012). El oso andino presenta dimorfismo sexual, llegando sólo a dos tercios de la talla del peso de éstos. En general, la especie se caracteriza por poseer las extremidades delanteras más largas que las traseras, cualidad que los destaca como excelentes trepadores; también poseen orejas redondeadas, cuello corto y cola muy corta (Rodríguez-Páez SA & I.M., 2016).



Figura 1: Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*). Fuente: (Bonilla & Roncancio, 2016).

La coloración del pelaje puede variar desde negra a pardo-rojiza y su pelo es largo y grueso, lo que les permite mantenerse calientes y secos en hábitats fríos y húmedos como el páramo y los bosques altoandinos (García-Rangel, 2012). Presentan manchas color crema o blanca alrededor de los ojos, mejillas, garganta y pecho, las cuales pueden variar entre ser conspicuas y cubrir casi todo el rostro hasta ser casi imperceptibles. Estas marcas son únicas en cada individuo, por lo que pueden ser consideradas homólogas a las huellas dactilares en los humanos, y, debido al patrón que normalmente se observa en los rostros de estos individuos, esta especie también ha sido comúnmente llamada “oso de anteojos” (Rodríguez-Páez SA & I.M., 2016).

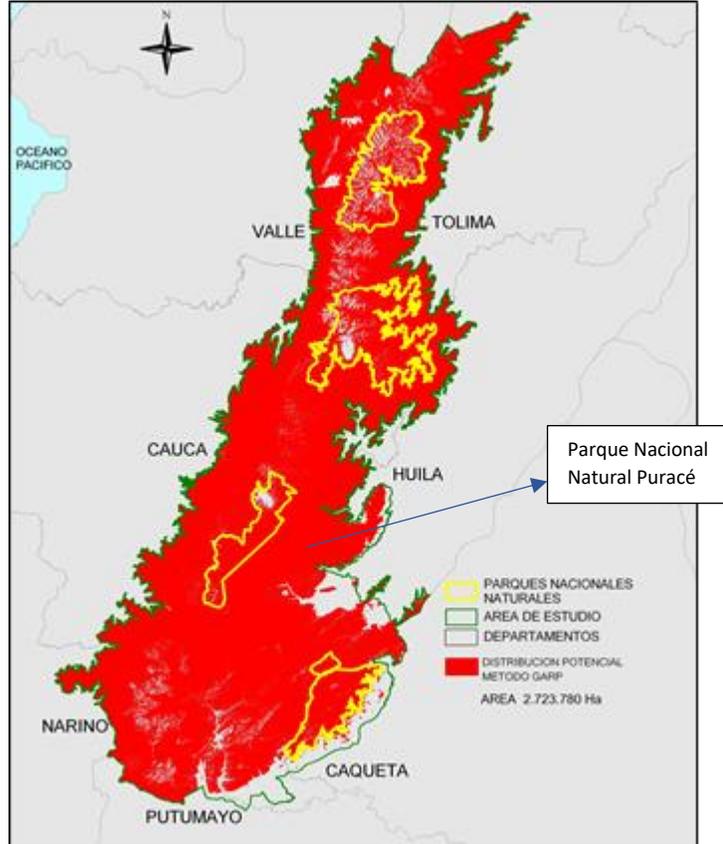
4.2 Distribución geográfica

En la actualidad, la especie se distribuye en la región de los Andes tropicales, abarcando Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Mondolfi, 1989; Peyton, 1980, 1999). Dentro de los límites de su distribución existen registros históricos de presencia en el norte de Argentina y potencialmente en Panamá (Del Moral & Camacaro, 2011). A nivel altitudinal habita desde los 200 hasta los 4.750 msnm (Goldstein et al., 2008; Rodríguez-Páez SA & I.M., 2016) abarcando gran cantidad de ecosistemas desde los bosques húmedos tropicales hasta los páramos. En Colombia, la especie se distribuye en las tres cordilleras, y en 22 de los 59 Parques Nacionales Naturales del país, donde comúnmente puede ser registrado en altitudes entre los 1.000 y 3.000 msnm en bosques altoandinos y páramos (Kattan et al., 2004). Se poseen registros históricos de la especie en los bosques húmedos del pacífico en el Parque Nacional Natural Los Katíos (departamentos de Antioquia y Chocó) limitando con Panamá (Mondolfi, 1989), al igual que algunos reportes recientes en selvas amazónicas, los cuales están siendo evaluados por investigadores en la región (García-Rangel, 2012).



Figura 2: PNN Puracé dentro de la distribución geográfica del oso de anteojos en Suramérica.

Fuente: (González-Maya JF, 2017).



Mapa 1: Mapa de distribución potencial del oso andino en el macizo colombiano.

Fuente (Romero & Restrepo, 2006).

4.3 Dieta alimenticia

En términos de la dieta omnívora de la especie, como ya se mencionó, se ha determinado que efectivamente muestra una preferencia por el consumo de plantas y frutos, registrando más de 100 especies dentro de su dieta (Rivadeneira-Canedo, 2008). Es así como el oso consume principalmente frutos carnosos como las uvas camaronas (*Macleania rupestris*), los cedrillos (*Brunellia colombiana*) y el mortiño colorado (*Hesperomeles goudotiana*), los cuales definen los patrones de desplazamiento de acuerdo con la temporada de fructificación. Así mismo, las bromelias de hábitos terrestres o epífitos (géneros *Puya* y *Greigia*) y las palmas, son

consumidas por el oso durante todo el año, proveyéndole los nutrientes y el agua necesaria para sus actividades. También se tienen registros del consumo de algunas orquídeas (especialmente el pseudobulbos), y la parte basal (meristemas) de frailejones (Asteraceae), así como cortezas de árboles de algunas lauráceas y melastomatáceas (García-Rangel, 2012). Según Márquez y Goldstein (2014) los osos andinos son también considerados animales oportunistas por lo que ocasionalmente consumen proteína animal, al igual que otras especies de osos, bien sea a través de carroñeo o de depredación (cacería) de animales silvestres o domésticos.

En su dieta existen registros de más de 10 especies de insectos, aves y mamíferos incluyendo pequeños roedores, venados y potencialmente mamíferos más grandes como el tapir de alta montaña (García-Rangel, 2012; Gonzales, Neira-Llerena, Llerena, & Zeballos, 2016; Rodriguez, Gomez, Moreno, Cuellar, & Lizcano, 2014). Debido a la alta proporción de frutos que consume, el oso desempeña un papel muy importante como dispersor de semillas dentro de los bosques. Por una parte, al ingerir los frutos, las semillas que hacen su paso por el tracto digestivo del animal no son dañadas, y los ácidos estomacales ayudan a la germinación de las mismas (Rodríguez-Páez SA & I.M., 2016). Por otra parte, al ser uno de los mamíferos más grandes que viven en Suramérica, sus requerimientos ecológicos lo inducen a caminar grandes distancias, por lo que es capaz de transportar semillas de un bosque a otro y de una región a otra, ayudando a la renovación de los mismos, los cuales continúa modificando cuando construye los nidos o camaretas que usa para descansar. Es por esto que se considera el jardinero de los bosques altoandinos y los páramos no sólo en Colombia sino en toda América del Sur (García-Rangel, 2012; Rivadeneira-Canedo, 2008).

4.4 Comportamiento

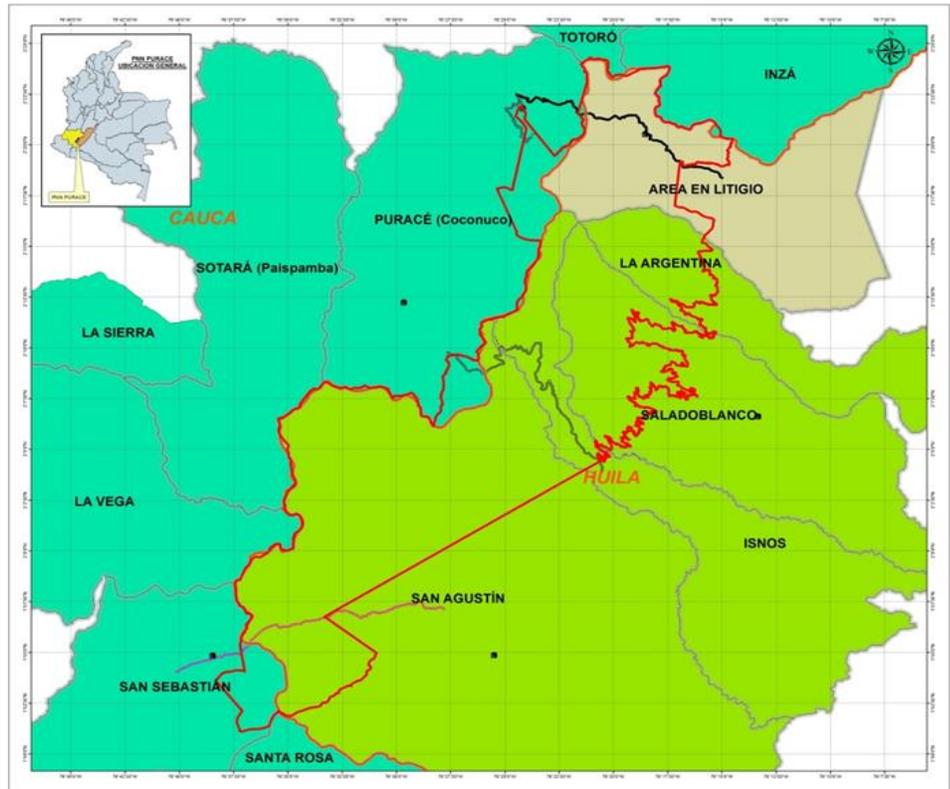
Al igual que otras especies de osos, el oso andino posee comportamientos solitarios, la gran mayoría del tiempo los individuos adultos forrajean solos, y en

general, sólo se ven en pareja en épocas reproductivas o cuando la hembra se encuentra con las crías. Aunque prefieren estar solos, existen registros de varios osos adultos alimentándose en algunos cultivos (e.g., cultivos de maíz) sin tener comportamientos agresivos entre ellos, e incluso del consumo simultáneo de carroña (Rodríguez-Páez SA & I.M., 2016).

El oso andino no hiberna y de acuerdo a observaciones personales y a Leite Pitman et al. (2008) es principalmente diurno, iniciando su actividad aproximadamente a las 6:00 a.m., y a la fecha no se tienen registros de movimiento en horas de la noche. Mientras se encuentra activo realiza desplazamientos sobre senderos que tienen establecidos en búsqueda de alimento o de parejas potenciales; recursos que encuentra por medio de su olfato, el cual le permite percibir olores a varios kilómetros de distancia.

4.5 Área de estudio

El Parque Nacional Natural Puracé hace parte de la gran región del Macizo Colombiano donde se localiza la reserva de la biosfera conocida como Cinturón Andino declarada por la UNESCO en el año de 1979. Esta Área Protegida fue declarada inicialmente en el año de 1975 por el Instituto de los Recursos Naturales Renovables –INDERENA- y ampliado finalmente en el año de 1977 a un área total de 83.000 has con un gradiente altitudinal que va de los 2.500 hasta los 4.700 msnm. Aquí, se encuentra el complejo volcánico Serranía de Los Kokonucos con 11 cráteres, en alturas entre los 4.400 y 4.700 msnm denominados Quilla, Machangara, Picoallo, Puracé, Pan de azúcar, Chagartón, Shaka, Quitín, Pucara, Curiquina y Calambas-Paletará. El volcán Sotaró con 4.400 msnm se encuentra localizado al sur de la serranía. Actualmente los volcanes activos corresponden al volcán Puracé con una fumarola en el flanco noroccidental y el volcán Sotaró (Bonilla & Roncancio, 2016).



Mapa 2: Localización del área de estudio (PNN Puracé). Fuente Plan de Manejo del PNN Puracé.

En el Parque Nacional Natural Puracé se encuentran especies de flora amenazadas a nivel nacional como Pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), roble (*Quercus humboldtii*) y palma de cera (*Ceroxylon quinduense*) que ocupan cerca del 98% del PNN Puracé (IAvH, 2004). En el páramo es común observar frailejones (*Espeletia* sp.), paja de páramo (*Calamagrostis* sp.), helechos (*Blechnum* sp.) y arbustos (*Ilex myricoides*, *Hypericum* sp. y *Diplostephium* sp.). El bosque altoandino presenta la asociación de romero (*Gynoxys* sp.), chilco (*Senecio andicola*) y mortiño (*Herpelo meleslaluginosa*) y en el bosque andino se encuentran robledales, bosques con aguacatillo (*Ocotea catophyla*), encenillos (*Weinmania* sp.) y mortiños (*Hesperomeles lanuginosa*), y los dominados por romerón (*Podocarpus oleifolius*). Estos ecosistemas son el hábitat de especies amenazadas de mamíferos como la

danta (*Tapirus pinchaque*), puma (*Puma concolor*), varias especies de venado como el venado conejo (*Pudu mephistophiles*), el zoche (*Mazama rufina*), el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y aves, de las cuales se han registrado 282 especies, entre ellas están por ejemplo el colibrí cabecicastaño (*Antocephala floriceps*), el perico paramuno (*Leptosittaca branickii*), periquito orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) y el águila real de montaña (*Oroaetus isidori*) (Bonilla & Roncancio, 2016).

Tres de los ríos más importantes del país que corresponden a las cuencas del Magdalena, Cauca y Caquetá y los principales tributarios del río Patía, nacen en las partes altas del Parque donde existen además numerosos humedales como las lagunas del Buey, San Rafael, Magdalena, entre otras.

En la vertiente occidental del Área Protegida, hay zonas traslapadas con territorios ancestrales definidos como resguardos de pueblos indígenas de las etnias Kokonuco, Yanaconas y Papallacta. La conservación de esta diversidad biológica y cultural, además de los servicios ecosistémicos que facilitan la vida de numerosas comunidades de colombianos, es la misión del Parque Nacional Natural Puracé desde el corazón del Macizo Colombiano (Bonilla & Roncancio, 2016).

4.6 Estado de conservación

El oso andino fue catalogado como vulnerable en 1996 en el libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), así mismo en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), lo cual impide su cacería (CITES, 2009).

Dentro de las principales amenazas están, la fragmentación de su hábitat, cacería y falta de conocimiento de su distribución y estado (Velez-Liendo, 2017). Gran parte del territorio del oso de andino ha sido fragmentado por actividades humanas como la minería, explotación de hidrocarburos, tráfico de tierras, ampliación de carreteras, expansión de áreas agrícolas, contaminación de agua y suelo, deforestación (Velez-

Liendo, 2017). Todas estas actividades disminuyen el habitat de los osos aproximadamente entre 300 a 500 Km² cada año (IUCN, 2013).

Por otro lado, la cacería furtiva amenaza seriamente a la especie, debido a que es considerada destructora de cultivos de maíz y atacar ganado vacuno (Castellanos *et al.*, 2010). Además, partes del cuerpo como las garras, los dientes y vesícula biliar, son usadas en la medicina tradicional donde son exportadas para suplir la demanda (IUCN, 2013). En algunas zonas culturalmente, estas partes del cuerpo del oso son consideradas como una fuente de proteína (Peyton, 1999).

Una situación adicional, tiene que ver con el poco conocimiento que se tiene acerca de la distribución y el estado de los osos (IUCN, 2013). En muchas áreas, la información sobre la situación de los osos andinos no está actualizada o simplemente no existen creando gran controversia (IUCN, 2013).

En el PNN Puracé se cuenta con poca información acerca de la presencia de la especie, por lo cual se hace necesario generar datos que verifiquen su estado dentro del Área Protegida, se identifiquen sus amenazas para darle un mejor manejo que minimice su vulnerabilidad en el territorio.

4.7 Modelos de ocupación

La ocupación se define como la proporción de área ocupada por una especie determinada, bajo la condición hipotética de que la población de dicha especie está cerrada al momento del muestreo (MacKenzie *et al.*, 2017). Por lo que al no cumplirse esta condición, el estimador u objetivo central del estudio deberá interpretarse como probabilidad de uso del hábitat (MacKenzie & Nichols, 2004).

Los modelos de ocupación de sitio permiten estimar la probabilidad de uso de hábitat en función de una o más covariables de cada área de muestreo, y de la probabilidad de detección, en función de las variables de cada ocasión de muestreo (MacKenzie & Nichols, 2004; MacKenzie *et al.*, 2017).

4.7.1 Medios de detectabilidad de la presencia del oso andino.

El proceso de detectabilidad de la presencia de la especie dentro del Área Protegida se rige por unos parámetros que permiten determinarla de forma directa o indirecta. Dentro de las metodologías disponibles para tener estimados más precisos y exactos, dado que permiten calcular la probabilidad de detección y el área muestral real, se tienen los modelos de ocupación, el muestreo por distancia, los métodos de marca - recaptura y métodos de estimación de densidades, sin necesidad de reconocimiento individual (Rowcliffe, Field, Turvey, & Carbone, 2008). Los modelos de ocupación estiman proporción de área (o parches) ocupada o usada, y aplican para áreas relativamente grandes (en relación a los recursos y a la capacidad logística) y a organismos que puedan ser detectados con cualquier tipo de registro (directo o rastros) (MacKenzie *et al.*, 2002). El muestreo por distancias en general aplica para áreas moderadas con organismos que estén en abundancias relativas altas y que sean detectables por observación directa; no obstante, hay variaciones que permiten usar muestreo por distancias con rastros, siempre y cuando sea posible estimar la tasa de producción y de desaparición de estos (Buckland *et al.*, 2001). Los métodos de marca – recaptura aplican para áreas pequeñas, tamaños poblacionales moderados y organismos que sean susceptibles de ser capturados, marcados, liberados y reconocidos durante su estudio; además, la probabilidad de captura debe ser homogénea para todos los animales, antes de tomar la primera muestra, y la supervivencia debe ser semejante para todos los animales en la población después de tomar la primera muestra (individuos marcados) (Cordero-Rivera & Stoks 2008). Esta metodología no permite estimar el área muestral, la cual debe ser calculada con base en las distancias de dispersión de algunos individuos, lo que puede afectar la traducción de tamaño poblacional a densidades (Buckland *et al.*, 2001; Seber, 1982).

Por último, la estimación de densidad con cámaras trampa sin necesidad de reconocimiento individual, es una metodología aplicable a varios vertebrados medianos y grandes terrestres con la cual se pueden abordar áreas inferenciales

variables, pero implica una alta cantidad de cámaras o capacidad de moverlas frecuentemente para tener los tamaños muestrales adecuados (Marcus Rowcliffe, Carbone, Jansen, Kays, & Kranstauber, 2011; Rowcliffe *et al.*, 2008). El PNN Puracé tiene 83.000 has de difícil acceso, en dónde instalar unidades muestreables con lleva altos costos. Por otro lado, el oso, a pesar de su tamaño, presenta abundancia relativamente baja, que impediría obtener un número suficientemente alto de registros directos que permitan usar métodos para estimar parámetros ideales como densidad poblacional. Por lo anterior se seleccionó la proporción de área ocupada como indicador de su abundancia usando datos de presencia.

4.7.2 Programa PRESENCE

El programa PRESENCE 11.0, es un software que permite la determinación de probabilidades en este caso de ocupación en una especie determinada, permitiendo obtener datos claros según lo obtenido en los registros de campo, se basa en orientaciones algorítmicas y estadísticas para establecer valores probables dependiendo de lo que se desea obtener, también se pueden medir diferentes covariables con el fin de llegar a una conclusión más acertada.

4.8 Presiones del PNN Puracé.

En el PNN Puracé se definieron cuatro orígenes de las presiones: antrópica, natural, socionatural y natural socio natural, de las cuales se derivan 28 presiones (21 presiones dentro del Parque y 7 en la zona de influencia: agricultura, ganadería, residuos, turismo no regulado, vías, explotación de minerales y extracción de flora y fauna), estas al ser valoradas cualitativamente, tomando como insumo el conocimiento del contexto o región donde se localiza el Parque y de los funcionarios, permitiendo establecer el nivel de cada una de ellas. (Tabla 1) (Bonilla & Roncancio, 2016):

Tabla 1: Presiones del Parque Nacional Natural Puracé

ORIGEN	CAUSA	PRESION	PRIORIDAD
ANTRÓPICO	Ocupación y usos prohibidos	Agricultura	Baja
		Ganadería	Media
		Residuos (Sólidos y/o líquidos)	Media
	Introducción de especies	Especies Invasoras	Baja
		Especies Exóticas	Baja
	Usos permitidos sin autorización	Turismo no regulado	Alta
		Vías (apertura y ampliación de carreteras)	Media
	Proyectos de desarrollo	Explotación de minerales	Baja
Tráfico ilegal de flora y fauna	Extracción de Flora	Baja	
NATURAL	Geo amenaza	Actividad sísmica	Alta
		Actividad y emisiones volcánicas	Alta

		Procesos de remoción en masa	Baja
		Incendio de coberturas vegetales	Baja
	Fenómeno atmosférico	Tormenta eléctrica	Baja
		Sequia	Baja
		Aumento anormal de volúmenes de Precipitación	Baja
	Fenómeno atmosférico, variabilidad y cambio climático	Cambio en la periodicidad de Precipitación	Baja
SOCIONATURAL	Antrópico, atmosférico	Vendaval	Baja
	Desborde de ríos, lluvias torrenciales	Helada	Baja
	Variabilidad y cambio climático	Cambio en la periodicidad de la temperatura	Baja

De acuerdo al análisis de riesgos discutido por el equipo de trabajo del Área Protegida en el marco de la reformulación del Plan de Manejo, se seleccionaron las presiones con grado “crítico” y de estas las que precisan de un manejo y respuestas inmediatas para disminuir su intensidad y evitar la pérdida o degradación de los Valores Objeto de Conservación –VOC-.

El ecosistema de páramo en la zona norte del Parque ha sido considerado como territorio sagrado desde tiempos ancestrales. La ocupación ha sido progresiva a partir del auge de la hacienda ganadera en el valle de Pubenza, a partir del año 1900, cuando la ganadería se expandió hasta pisos térmicos muy cercanos al páramo, como un mecanismo para evitar los impactos de la plaga del nucho en el ganado. A partir de la creación del resguardo indígena de Puracé en un reducido territorio, los comuneros se han visto en la necesidad de ocupar algunos espacios del páramo para ejercer la actividad ganadera especialmente de vacuno y ovino como prácticas productivas de subsistencia. En la actualidad, el mayor impacto sobre los páramos del área protegida se genera en el sector norte del Parque por efectos de una incipiente agricultura, ganadería y las quemadas asociadas a éstas, que de continuar el avance de estas prácticas económicas no sostenibles se podría generar la pérdida gradual de formaciones arbustivas y frailejonales, la pérdida de la capacidad de almacenamiento e infiltración de agua en los suelos, así como la contaminación del agua, la desaparición de la cobertura vegetal natural, la introducción de especies foráneas, el drenaje de las turberas, la contaminación con agroquímicos, la formación de suelos desnudos y la disminución de la capacidad de retención de agua de los mismos. Cuando estas actividades llevan a la destrucción de la vegetación del ecosistema de páramos y sea reemplazado por pastos introducidos, se produce un fenómeno conocido como praderización o sabanización del páramo. El pisoteo por el ganado altera los procesos hídricos por compactación del suelo, destrucción y selección de la vegetación y establecimiento de plantas exóticas (Bonilla & Roncancio, 2016).

Por otra parte, tanto la ganadería y la agricultura, como las quemas asociadas a estas actividades, pueden estar disminuyendo la disponibilidad de recursos para el oso.

La zona de bosque altoandino aledaña al Área Protegida mantiene una moderada tendencia de degradación y contaminación de los suelos, que puede llevar a la pérdida de nutrientes y la degradación del suelo producto de la deforestación. Así mismo, se ha detectado un sitio de minería artesanal para la extracción de oro en un tramo del cauce del río Mazamorrás. (Bonilla & Roncancio, 2016). Esta situación causa grandes agravantes, conllevando a los funcionarios de parques a tener dificultades en el manejo frente a la comunidad que practica estas actividades. Por lo tanto, se emplean mecanismos de educación ambiental y trabajo colectivo con la comunidad y las autoridades militares de la zona según sea el caso de la situación.

5. ANTECEDENTES

Abbud M., 2009, realizó un estudio sobre monitoreo de oso andino y danta de montaña, en un sector del PNN Puracé, cumpliendo con uno de los requisitos propuestos por el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, donde se planteaba registrar la presencia de estos mamíferos en el Área Protegida. El estudio se realizó de manera artesanal, logrando identificar rastros que permitieron determinar si efectivamente se encontraban en el Área Protegida o, por el contrario, se encontraban ausentes.

Márquez G. y Pacheco V., 2010, describen dos registros de oso andino en el departamento de Puno (Perú) obtenidos en agosto del año 2009. El primer registro, corresponde a una muestra de heces, con semillas perteneciente a la familia Lauraceae, encontrada en Yanacocha; y el segundo registro corresponde a unas marcas de garras del oso hallado en Challohuma. Este último representa el registro más austral confirmado para la distribución de la especie en este país. Los registros evidencian una continuidad en la distribución del oso en la vertiente oriental de la cordillera andina, desde el sur del Perú hasta el noroeste de Bolivia. Estos registros se hallan también muy próximos al Parque Nacional Bahuaja Sonene (PNBS), uno de los corredores de conservación más importantes en el mundo, y muestran la importancia de establecer estrategias de conservación tanto dentro como fuera de la zona de amortiguamiento del PNBS.

Figuerola J, 2012, determinó la presencia del oso andino en unas zonas poco frecuentadas, debido a que se tenía registrado que este se encontraba solo en alturas entre los 1900 y los 2350 msnm, lo que permitió realizar un estudio para verificar la presencia de este mamífero en un ecosistema de bosque tropical amazónico –BTA-, en los límites del Parque Nacional Natural Yanachaga Chemillen y en la Reserva Natural Amarakaeri, tomado en dos estaciones, una de lluvia y otra de estiaje. Para el primer caso, en límites con el parque nacional, se encontró gran abundancia del oso andino tanto en época de lluvia como de estiaje, mientras que

en el segundo caso, para la reserva natural, se encontró presencia solo en la época de estiaje y en menor cantidad. Esto permite inferir que su presencia en el BTA durante la época de estiaje estaría relacionada al consumo de las palmeras (Arecaceae), ya que la maduración de los frutos de los cuales se alimenta en los bosques premontano y montano se realiza en la época de lluvias. Además, en el PNYC-RCY, el BTA sería utilizado como un corredor para los desplazamientos del oso hacia otras áreas montañosas, aprovechando el menor caudal de los ríos debido a la disminución de las lluvias.

En Colombia, desde mediados del año 2014, se ha venido instaurando en cada una de las 59 áreas protegidas que hacen parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, un programa de monitoreo establecido como herramienta para la construcción de un esquema que permita mitigar las presiones y amenazas que alteran la integridad de muchas especies tanto vegetales como animales, ecosistemas, ríos, lagunas, nacimientos, sumideros de carbono, humedales, patrimonio cultural y los recursos naturales en general. Cada área protegida es libre de hacer una selección de los principales Valores Objeto de Conservación para ser monitoreados, según el estado de integridad que presenten, ya sea porque están siendo amenazados o se encuentran en peligro de extinción. El Parque Nacional Natural Puracé implementó dentro de su programa de monitoreo al oso andino, como especie sombrilla, importante para el cuidado y conservación del patrimonio natural de los andes colombianos. Se logró el objetivo de determinar la presencia de este mamífero dentro del Área Protegida, no obstante este es el primer paso dentro de una evaluación que se replica con el tiempo, debido a que se efectuará un proceso igual en un periodo de 5 años, para de esta forma identificar si hay algún cambio en la población del oso andino dentro del Parque Nacional, dando un diagnóstico sobre el cual actuar dado el caso que se presente en un futuro a mediano plazo.

Rodríguez-Castro *et al*, 2015, realizaron una evaluación del estado de aplicación del Programa Nacional para la Conservación en Colombia del Oso Andino (PNCOA) al interior de 26 corporaciones autónomas regionales (CAR) y la Oficina de Planeación de Parques Nacionales Naturales, Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). Se realizó una revisión cuantitativa mediante los criterios de semáforo, sobre la información obtenida de 42 documentos institucionales de planeación y de las respuestas al requerimiento 2100-2-91674 de 2009 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), así como también de entrevistas con funcionarios. Con excepción de una, la totalidad de las CARs presentaron información sobre la ejecución del programa en sus jurisdicciones (96,2%). En total, la línea de acción del PNCOA con mayor porcentaje de aplicación directa fue la línea I (conservación *in situ*: 30,8%), la de mayor porcentaje de aplicación indirecta fue la línea V (fortalecimiento institucional: 88,5%) y la de mayor porcentaje de no aplicación fue la línea II (conservación *ex situ*: 42,3%). El PNCOA presenta una ejecución mayoritariamente indirecta, donde 61,5% de las CARs evaluadas sólo habían desarrollado actividades indirectas, asociadas con la ejecución de otros programas nacionales de conservación.

Alvear y Danilo, 2016, realizaron diferentes métodos para evaluar la conectividad entre las zonas de amortiguamiento de tres áreas protegidas en Ecuador, enfocado en cinco especies de vertebrados con amplios requerimientos territoriales. Los métodos incluyen técnicas de fototrampeo, análisis cartográfico, modelos de ocupación de sitio y técnicas de modelamiento de conectividad estructural. Los modelos de ocupación de sitio mostraron que los disturbios antropogénicos inciden negativamente en la mayoría de las especies evaluadas, mientras que la proporción de vegetación natural favorece la presencia de las especies. El análisis de conectividad estructural reveló que los puntos críticos para la conectividad estructural están determinados por la disponibilidad de bosque maduro y la distancia entre las áreas protegidas. La metodología empleada en el presente trabajo

demuestra potencial para evaluar las probables rutas de paso de especies con amplias necesidades territoriales y capacidad de desplazamiento.

Aldás Portilla, 2017, realizó un estudio en la obtención del nicho ecológico del oso andino en el Parque Nacional Cayambe Coca de Ecuador, lo hizo mediante el empleo de MAXENT 3.2.2; desarrollado por Philips (2004); el cual consiste en identificar una distribución uniforme basado en el principio de la idoneidad. Los resultados obtenidos en el Modelo de Nicho Ecológico determinaron que la distribución del *T. ornatus* se encuentra en rangos de temperatura de 6°C a 24°C anuales y precipitaciones de 1000 a 2000 milímetros anuales; identificando estas condiciones como óptimas para la especie; al relacionar los rangos de temperatura y precipitación se identificó que los ecosistemas de bosque montano forman parte del nicho ecológico óptimo del *T. ornatus* por la presencia de especies de flora que son parte de la dieta alimenticia del oso. Con la finalidad de contribuir con la conservación del *T. ornatus* se elaboró un modelo de escenario climático proyectado al año 2050. La información generada por este modelo sirvió como base para la elaboración de un plan de conservación aplicable en las zonas identificadas como nicho ecológico óptimo; tomando como línea base los planes de conservación elaborados por el Ministerio de Ambiente de este país.

Becoche M., 2017, Registró la presencia y abundancia del oso andino (*Tremarctos ornatus*) utilizando cámaras trampa, observación directa, huellas y señales en los bosques andinos y ecosistemas de páramo de la aldea de Gabriel López, municipio de Totoró, departamento de Cauca-Colombia, zona de influencia del Parque Nacional Natural Puracé. Debido a los amplios requisitos ecológicos que necesita el oso andino, y las diferentes amenazas como la pérdida y fragmentación del hábitat, se necesita un plan de conservación para esta especie. Con este trabajo se quiso promover la conservación del oso andino con la comunidad rural del área de estudio a través de talleres ambientales que exponen métodos de monitoreo, uso de GPS y características biológicas de la especie. Además de hacer entrevistas y

encuestas en el lugar para obtener información sobre el conflicto entre la comunidad andina oso-rural.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Determinación de la distribución potencial.

Para hacer los diseños de muestreo adecuados y que la toma de datos sea relevante y se colecte eficientemente, se determinó la distribución potencial del oso por medio del método de paisajes biológicos basados en principios fundamentales. Con esta metodología, el mapa generado refleja la calidad de hábitat disponible para la especie. Los modelos basados en estos principios (conocimiento de expertos), se obtienen a partir de información general como: (1) Revisión de literatura, (2) Descripciones cualitativas de uso de hábitat, (3) Experiencia y opinión de investigadores y (4) Principios y conocimientos de ecología (Clevenger, 2002). El ejercicio de modelación espacial para estas especies se basó utilizando una estructura de datos Raster, donde cada celda o pixel representa una ubicación y un valor medio del paisaje. Se utilizó el software ArcGIS Desktop 9.3 (ESRI 2008), específicamente el ModelBuilder™ 9.3, el ArcMap™ 9.3 y la extensión Spatial Analyst de ESRI®. La información base que se usó fue definida a partir de la literatura y conocimiento de expertos. Las variables utilizadas de esta información base, se le dieron valores de probabilidad de acuerdo a las preferencias de la especie y posteriormente se ponderó su peso sobre la determinación de su presencia.

Para esta modelación, se combinó información cuantitativa y cualitativa, basada en el conocimiento de su hábitat. Posterior al determinar la distribución de la especie en la zona, se hizo la selección de unidades muestrales sobre el área que refleja una probabilidad de ocurrencia mayor al 50%. Las zonas que reflejaron menor calidad de área hábitat se asumieron como hábitats marginales, con una población muy baja o insignificante.

NOTA: este paso no hace parte como tal del estudio, pero es prerequisite para poder establecer el diseño de muestreo.

6.2 Modelos de ocupación para el oso andino en el Parque Nacional Natural Puracé.

La proporción de área ocupada para el oso se estimó utilizando los registros de presencia recolectados durante visitas repetidas a unos cuadrantes establecidos, siguiendo el método de estimación de MacKenzie et al (2002) (e.i Ocupación), modificado por el Wildlife Conservation Society –WSC- Programa Colombia, para oso, en el sentido de realizar visitas repetidas se usaron transectos dentro de los cuadrantes para construir la historia de detecciones como información para el cálculo de la probabilidad de detección. Este método fue propuesto para determinar la proporción de sitios ocupados por una especie teniendo en cuenta que ésta no siempre es detectada, es decir, la probabilidad de detección es menor a 1. Así mismo, el método asume que los sitios no experimentan cambios en el estado de la ocupación durante el tiempo de estudio (i.e sitios “cerrados”). Los registros de presencia se hicieron con base en evidencias confiables de sus actividades, observación directa, huella, excretas, señales de forrajeo. En caso de que una señal no fuera clara y hubiera duda con relación a que especie la generó, el registro no era tenido en cuenta. Una presencia confirmada, se registró con un 1 y la ausencia de rastros durante todo el recorrido de un transecto se registró como 0 (Anexo No 1. Protocolo de toma de datos y hoja de datos).

6.2 Diseño de muestreo

El área determinada con los análisis de calidad de hábitat con más del 50% de probabilidad de ocurrencia para las dos especies en el Parque y su área de influencia, se dividió en cuadrantes de 3 x 3 km (9 km²) correspondientes al área de acción documentada para el oso (Castellanos et al 2010). Si la cantidad de cuadrantes resultantes es 30 o menor se evaluarán todos los cuadrantes, si es mayor a 30 se seleccionarán al azar 30. Posteriormente y junto con el equipo del Parque, se evaluó en cuáles de esos cuadrantes no serían posible hacer el muestreo por imposibilidades logísticas, riesgo público, entre otros; se descartaron

estos cuadrantes y se hizo una nueva selección hasta completar un número igual o cercano a 30 cuadrantes viables de muestrear, no hay problema si resultan menos cuadrantes de los previstos después de hacer la revisión de accesibilidad, en este caso, ya no será necesario escoger los cuadrantes de forma aleatoria, simplemente se dejó a consideración del equipo del Parque Nacional Natural Puracé los lugares donde se podía realizar la toma de datos.

Cada uno de los cuadrantes de 3 X 3 km se dividió en cuatro y de estos cuatro, se descartará uno con base en criterios de logística, accesibilidad y probabilidad de detectar las especies por la presencia de crestas o zonas de uso preferido. Dentro de los dos cuadrantes de 1,5 X 1,5 km finalmente seleccionados, se establecieron tres transectos de 500m para cada subcuadrante, los cuales fueron recorridos para tomar los datos. Para construir la historia de visitas para el oso andino se agrupó la información de los tres transectos de 500 m en uno de 1500 m, distancia recomendada para el oso y con la cual se obtiene una probabilidad de obtener al menos un registro de presencia durante su recorrido si la especie está presente. De esta forma, con el mismo muestreo se construyó una historia de visitas de 24 cuadrantes de 3 X 3 km con 3 visitas (transectos de 1,5 km). Los tres transectos se localizaron tratando de abarcar la mayor cantidad de área posible dentro del cuadrante, es decir, buscando que quede separados uno del otro alrededor de 500 m. En estos transectos, se colectaron los registros de presencia de la especie. Además de datos de la presencia de ganado, incendios y agricultura entendidas como covariables.

6.3 Temporalidad

Para el oso, dado los ciclos reproductivo (Castellano et al 2011, Lizcano et al 2004) y de acuerdo al análisis de riesgo del Parque, el cual no considera una amenaza que pueda ocasionar una disminución de las poblaciones de estas dos especies significativa en un corto periodo de tiempo, cada estimación de la ocupación se debe hacer cada cuatro años.

6.4 Protocolo de toma de datos

Dado que uno de los principales supuestos del método es que la ocupación no experimenta cambios durante el periodo de muestreo, la toma de datos para cada estimación de la ocupación, es decir, las visitas a todos los cuadrantes seleccionados y a todos los transectos en el caso de oso, debe ser ejecutada en el menor tiempo posible. El tiempo máximo recomendado para hacer el muestreo es de máximo cuatro meses, con este objetivo se alistaron los recursos, tanto humano, equipos y gastos de campo.

Inicialmente, se construyó un mapa del área de estudio, el cual incluyó los cuadrantes seleccionados para hacer la toma de datos el cuál fue subido a los navegadores de GPSs. Una vez el equipo de monitoreo llegó al cuadrante ubicó el origen de los transectos y los registró en el navegador GPS y en el formato de datos, esta actividad fue realizada en simultáneo en varios cuadrantes y en varios transectos de un mismo cuadrante. Para cada cuadrante se registró su nombre, la fecha y la coordenada del punto central. El equipo de observadores definió el azimut al cual se desplazó e inició el recorrido registrando las señales de la especie y de las covariables, una vez se detectó la señal, se registró en su formato de datos, la especie a la cual pertenece la señal, el cuadrante y el transecto como principales datos, adicionalmente, la hora, la coordenada, el tipo de señal y su tiempo aproximado de producida, este registro posteriormente fue consignado en la matriz de datos como un 1 (1= presencia). Dado que en cada transecto se tomó la información de la especie y de las covariables y se completó el esfuerzo de 1,5 km correspondiente al oso, se recorrió en su totalidad los tres transectos de 500 m. Si al recorrer la totalidad del transecto, no se obtuvo registro de la especie, se registraba la coordenada y se cierra el transecto, lo anterior se registró en la matriz para el análisis como un 0 (0= no detección) (hoja metodológica de datos).

6.5 Análisis de datos.

La proporción o cantidad de área ocupada y humedales ocupados se estimó con el programa PRESENCE 11.0. El análisis se corrió con una base de datos que contiene los cuadrantes y los transectos y el registro de detección o no detección para cada transecto en cada cuadrante.

El objetivo del análisis del método de ocupación es ajustar los datos observados al modelo más verosímil y que use el menor número de parámetros con relación a la proporción de área ocupada y la probabilidad de detección. Para esto, se comparan modelos en el que la proporción de ocupación (ψ) y la probabilidad de detección sean constantes hasta modelos en donde la tasa de ocupación y la probabilidad varían entre unidades muestrales y visitas además de entre las covariables que se incluyan. De esta forma, se puede obtener el valor real de la ocupación (referencia). Para halla el modelo que mejor se ajusta, se usó el criterio de información de Akaike (AIC). El AIC es un método cuantitativo para la selección del modelo que mejor se ajusta a los datos y que emplea menor número de parámetros (referencia).

Para determinar la presencia de la especie se tuvieron en cuenta rastros como huellas, comederos, rasguños y heces. Así mismo, el método asume que los sitios no experimentan cambios en el estado de la ocupación durante el tiempo de estudio (i.e sitios “cerrados”), sin embargo, de haber cambios aleatorios en el estado de ocupación de los sitios, el método es válido pero debe ser interpretado no como “ocupación” sino como “uso” del área (Mackenzie & Royle 2005).

Los parámetros utilizados para este análisis son la probabilidad de ocupación (ψ), que se define como la probabilidad de que un espacio elegido al azar esté siendo ocupado por una especie específica. Esta sería considerada la probabilidad de ocupación “naive” o “simple”, e incluye la proporción de sitios en los que se registró la especie sobre el total de sitios evaluados en el estudio. Sin embargo, el número real de sitios ocupados por la especie no siempre se conoce de manera exacta, ya que al realizar el muestreo es posible que no se haya detectado la especie en el

área a pesar de que esta sí se encuentre presente. A esto se le denomina “detección imperfecta” y, para solucionar este problema, se define la probabilidad de detección (p) como la probabilidad de detectar a la especie mientras se muestrea el espacio. Este parámetro puede variar dependiendo de la visibilidad de la especie (o facilidad para observarla), de la capacidad del suelo de permitir la identificación de huellas o rastros, o de la habilidad del observador (MacKenzie et al., 2006). La probabilidad de ocupación real es la que incluye la detección imperfecta en el análisis.

7. RESULTADOS

7.1 Análisis de rastros del oso andino.

El presente estudio se llevó a cabo entre el 11 de agosto y el 14 de diciembre de 2018 y se asumió que los cambios en el estado de ocupación de los sitios (i.e cuadrantes) eran aleatorios y que la población de la especie era “cerrada” durante el tiempo de estudio, es decir, no hay adición ni pérdida de individuos por nacimiento, muerte o migración.

Durante los cuatro meses de muestro los datos que aquí se muestran, reflejan que de 72 transectos (3 transectos * 24 cuadrantes), 62 transectos presentaron algún tipo de señal de presencia y ocupación del oso de anteojos dentro del Área Protegida y su zona de influencia (Tabla No 3.); y solo 10 transectos no presentaron ningún tipo de presencia de esta especie. Lo cual nos indica un 86,2 % de transectos con presencia y un 13,8 % de no presencia, según el grafico.

Tabla 2: Tipo de registro y numero de transectos en el monitoreo

TIPO DE REGISTRO	# DE TRANSECTOS	PORCENTAJE %
Avistamiento directo	3	4,16
Caminadero	7	9,72
Comedero	33	45,83
Feto de oso	1	1,38
Heces	9	12,5
Huellas	2	2,77
Rasguño	7	9,72
TOTAL	62	86,08

En las siguientes graficas se presenta el número y tipo de registro en cada uno de los transectos y el porcentaje por cada por cada registro que permitió detectar la presencia y ocupación del oso andino en los cuadrantes seleccionados y recorrdios.

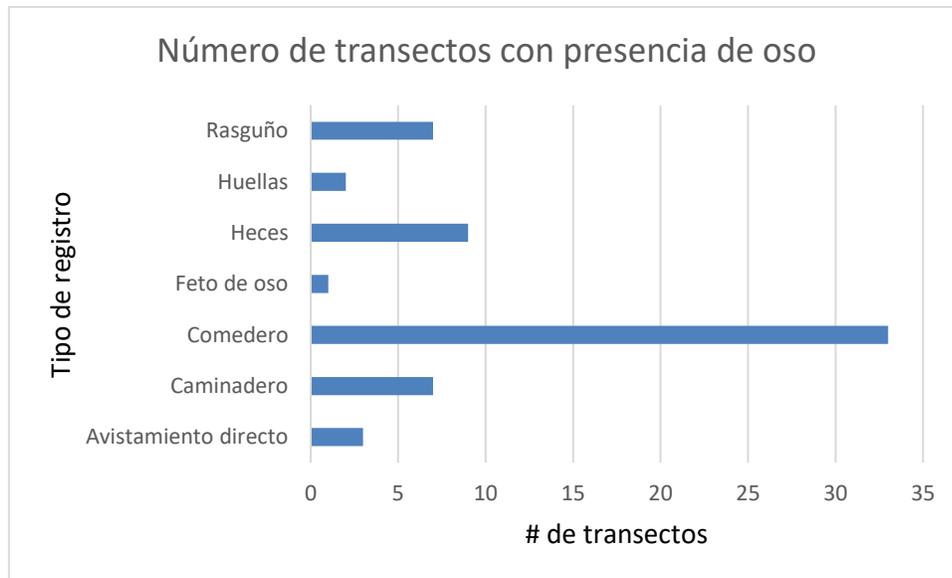


Figura 3: Número y tipo de registro.

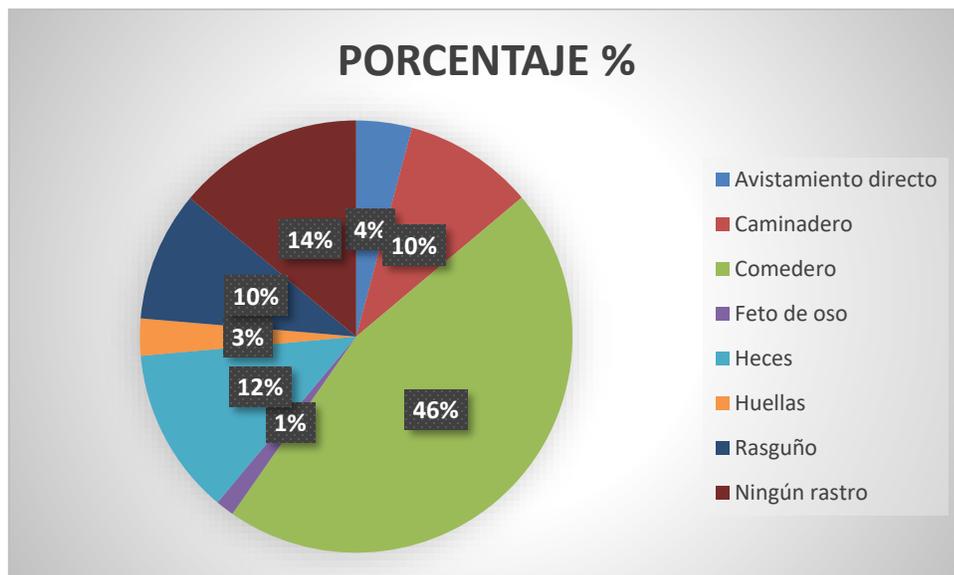


Figura 4: Porcentaje según cada registro.

7.2 Análisis de ocupación del oso andino.

Los registros obtenidos en campo fueron ubicados en una base de datos creada en Excel (figura 5) para poder obtener una organización mas detallada de los mismos, a su vez, se buscaba con esto llevar a cabo un listado sistematizado de las coordenadas y rastros encontrados en campo.

Estructura de datos proporción o cantidad de área ocupada OSO - Microsoft Excel

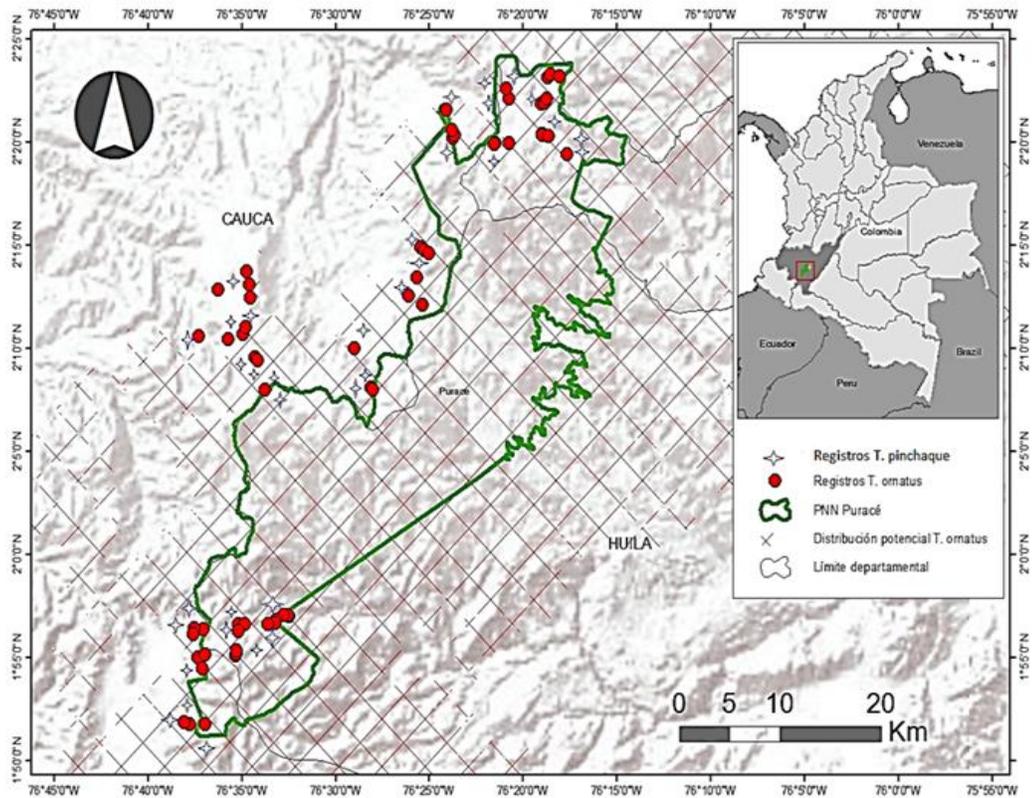
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Area Protegida	Ecosistema	Unidad muestral	Latitud	Longitud	Area	Altitud	Replica	Latitud origen	Longitud origen	Latitud final	Longitud final	Hora inicio
2	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 1	2,3688889	76,34972222	9 km2	3173 msnm	transecto 1	2,3591667	76,35055556	2,3688889	76,34972222	
3	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 1	2,3688889	76,34583333	9 km2	3190 msnm	transecto 2	2,3691667	76,34527778	2,3688889	76,34583333	
4	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 1	2,3772222	76,34833333	9 km2	3184 msnm	transecto 3	2,3766667	76,34944444	2,3772222	76,34833333	
5	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 2	2,3644444	76,31722222	9 km2	3245 msnm	transecto 1	2,3575	76,32166667	2,3644444	76,31722222	
6	PNN Puracé	Bosque Alto	Cuadrante 2	2,3655556	76,31416667	9 km2	3123 msnm	transecto 2	2,3641667	76,315	2,3655556	76,31416667	
7	PNN Puracé	Bosque Alto	Cuadrante 2	2,3688889	76,3125	9 km2	3267 msnm	transecto 3	2,3663889	76,31166667	2,3688889	76,3125	
8	PNN Puracé	Bosque Alto	Cuadrante 3	2,3861111	76,31194444	9 km2	3211 msnm	transecto 1	2,3836111	76,31361111	2,3861111	76,31194444	
9	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 3	2,3883333	76,30916667	9 km2	3234 msnm	transecto 2	2,3875	76,31027778	2,3883333	76,30916667	
10	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 3	2,3869444	76,30111111	9 km2	3279 msnm	transecto 3	2,3888889	76,30361111	2,3869444	76,30111111	
11	PNN Puracé	Bosque Alto	Cuadrante 4	2,34	76,31611111	9 km2	3354 msnm	transecto 1	2,3433333	76,30833333	2,34	76,31611111	
12	PNN Puracé	Páramo	Cuadrante 4	2,3394444	76,31638889	9 km2	3310 msnm	transecto 2	2,3397222	76,31722222	2,3394444	76,31638889	
13	PNN Puracé	Bosque Alto	Cuadrante 4	2,3386111	76,31083333	9 km2	3289 msnm	transecto 3	2,3394444	76,31583333	2,3386111	76,31083333	
		Bosque											

Figura 5: Base de datos en Excel de los registros obtenidos en campo.

Los análisis arrojaron el mapa 3 donde se indican los cuadrantes y sectores en los cuales se identificaron rastros que determinaron la presencia del oso dentro del área protegida y en su zona de influencia más próxima.

Se procesaron los datos compilados en la tabla excel y se le aplicó el programa PRESENCE 10.9. para obtener los análisis requeridos y estimar así información sobre la presencia y ocupación del oso andino.

En el siguiente mapa elaborado por el profesional de SIG de la Dirección Territorial Andes Occidentales del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, se puntualizan los sitios donde se registraron rastros o avistamiento directo del oso andino en el área protegida y su zona de influencia:



Mapa 3: Puntos de referencia de los registros obtenidos en campo del avistamiento directo o rastros del oso andino dentro del área protegida y su zona de influencia.

Con el programa PRECENSE 10,9 usando un modelo para una sola temporada (*Single season model*) en el que se compararon cuatro parametrizaciones, se escogió el modelo inferencial con base en el menor AIC, este es un método cuantitativo para la selección del modelo que mejor se ajusta a los datos y que emplea menor número de parámetros (Buckland *et al.* 2001).

Tabla 3: Modelos de detección

Modelo	Interpretación
<i>1 group, constant p</i>	Detectabilidad constante para todos los sitios y detectabilidad constante entre eventos de muestreo
<i>1 group, survey specific p</i>	Detectabilidad constante para todos los sitios y detectabilidad específica entre eventos de muestreo
<i>2 groups, constant p</i>	Sitios divididos en dos grupos con diferente detectabilidad y detectabilidad constante entre eventos de muestreo
<i>2 groups, survey specific p</i>	Sitios divididos en dos grupos con diferente detectabilidad y detectabilidad específica entre eventos de muestreo

La parametrización que arrojó el menor valor en el criterio de información de Akaike (AIC) para el modelo (tabla 3) fue: “*1 groups, constant p*”, es decir detectabilidad constante para todos los sitios y detectabilidad constante entre eventos de muestreo.

El oso presentó una probabilidad de ocupación de alrededor del 95,94% (IC95%=75,17 – 99,46) en los ecosistemas considerados hábitat disponible para la especie en el área y una probabilidad de detección de 89,76% (IC95%=79,93 – 95,07).

7.3 Presiones

En los muestreos se registraron, las presiones en cada uno de los cuadrantes. El registro con mayor presión fueron de ganadería, agricultura y residuos, que corresponde a la zona norte del Parque, sector de manejo Vedón Alto la Plata. En el mapa 4 de presiones generado, se espacializaron y son las que se verificaron en campo.

Tabla 4: Presiones en los 24 cuadrantes evaluados. 1=presencia y 0=ausencia.

CUADRANTE	TALA	GANADERIA	AGRICULTURA	INCENDIOS	RESIDUOS	REMOCIÓN EN MASA	TURISMO NO REGULADO
1	0	1	0	0	1	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0
4	0	1	0	1	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0	0
6	0	0	1	0	1	0	0
7	0	1	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	1	1	0	0	0	0
22	0	1	1	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	8	6	1	7	3	0



Figura 6: Número de cuadrantes donde se presentaron presiones

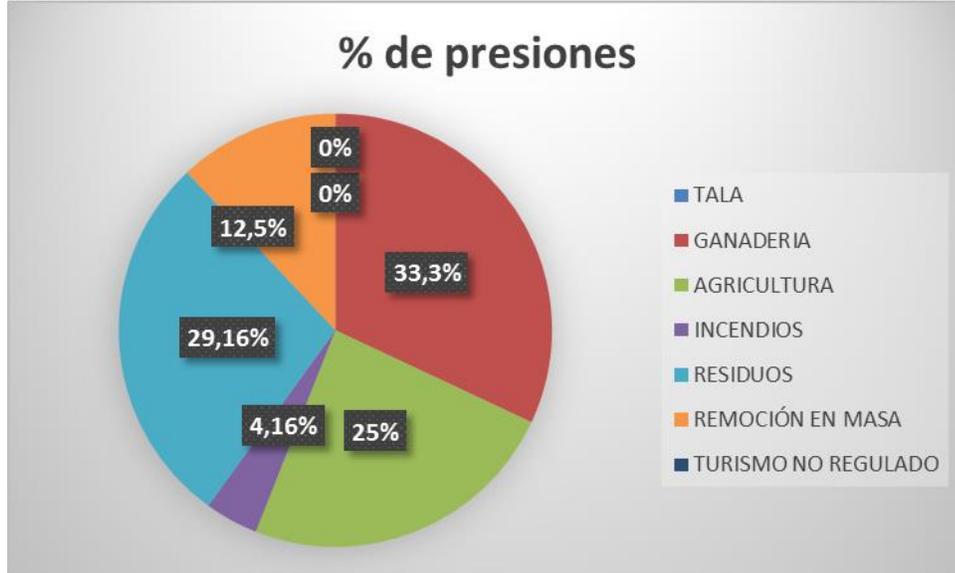
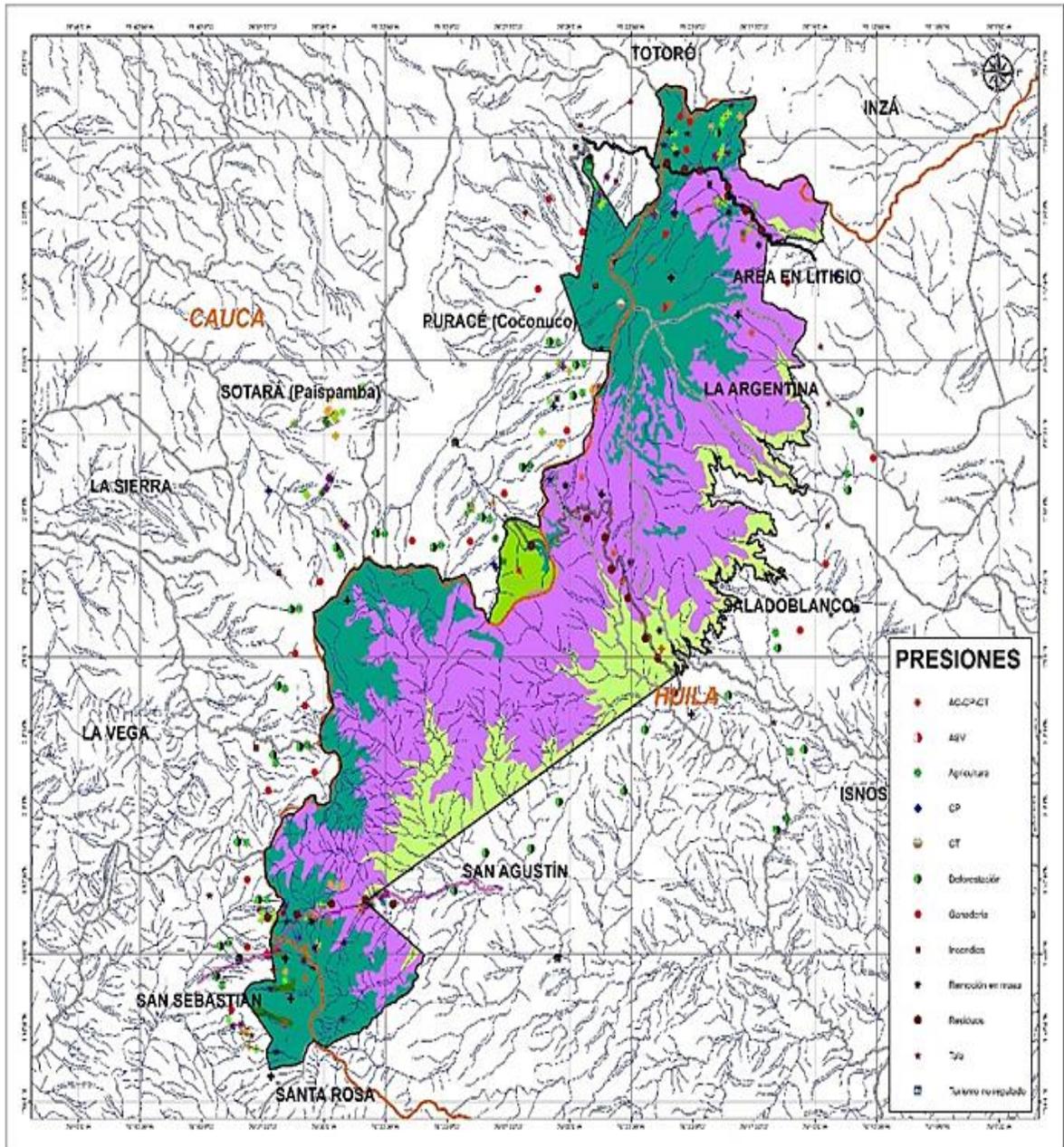


Figura 7: Porcentaje de las presiones encontradas en los cuadrantes evaluados.

Encontramos en la tabla 4 y las figuras 6 y 7 que la ganadería fue la presión que más se presentó en los cuadrantes muestreados, con un total de 8 cuadrantes (cuadrantes: 1, 3, 4, 7, 17, 19, 21 y 22) y un porcentaje del 33,3% de los cuadrantes totales. Seguido encontramos que los residuos sólidos como basuras y demás materiales contaminantes, se presentaron en 7 cuadrantes (cuadrantes: 1, 5, 6, 9, 10, 13 y 15), con un porcentaje del 29,16 % de los cuadrantes totales. La tercera presión que más se identificó fue la agricultura, con un total de 6 cuadrantes (cuadrantes: 3, 5, 6, 18, 21 y 22), con un porcentaje del 25 % de los cuadrantes totales.



Mapa 4: Presiones establecidas con la toma de datos en campo

8. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos, se puede inferir que el oso andino se encuentra presente dentro del Área Protegida con una probabilidad de ocupación del 95,94 % según el AIC analizado y un IC95%=75,17-99,46, y una probabilidad de detección del 89,76% según el AIC analizado y un IC95%=79,93-95,07.

La toma de datos se efectuó en 4 sitios estratégicos como lo muestra el mapa 3, donde se puntualizan los sitios en los que se realizó el muestreo. Estos sitios hacen referencia a 3 zonas del Área Protegida (norte, media sur) y su zona de influencia, además de zonas afectadas por presiones, permitiendonos tener una visión más clara y detallada como punto de partida frente a la definición de la presencia del Úrsido en el Parque Nacional Natural y su zona de influencia.

El oso andino se distribuye a lo largo del PNN Puracé, llegando inclusive a habitar zonas intervenidas por ganadería o agricultura, incluso, provocando inconvenientes entre la comunidad, por una problemática denominada “conflicto oso-hombre” que se ha venido frecuentando con el transcurso de los años, esto claramente demostrado por la constante intromisión del hombre en el habitat de esta especie.

Los rastros mas frecuente para determinar la presencia del oso andino fueron los comederos que se basaban principalmente en piñuelas o chupayas, una especie de bromelia que se encuentra en los páramos, seguido por heces y los caminaderos.

Las presiones que se encontraron en el transcurso de la toma de datos, que se realizó en campo, se pudo evidenciar que la mayoría, se localizan en el departamento del Cauca. Cada una de las presiones que presenta el PNN Puracé influyen en muchos aspectos para la consolidación del Área Protegida y por consiguiente, en la presencia de la especie. Estas presiones mayormente identificadas en el sector de manejo Alto Vedón- La Plata se ha presentado desde hace algunos años, generando dificultades para el manejo del Parque. No obstante,

se ha tratado de mitigar conformando alianzas y acuerdos de conservación con los pueblos indígenas de los resguardos Puracé y Papallata.

En consecuencia, el oso andino que habita los ecosistemas presentes del Área Protegida y su zona de influencia se ven afectados por la presencia de agricultura y ganado, generando competencia por el territorio y alimento (conflicto oso - hombre) ya que un oso andino de acuerdo con algunos estudios tienen un área de distribución por individuo de entre 9 y 16 km².

Melissa Abbud en el año 2009 realizó un estudio junto al equipo del PNN Puracé, para determinar la presencia del oso andino y la danta de montaña por medio del protocolo realizado dentro del programa de monitoreo expuesto por el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, obteniendo como resultado que sí había presencia del mamífero dentro del Área Protegida, sin embargo, este estudio solo se efectuó en la zona norte del Parque y, no se estableció una metodología que permitiera validar los datos por medio de un estudio estadístico para poder inferir de manera argumentativa que el oso efectivamente se encontraba dentro del parque en términos de abundancia.

Jorge Mario Becoche en 2017, por otro lado, realizó un registro de la presencia y abundancia del oso andino (*Tremarctos ornatus*) utilizando cámaras trampa, observación directa, huellas y señales en los bosques andinos y ecosistemas de páramo de la aldea de Gabriel López, municipio de Totoró, departamento de Cauca-Colombia, sitio que se encuentra en la zona de influencia del PNN Puracé. Esta zona la encontramos al norte del Área Protegida, sitio donde se evidencian los mayores problemas por presiones como la ganadería, minería, vías de acceso, turismo no regulado, basuras o residuos sólidos. Sin embargo, el estudio de Jorge Mario, permite estimar que el oso está en constante movimiento abarcando sitios que están en buen estado de conservación, aun sin ser un área protegida, logrando indagar que el corredor biológico que conecta al Parque Nacional Natural Puracé con el Parque Nacional Natural Nevado del Huila está funcionando como conector

para este úrsido. El oso andino es importante para mantener el ecosistema porque juega un papel importante como la dispersión de semillas de plantas nativas y la sucesión de vegetación al crear claros para el crecimiento de nuevas plántulas (Becoche, 2017). De acuerdo con la Lista Roja de la UICN, *Tremarctos ornatus* es una categoría de amenaza Vulnerable (VU), por lo que es urgente tomar medidas para prevenir la extinción local y convertir a los Andes en un objetivo clave de conservación.

Los resultados del trabajo realizado por Jorge Mario Becoche son una aportación al conocimiento de la presencia del oso andino en un área no protegida y hace cumplir la intención de la comunidad de Gabriel López de proteger a esta especie en peligro de extinción en la zona superior de la cuenca del Palacio, donde se encuentra el pueblo de Gabriel López. Sin embargo, el PNN Puracé se encuentra colindante con esta zona, siendo un territorio de influencia para el Área Protegida, por ende es de vital importancia intervenir en las proyecciones a futuro por parte de esta comunidad para conservación del oso andino.

La fragmentación y destrucción del hábitat generan importantes efectos en los procesos ecológicos y las relaciones entre las especies y el ecosistema. La configuración de la cobertura vegetal del paisaje (i.e. conectividad estructural) y la percepción de disponibilidad de recursos (i.e. conectividad funcional) de la especie motiva su desplazamiento dentro del ecosistema. No obstante, las actividades humanas, como la apertura y ampliación de carreteras, avance de la frontera agrícola y ganadera, influyen en las dinámicas de la matriz y afectan el desplazamiento de las especies dentro del paisaje. No obstante, el oso andino, al parecer, ha encontrado una calidad de hábitat óptima para su desarrollo y estabilidad, en el cual encuentra el material alimenticio apropiado para mantenerse en plenitud dentro del PNN Puracé.

Cuando se cuenta con pocos datos en estudios de poblaciones animales, la estimación de ocupación de hábitat (Ψ) es una buena herramienta de estudio, ya

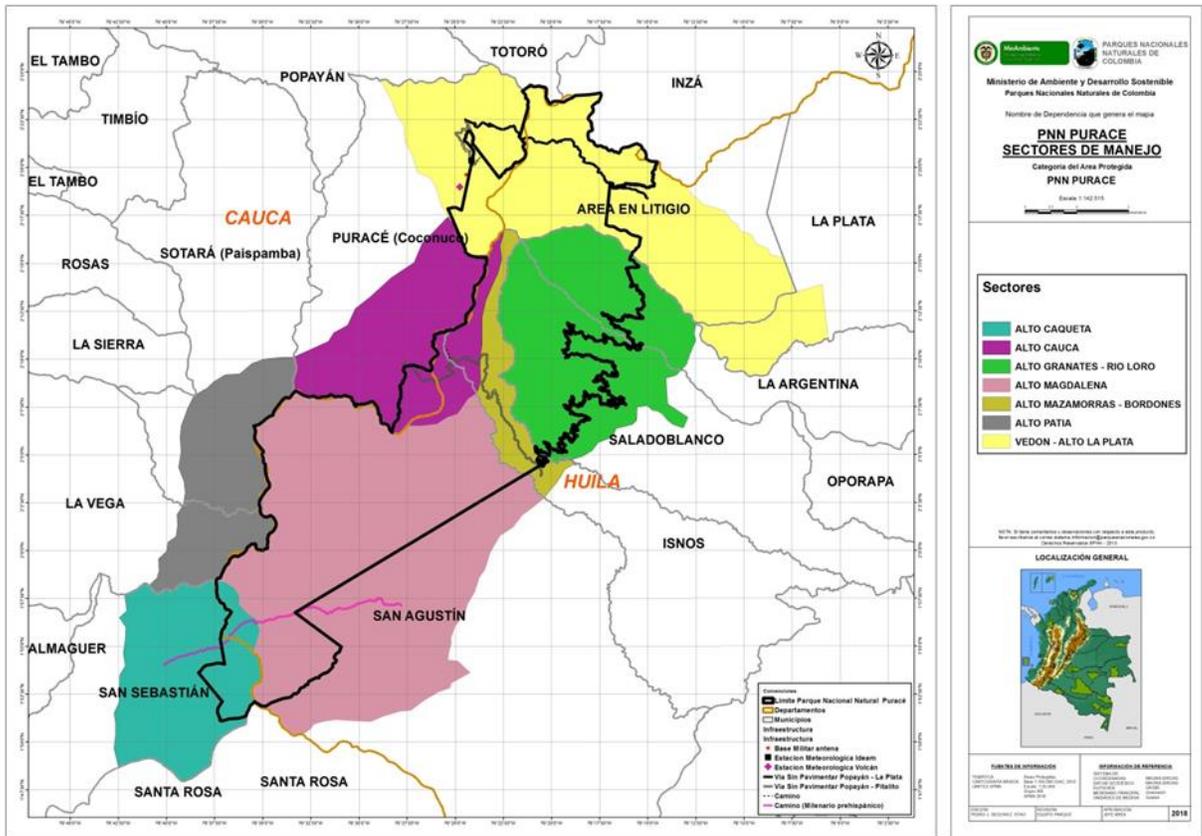
que este parámetro es un subrogado de otros importantes parámetros poblacionales como la abundancia y densidad, que requieren de un elevado número de registros (>80). Debido a que la detectabilidad (p) en animales silvestres no es completa, el uso de los datos crudos genera subestimaciones de ocupación de hábitat. Mediante muestreos repetidos es posible generar estimaciones de detectabilidad y, mediante estas estimaciones, obtener estimadores no sesgados de la ocupación de hábitat.

CONCLUSIONES

Con los resultados de la presencia, ocupación y uso del oso andino en el PNN Puracé y su área de influencia, se pudo establecer una aproximación al estado de conservación del Área Protegida, definida esta, por la presencia de rastros en un alto número de cuadrantes.

El oso andino cumple una función muy importante dentro del ecosistema, siendo una especie sombrilla, con esto nos referimos a que su presencia permite establecer el buen estado de los ecosistemas debido a que es su hábitat, así mismo, convive con otras especies de mamíferos como la danta de montaña, el venado conejo, el venado rojo o soche.

Algunas de las presiones que se presentan, si no se minimizan o se realizan acciones estratégicas pueden llegar a alterar de cierta manera la presencia de la especie llegando a provocar su migración y mortalidad. Una de ellas la presencia de ganadería en el PNN Puracé en varios de los sectores de manejo, pero principalmente, en el sector alto Vedón-La Plata, al norte del Área Protegida (mapa 5), zona de colindancia con el resguardo indígena Puracé donde se viene generando un conflicto por el territorio entre el oso y esta comunidad, lo que muestra una disminución de la especie al parecer por desplazamiento.



Mapa 5: Sectores de manejo del PNN Puracé.

Como estrategia se tiene el trabajo conjunto entre la comunidad y el Parque Nacional Natural Puracé desde hace unos años, con el cual, se pretende mitigar la ganadería en los puntos donde más presión genera, empleando un estilo de fincas funcionales para brindar una mejor y eficaz funcionamiento de esta actividad económica, de esta forma, se le otorga a las personas una herramienta de desarrollo sostenible que simplifique su desarrollo y a la vez, no interfiera con la integridad de los ecosistemas del Área Protegida.

Lo anterior también aplica para la agricultura, que a su vez, también genera una dificultad para la conservación de los recursos naturales, por ende se emplean las fincas funcionales, donde se les enseña a la comunidad a manejar de manera

optima sus actividades economicas dentro de su territorio sin necesidad de abarcar otros.

Este proyecto, permitió de igual manera, validar en campo con observaciones y entrevistas tanto las presiones como las actividades que se realizan para minimizarlas, tales como de educación ambiental y capacitaciones técnicas buscando un mejor convivir con la especie de de producción sostenible para las comunidades.

Estas estrategias de manejo ha fomentado proyectos sobre fincas funcionales ya mencionadas y de coordinación y acuerdos con la comunidad indígena, en donde cambiar de sitios el ganado, a otros terrenos, ha sido fundamental para disminuir la presión sobre el Área Protegida y de recuperación de hábitat del oso andino; todo enmarcado bajo las reglas comunitarias que deben ser llevadas a las instancia de toma de decisiones de la organización indígena.

Este trabajo y sus resultados se deben socializar mostrando los resultados de campo como los análisis detallado de lo que representa el monitoreo y la presencia de esta especie a nivel local, regional, para la toma de decisiones en su manejo y conservación con diferentes actores referentes. De esta forma, se logrará establecer compromisos para mejorar de manera progresiva a corto, mediano y largo plazo, el manejo adecuado del Área Protegida y su zona de influencia, teniendo como soporte la presencia y distribución de esta especie.

La mayor presencia de rastros del oso andino se encontraron en los demás sectores de manejo del Parque, aunque se evidenciaron algunas presiones, estas no fueron significativas para que la especie ocupara estas zonas.

El PNN Puracé, hace parte de un corredor biológico que incluye áreas protegidas como el PNN Nevado del Huila, PNN Cueva de los Guácharos y el PNN Complejo Volcánico Doña Juana, el cual permite un flujo constante de la especie. El estudio realizado permite establecer esa ruta del oso andino que sigue constante a lo largo

del mismo, este es un elemento importante para el programa de monitoreo del Parque, el cual tiene como meta tener una evaluación de los cambios que pueda sufrir la especie con respecto al tiempo.

Los resultados permiten inferir que la especie se encuentra en un hábitat con buen estado de conservación, por consiguiente, los ecosistemas y sus servicios están garantizados, pero se debe hacer un nuevo monitoreo del oso andino dentro de 5 años para mirar su comportamiento y su relación con los ecosistemas.

La especie se encontró mayormente en el ecosistema de bosque alto andino, no obstante, cabe resaltar que en las zonas de páramo también se encuentran rastros o señales muy importantes donde se evidenció la presencia y ocupación de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

- Abbud, Melissa (2009). Programa de monitoreo Parque Nacional Natural Puracé 2009.
- Aldás Portilla, E. A. (2017). Modelamiento ecológico del hábitat del oso de anteojos (*tremarctos ornatus*) en el Parque Nacional Cayambe-Coca mediante el empleo de sistemas de información geográfica (Bachelor's thesis).
- Rodríguez-Páez SA, Reyes L, Rodríguez C, González-Maya JF & Velavargas I.M. 2016. El Oso Andino Guardián de los Bosques. Gobernación de Cundinamarca, Parque Jaime Duque. Bogotá, Colombia.
- Becoche, J. (2017). Registro de la presencia del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en un bosque andino en las laderas occidentales de la Cordillera Central, Totoró-Cauca, Colombia.
- Bonilla, J. M., & Roncancio, N. J. (2016). Programa de monitoreo e investigaciones PNN Puracé. *Parques Nacionales Naturales de Colombia*.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., & Thomas, L. (2001). Introduction to distance sampling estimating abundance of biological populations.
- Castellanos, A., Cevallos, J., Laguna, A., Achig, L., Viteri, P., & Molina, S. (2010). Estrategia nacional de conservación del Oso Andino. *Imprenta Anyma, Quito, Ecuador*.
- CITES. (2009). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, apéndice I, II y III.
- Clevenger, A. P., Wierzchowski, J., Chruszcz, B., & Gunson, K. (2002). GIS-generated, expert-based models for identifying wildlife habitat linkages and planning mitigation passages. *Conservation biology*, 16(2), 503-514.
- Del Moral, F., & Camacaro, F. L. (2011). Registros de ocurrencia del oso andino (*Tremarctos ornatus* Cuvier, 1825) en sus límites de distribución

nororiental y austral. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 13(1), 7-19.

- Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). Estado de los ecosistemas colombianos-2014: una aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. *Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Natural, Bogotá*.
- García-rangel, S. (2012). Andean bear *Tremarctos ornatus* natural history and conservation. *Mammal Review*, 42(2), 85-119.
- Goldstein, I., Velez-Liendo, X., Paisley, S., & Garshelis, D. (2008). *Tremarctos ornatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Available at www.iucnredlist.org.
- Gonzales, F. N., Neira-Llerena, J., Llerena, G., & Zeballos, H. (2016). Small vertebrates in the spectacled bear's diet (*Tremarctos ornatus* Cuvier, 1825) in the north of Peru/Pequeños vertebrados en la dieta del oso andino (*Tremarctos ornatus* Cuvier, 1825) en el norte del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 23(1), 61.
- González-Maya JF, G.-T. R., Urquijo Collazos MM, Zárate Vanegas M & Parra-Romero A (2017). El Oso Andino en el Macizo de Chingaza. *Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá D.C. / EAB-ESP, Corporación Autónoma Regional del Guavio - CORPOGUAVIO, Parques Nacionales Naturales de Colombia (Parque Nacional Natural Chingaza, Dirección Territorial Orinoquía) & Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras – ProCAT Colombia*.
- IUCN. (2013). Red List of Threatened Animals. *IUCN, Gland, Switzerland*.
- Jorgenson, J., Patiño, M., & Silva, L. (2006). Oso de anteojos *Tremarctos ornatus*. *Rodríguez-Mahecha JV, Alberico M, Trujillo F, Jorgenson J (Eds). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Bogotá: Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 381-386.

- Kattan, G., Hernández, O. L., Goldstein, I., Rojas, V., Murillo, O., Gómez, C., . . . Cuesta, F. (2004). Range fragmentation in the spectacled bear *Tremarctos ornatus* in the northern Andes. *Oryx*, 38(2), 155-163.
- Leite Pitman, R., Scott, A., Scott, J., & Apaza, Y. (2008). Manual de la Biología y Conservación del Oso de Anteojos. *Programa Ciencia para todos. Proyecto Pasos para la Vida Silvestre. Recuperado de [http://www.rufford.org/files/Manual% 20Oso% 20de% 20Anteojos. pdf](http://www.rufford.org/files/Manual%20Oso%20de%20Anteojos.pdf).*
- MacKenzie, D. I., & Nichols, J. D. (2004). Occupancy as a surrogate for abundance estimation. *Animal biodiversity and conservation*, 27(1), 461-467.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Andrew Royle, J., & Langtimm, C. A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83(8), 2248-2255.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Royle, J. A., Pollock, K. H., Bailey, L., & Hines, J. E. (2017). *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence*: Elsevier.
- Maravi, E., Norgrove, L., Amanzo, J., & Sissa, A. (2003). Identificación preliminar de prioridades para la conservación del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de montaña (*Tapirus Pinchaque*) en la Subdivisión Perú de la Ecoregión de los Andes del Norte. *World Wildlife Fund-Peru Program Office/Lima*.
- Marcus Rowcliffe, J., Carbone, C., Jansen, P. A., Kays, R., & Kranstauber, B. (2011). Quantifying the sensitivity of camera traps: an adapted distance sampling approach. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(5), 464-476.
- MEa, M. E. A. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island, Washington, DC.
- Mondolfi, E. (1989). Notes on the distribution, habitat, food habits, status and conservation of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus* Cuvier) in Venezuela. *Mammalia*, 53(4), 525-544.

- Peyton, B. (1980). Ecology, distribution, and food habits of spectacled bears, *Tremarctos ornatus*, in Peru. *Journal of Mammalogy*, 61(4), 639-652.
- Peyton, B. (1999). Spectacled bear conservation action plan. *Bears: status survey and conservation action plan*, 157-164.
- Rivadeneira-Canedo, C. (2008). Estudio del oso andino (*Tremarctos ornatus*) como dispersor legítimo de semillas y elementos de su dieta en la región de Apolobamba-Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(1), 29-40.
- Rodríguez-Páez SA, R. L., Rodríguez C, González-Maya JF & Vela-Vargas, & I.M. (2016). El Oso Andino Guardián de los Bosques. *Gobernación de Cundinamarca, Parque Jaime Duque*.
- Rodriguez, A., Gomez, R., Moreno, A., Cuellar, C., & Lizcano, D. J. (2014). Record of a mountain tapir attacked by an Andean bear on a camera trap. *Tapir Conservation*, 23, 24-25.
- Romero, L. M., & Restrepo, H. (2006). DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT DEL OSO ANDINO (*TREMARCTOS ORNATUS*) Y DANTA DE MONTAÑA (*TAPIRUS PINCHAQUE*) EN EL MACIZO COLOMBIANO. . *PROYECTO CONSERVACIÓN DE LOS PARAMOS Y BOSQUES MONTANOS DEL MACIZO COLOMBIANO BIOMACIZO*
- Rowcliffe, J. M., Field, J., Turvey, S. T., & Carbone, C. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45(4), 1228-1236.
- Seber, G. A. F. (1982). *The estimation of animal abundance and related parameters* (Vol. 8): Blackburn press Caldwell, New Jersey.
- Velez-Liendo, X., & García-Rangel, S. (2017). *Tremarctos ornatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2017*.

ANEXOS

ANEXO 1: PFG Charter

ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombre y apellidos del estudiante: José Manuel Bonilla Valencia

Lugar de residencia: Popayán, Cauca, Colombia.

Institución: Parques Nacionales Naturales de Colombia, PNN Puracé.

Cargo / puesto: Profesional de monitoreo e investigaciones.

Información principal y autorización de proyecto	
Fecha:	Nombre de Proyecto: Evaluación de la Presencia, ocupación y uso de hábitat del oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>) en el Parque Nacional Natural Puracé.
Áreas de conocimiento: Biodiversidad, áreas protegidas, sistemas de información geográfica, conservación, integridad ecológica.	Área de aplicación: Sistema de parques nacionales de Colombia, conservación del medio ambiente, educación ambiental.
Fecha de inicio del proyecto: 3 de marzo de 2019	Fecha tentativa de finalización del proyecto: 3 de junio de 2019
Objetivos del proyecto: Objetivo General: Establecer la presencia, ocupación y uso del hábitat del oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>) en el Parque Nacional Natural Puracé, con el fin de plantear estrategias de manejo. Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none">• Analizar la presencia del oso andino en un intervalo de tiempo de 4 a 5 meses dentro del área protegida y su zona de influencia.• Identificar la probabilidad de presencia y detectabilidad del oso de anteojos dentro del área protegida.• Evaluar las amenazas que pueden afectar la presencia, ocupación y uso del hábitat del oso andino en el PNNPuracé.	

<p>Descripción del Proyecto:</p> <p>El Parque Nacional Natural Puracé (PNNP) cuenta con una gran diversidad de especies. El oso de anteojos es un mamífero que se encuentran en estado crítico de conservación, lo cual genera gran preocupación y medidas al respecto. Para estimar la proporción de área usada por el oso en el PNN Puracé y su zona de influencia se usará el método de modelos de ocupación utilizando los registros de presencia recolectados en tres transectos a 20 cuadrantes de 3*3 km (replicas para determinar la proporción de área ocupada en oso), seleccionados aleatoriamente sobre el área de distribución potencial determinada para la especie. El análisis del área usada se desarrollará en el programa PRECENSE 10.9 usando un modelo para una sola temporada (<i>Single season model</i>) en el que se van a comparar cuatro parametrizaciones. Se escogerá el modelo inferencial con base en el menor AIC. El AIC es un método cuantitativo para la selección del modelo que mejor se ajusta a los datos y que emplea menor número de parámetros.</p>
<p>Necesidad del proyecto:</p> <p>El sistema de parques nacionales naturales de Colombia busca soporte de datos que verifiquen el estado de conservación de algunas especies amenazadas con el fin de mitigar las diferentes presiones que vienen desde hace algún tiempo socavando una problemática que afecta la integridad de las áreas protegidas en el país. Se estima que desde hace 30 años se vienen disminuyendo la población del oso de anteojos, lo cual, implica crear estrategias que impidan que esta problemática siga avanzando, hasta el punto de mantener la especie y brindar estado natural óptimo para el bienestar de este mamífero y muchas especies más que ocupan el espacio del área protegida.</p>
<p>Justificación de impacto:</p> <p>El monitoreo del oso de anteojos se realiza con la misión de obtener datos que nos permitan establecer el estado de esta especie en el área protegida y su zona de influencia, con lo cual nos brinda un soporte que permite darle un manejo optimo a la situación logrando mitigar las posibles presiones o afectaciones que pueden llegar a alterar la integridad del mamífero en cuestión.</p>
<p>Restricciones:</p>

- Inclemencias del clima para proceder con los recorridos de monitoreo establecidos dentro de la metodología.
- Sitios de difícil acceso en el área protegida.

Entregables:

- Estado de la especie dentro del área protegida y los cambios que pueda sufrir en un intervalo de tiempo.
- Evaluación de las presiones que pueden estar afectando la presencia del oso de anteojos y cómo actuar frente a estos casos para evitar que se sigan presentando.
- Recomendaciones y parámetros para la conservación de la especie y sobrellevar las problemáticas que pueda afrontar con la comunidad.

Identificación de grupos de interés:

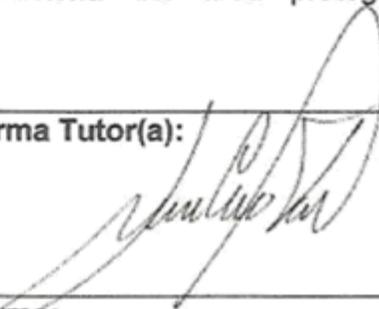
Involucrados directos: Sistema de parques nacionales naturales de Colombia, instituciones no gubernamentales, órganos del gobierno, equipo del Parque Nacional Natural Puracé, Unión Europea.

Involucrados indirectos: Comunidades de los resguardos indígenas que se encuentran en la zona de influencia del área protegida, las corporaciones regionales.

Aprobado por Tutor(a):

Msc Juan Carlos Troncoso Saavedra

Firma Tutor(a):



Estudiante:

José Manuel Bonilla Valencia

Firma:



ANEXO 2: Datos de presencia y ausencia

Los resultados obtenidos fueron organizados en una tabla donde se especifica el cuadrante, transecto, coordenadas y si hubo o no presencia del oso andino en dicho recorrido.

Presencia: 1 - No Presencia: 0

En los transectos con presencia de la especie, solo se muestra la coordenada del punto donde se encontró el rastro; de lo contrario se brindan las coordenadas de inicio y final del transecto realizado.

Tabla 5: Registros de los transectos en cada uno de los cuadrantes.

CUADRANTE	PRESENCIA	COORDENADA	ALTURA
1	Transecto 1: 0	PI:N 2°21'33,5 W 76°21'02,6"	3125
		PF:N 2°22'08,1" W 76°20'59"	3173
	Transecto 2: 1		
	Transecto 3: 1	N 2°22'08,4" W 76°20'45,8" N 2°22'38,1" W 76°20'54,2"	3190 3184
2	Transecto 1: 1	N 2°21'52,6" W 76°19'02,1"	3245
	Transecto 2: 1	N 2°21'56,5" Z W 76°18'51,9"	3123
	Transecto 3: 1	N 2°22'8,6" W 76°18'45,1"	3267

3	Transecto 1: 1	N 2°23'10,4" W 76°18'43,5"	3211
	Transecto 2: 1	N 2°23'18,7" W 76°18'33,8"	3234
	Transecto 3: 1	N 2°23'13" W 76°18'04,7"	3279
4	Transecto 1: 1	N 2°20'24,7" W 76°18'58"	3354
	Transecto 2: 1	N 2°20'22,5" W 76°18'59,3"	3310
	Transecto 3: 1	N 2°20'19,3" W 76°18'39,3"	3289
5	Transecto 1: 0	PI:N 2°20'30,2" W 76°18'20,6"	3214
		PF:N 2°20'14,6" W 76°18'11,8"	3301
	Transecto 2: 0	PI:N 2°20'13,4" W 76°18'9,1"	3257
		PF:N 2°20'04,9" W 76°17'43,1"	3326
	Transecto 3: 0	PI:N 2°20'02,1" W 76°17'40,3"	3241
		PF:N 2°19'43,8" W 76°17'26,3"	3348
6	Transecto 1: 0	PI:N 2°19'32,3" W 76°17'17,3"	3145
		PF:N 2°19'13" W 76°17'31,6"	3263
	Transecto 2: 1	N 2°19'13" W 76°17'31,6"	3211
		PI:N 2°19'13,4" W 76°16'54,8"	3321

	Transecto 3: 0	PF:N 2°18'56,5" W 76°16'50,5"	
7	Transecto 1: 1	N 2°19'59,2" W 76°20'44,7"	3436
	Transecto 2: 1	N 2°19'59,8" W 76°21'29,2"	3487
	Transecto 3: 1	N 2°19'54" W 76°21'33,4"	3452
8	Transecto 1: 0	PI:N 2°21'09,4" W 76°24'11"	3245
		PF:N 2°21'36,8" W 76°24'05"	3213
	Transecto 2: 0	PI:N 2°21'48,2" W 76°24'12,4"	3225
		PF:N 2°22'09,9" W 76°23'36,8"	3301
	Transecto 3: 1	N 2°21'42,5" W 76°23'16,9"	3278
9	Transecto 1: 1	N 2°20'13,5" W 76°23'44,5"	3489
	Transecto 2: 1	N 2°20'21,2" W 76°23'39,4"	3452
	Transecto 3: 1	N 2°20'36,4" W 76°23'47,4"	3378
10	Transecto 1: 1	N 1°56'23,1" W 76°36'61,2"	3499
		N 1°56'26,3" W 76°36'90,3"	3659
	Transecto 2: 1	N 1°56'08,9" W 76°36'93,1"	3585

	Transecto 3: 1		
11	Transecto 1: 1	N 1°56'37" W 76°34'69,3"	3070
	Transecto 2: 1	N 1°56'20,4" W 76°34'49,4"	3151
	Transecto 3: 1	N 1°56'16,3" W 76°35'11,7"	3242
12	Transecto 1: 1	N 1°57'02,9" W 76°32'29,3"	2624
	Transecto 2: 1	N 1°57'03,6" W 76°32'31"	2636
	Transecto 3: 1	N 1°57'04" W 76°32'45,4"	2623
13	Transecto 1: 1	N 1°56'49,2" W 76°33'10,3"	2640
	Transecto 2: 1	N 1°56'41" W 76°33'11,8"	2755
	Transecto 3: 1	N 1°56'37,6" W 76°33'36,1"	2840
14	Transecto 1: 1	N 1°55'02,3" W 76°37'19,2"	3205
		N 1°55'09,3" W 76°36'56,3"	3343
	Transecto 2: 1	N 1°54'28,2" W 76°37'03,9"	3373

	Transecto 3: 1		
15	Transecto 1: 1	N 1°54'68,1" W 76°35'20,6"	3810
	Transecto 2: 1	N 1°54'74,6" W 76°35'17,8"	3803
	Transecto 3: 1	N 1°54'80" W 76°35'16,9"	3884
16	Transecto 1: 1	N 1°51'47,9" W 76°36'57,3"	3530
	Transecto 2: 1	N 1°51'47,6" W 76°37'46,4"	3269
	Transecto 3: 1	N 1°51'52,6" W 76°38'03,4"	3255
17	Transecto 1: 0	PI:N2,1736111W76,49305556 PF:	3061
	Transecto 2: 1	N2,1755556W76,49416667 N 2,1352778 W76,46833333	3096 3094
	Transecto 3: 1	N 2,1333333 W76,46666667	
18	Transecto 1: 1	N 2,1666667 W76,48333333 N 2,1666667 W76,48333333	2997 2993
	Transecto 2: 1	PI: N2,1805556 W76,4875	3039

	Transecto 3: 0	PF: N2,1858333W76,50194444	
19	Transecto 1: 1 Transecto 2: 1 Transecto 3: 1	N 2,2483333 W76,42388889 N2,2461111 W76,42111111 N 2,2438889 W76,41694444	3439 3465 3478
20	Transecto 1: 1 Transecto 2: 1 Transecto 3: 1	N 2,2094444 W76,43527778 N 2,2022222 W76,42305556 N 2,2241667 W76,4275	3408 3463 3423
21	Transecto 1: 1 Transecto 2: 1 Transecto 3: 1	N 2,1766667 W76,62111111 N 2,2144444 W76,60361111 N 2,2288889 W76,57861111	2576 2974 3414
22	Transecto 1: 1 Transecto 2; 1	N 2,1591667 W76,57138889 N 2,1333333 W76,56222222 N 2,1569444 W76,56861111	3666 2985 2968

	Transecto 3: 1		
23	Transecto 1: 1 Transecto 2: 1 Transecto 3: 1	N732166,391 W1053700 N732605,03 W1055135,485 N733237,495 W1055369,204	
24	Transecto 1: 1 Transecto 2: 1 Transecto 3: 1	N735864,742 W1055845,546 N737044,656 W1055774,214 N737036,704 W1055721,647	

ANEXO 3. Material fotográfico de rastros encontrados del oso andino

Cuadrante 1 – Transecto 2 – Planta masticada



Cuadrante 2 – Transecto 1 - Heces



Cuadrante 1 – Transecto 3 – Planta masticada



Cuadrante 2 – Transecto 2 – Plantas masticadas



Cuadrante 3 – Transecto 3 – Plantas masticadas.



Cuadrante 3 – Transecto 2 – Plantas masticadas.



Cuadrante 4 – Transecto 1 – Plantas masticadas



Cuadrante 3 – Transecto 3 - Caminadero



Cuadrante 4 – Transecto 1 – Rasguño



Cuadrante 4 – Transecto 3 – Plantas masticadas



Cuadrante 4 – Transecto 2 – Plantas masticadas



Cuadrante 6 – Transecto 2 – Plantas masticadas



**Cuadrante 7 – Transecto 1 -
Rasguño**



Cuadrante 7 – Transecto 3 - Heces



**Cuadrante 7 – Transecto 2 – Plantas
masticadas**



**Cuadrante 8 – Transecto 3 – Plantas
masticadas**



Cuadrante 9 – Transecto 1 – Plantas masticadas



Cuadrante 9 – Transecto 3 - Heces



Cuadrante 9 – Transecto 2 – Plantas masticadas



Cuadrante 10 – Transecto 1 – Plantas masticadas



**Cuadrante 10 – Transecto 2 –
Plantas masticadas**



**Cuadrante 11 – Transecto 1 –
Plantas masticadas**



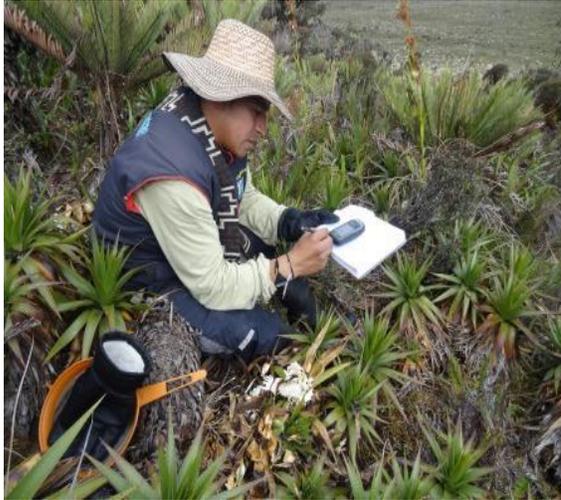
**Cuadrante 10 – Transecto 3 –
Plantas masticadas**



**Cuadrante 11 – Transecto 2 –
Plantas masticadas**



**Cuadrante 11 – Transecto 3 –
Plantas masticadas**



**Cuadrante 12 – Transecto 2 -
Huellas**



**Cuadrante 12 – Transecto 1 -
Huellas**



**Cuadrante 12 – Transecto 3 –
Plantas ramoneadas**



Cuadrante 13 No se registraron imágenes por las fuertes lluvias

Cuadrante 14 – Transecto 1 – Avistamiento directo



Cuadrante 14 – Transecto 2 – Avistamiento directo



Cuadrante 14 – Transecto 3 – Avistamiento directo



Cuadrante 15 – Transecto 1 - Heces



**Cuadrante 15 – Transecto 2 -
Caminaderos**



**Cuadrante 16 – Transecto 1 – Feto
de oso**



**Cuadrante 15 – Transecto 3 –
Plantas maticadas**



**Cuadrante 16 – Transecto 2 -
Comedero**



**Cuadrante 16 – Transecto 3 -
Caminadero**



ANEXO 4: Cronograma de trabajo

Actividades Generales	2017	2018	2019	2020
Selección de Cuadrantes de muestreo con el equipo de trabajo del PNN Puracé		X		
Capacitación a contratistas y funcionarios del PNN Puracé	X	X		
Etapas de premuestreo		X		
Implementación del estudio		X	X	
Análisis de la información			X	
Socialización de resultados				X