

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL DEL OSO ANDINO (*Tremarctos ornatus*) EN LAS ESTRIBACIONES OCCIDENTALES DE LA RESERVA DE BIOSFERA MACIZO DEL CAJAS”.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

JORGE ENRIQUE NARVÁEZ ALBARRACÍN.

C.I. 0107043911

DIRECTOR:

BLGO. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ KARSTE. MSc.

C.I. 0102410495

CUENCA – ECUADOR

2017



RESUMEN

Éste es el primer estudio realizado sobre el oso andino dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas. Se instalaron veinte cámaras trampa distribuidas en los bosques: Las Américas, Palmas y Rocafuerte. Se obtuvieron 43 eventos de captura con un total de 499 archivos visuales. Se contabilizaron 363 fotografías y 136 videos, de los cuales 30 fotos (8.26%) y 37 videos (27.20%) fueron los archivos utilizados para la identificación. La identificación se la realizó mediante el análisis de las características morfológicas del patrón de las marcas faciales y pectorales. El programa CAPTURE estimó una población de 7 individuos con un error estándar de 3.06. El análisis del posible hábitat físico mostró que existen aproximadamente 1006.81 Km² de Bosque Montano, Bosque Siempreverde y Matorral, que representan el 67.40% del área de estudio. Dado el bajo número de capturas en las estaciones de Palmas y Rocafuerte, la información sobre los movimientos individuales de los osos y sus patrones de actividad son limitadas por lo que, continuar y aumentar el monitoreo estableciendo más estaciones dentro del área propuesta se hace necesario para una mejor recopilación de datos que complemente esta información y así poder diseñar medidas de conservación para esta especie.

Palabras Clave: oso andino, estimación poblacional, cámaras trampa, *Tremarctos ornatus*, identificación individual, Biosfera Macizo del Cajas, Andes, Ecuador.



ABSTRACT

This is the first study carried out on the andean bear within the Macizo del Cajas Biosphere Reserve. Twenty camera traps were installed and distributed in the forests: Las Américas, Palmas, and Rocafuerte. Were obtained 43 capture events with a total of 499 visual files. 363 photographs and 136 videos were counted, of which 30 photos (8.26%) and 37 videos (27.20%) were the files used for identification. The identification was made through the analysis of the morphological characteristics of the pattern of facial and pectoral marks. The CAPTURE program estimated a population of 7 individuals with a standard error of 3.06. The analysis of the possible physical habitat showed that there are about 1006.81 Km² of Montane Forest, Evergreen Forest, and Matorral, which represent 67.40% of the study area. Given the low number of catches at the Palmas and Rocafuerte stations, information on the individual movements of bears and their activity patterns are limited, so continuing and increasing monitoring by establishing more stations within the proposed area is necessary for a better data collection that complements this information and thus be able to design conservation measures for this species.

Key words: andean bear, population estimate, camera traps, *Tremarctos ornatus*, Biosphere Macizo del Cajas, Andes, Ecuador.



CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS.....	14
Objetivo General:	14
Objetivos Específicos:.....	14
2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1 Descripción del área de estudio	15
2.2 Metodología.....	18
2.3 Análisis de fotografías	21
2.4 Análisis de datos	22
3. RESULTADOS	23
3.1 Identificación Individual	25
3.2 Análisis programa CAPTURE.....	41
3.3 Análisis hábitat físico.....	41
4. DISCUSIÓN	42
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	48
ANEXOS	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio y uso de suelo.	16
Figura 2: Distribución de las cámaras-trampa en el Bosque de las Américas..	19
Figura 3: Distribución de las cámaras-trampa en el Bosque Palmas	20
Figura 4: Distribución de las cámaras-trampa en el Bosque Rocafuerte	20
Figura 5: Características utilizadas para la identificación del oso andino. Vista lateral y frontal	22
Figura 6: Ilustración de las marcas faciales del individuo OA1	26
Figura 7: Ilustración de las marcas faciales del individuo OA2	30
Figura 8: Ilustración de las marcas faciales del individuo OA3	33
Figura 9: Ilustración de las marcas faciales del individuo OA4	36
Figura 10: Ilustración de las marcas faciales del individuo OP1	39
Figura 11: Ilustración de las marcas faciales del individuo OR1	40



ÍNDICE DE TABLAS


Tabla 1: Marca, modelos y calidad de fotografías y videos de las cámaras trampa usadas en el estudio	18
Tabla 2: Archivos visuales obtenidos durante el estudio.....	24
Tabla 3: Número días de trampeo, total de detecciones por estación y cantidad de osos Identificados y No Identificados	24
Tabla 4: Número de detecciones por mes en las estaciones Américas, Palmas y Rocafuerte, desde Agosto de 2015 a Agosto 2016	24
Tabla 5: Clasificación de la cobertura vegetal del área de estudio.....	41



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Jorge Enrique Narváez Albarracín, autor de la tesis "ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL DEL OSO ANDINO (*Tremarctos ornatus*) EN LAS ESTRIBACIONES OCCIDENTALES DE LA RESERVA DE BIOSFERA MACIZO DEL CAJAS", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 29 de junio de 2017



Jorge Enrique Narváez Albarracín

C.I.: 0107043911



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Jorge Enrique Narváez Albarracín, autor de la tesis "ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL DEL OSO ANDINO (*Tremarctos ornatus*) EN LAS ESTRIBACIONES OCCIDENTALES DE LA RESERVA DE BIOSFERA MACIZO DEL CAJAS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 29 de junio de 2017

Jorge Enrique Narváez Albarracín

C.I: 0107043911



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por nunca dejarme solo por siempre estar conmigo. Dios y ustedes siempre en mí.

Un agradecimiento sincero al Blgo. Francisco Sánchez Karste, por su motivación y por haber confiado en mis capacidades.

A la empresa pública ETAPA EP, quienes me proporcionaron la información para poder realizar este trabajo.



DEDICATORIA

Principalmente a mis padres Enrique y Teresa por ser el ejemplo de lucha y constancia en las adversidades, y por el apoyo incondicional a través de todos estos años. Ustedes trazaron el camino, me dieron las oportunidades, eso es algo invaluable que jamás olvidaré. Los amo.

A mis hermanos Edwin y Mayra por su constante motivación, sus palabras de aliento y por mostrarme el verdadero valor de la familia y aun que la distancia nos separe hoy, mi corazón está con ustedes.

A Mauricio I, Nicole M, Fernanda P, Sisa, Daniel R, Micaela M, Mayra P, por su gran apoyo y sincera amistad.

A nuestra madre tierra por brindarnos tanto.



1. INTRODUCCIÓN

El oso andino conocido también como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), además de ser el único representante viviente de la subfamilia Tremarctinae (Kurten, 1966; Thenius, 1976), es el mamífero más grande de las estribaciones andinas y la única especie de oso asociada a la cordillera de los Andes (Castellanos et al., 2010). Un macho adulto puede llegar a pesar entre los 140 y 200 Kg, y a medir entre 1.8 y 2 m desde la punta de la nariz hasta la cola, mientras que una hembra generalmente mide 1.40 m y pesa en promedio 65 Kg (Torres, 2011). Cuenta con abundante pelaje negro y con una mancha blanca cuyo patrón es muy variable y único en cada individuo (Cuesta et al., 2001), que puede cubrir todo el rostro, cuello y pecho, o estar totalmente ausente (Mondolfi, 1989).

Son animales solitarios y pueden estar activos a cualquier hora del día, son excelentes trepadores y pasan gran cantidad de tiempo en las ramas más altas de los árboles en plataformas construidas con ramas y hojas semejantes a nidos en donde se alimentan o descansan (Torres, 2011). Son omnívoros, cuya dieta está basada en plantas fibrosas (bromelias terrestres), epífitas, frutos, savias y bulbos, y por animales como roedores, aves, venados (Cuesta et al., 2001) y en algunos casos tapires (Rodríguez et al., 2014).

Su etapa de reproducción se da entre marzo y octubre, indicando su capacidad de reproducirse en diferentes épocas (Peyton, 1999). Las crías nacen entre diciembre y enero (Peyton, 1980), meses antes de la época de más lluvias y mayor producción de frutos (julio a septiembre), permitiéndoles tener edad suficiente para acceder a los alimentos. Las hembras pueden reproducirse desde los cuatro años de edad y su período de gestación está comprendido entre los 160 y 255 días, generalmente nacen dos crías, con un peso promedio por cría de 300 y 330 gramos, los cuales durante el primer año permanecen junto a su madre (Peyton 1999).

Esta especie se la considera como una “especie paraguas” pues ayuda a llevar a acabo procesos orientados a la conservación, es clave en el manejo y



la conservación de la riqueza biológica (muchas de ellas endémicas) en los hábitats andinos en los que está presente debido a sus amplios requerimientos de espacio; también por el rol que mantienen en procesos ecológicos fundamentales como potencial dispersor de semillas, modificador de la vegetación, predador de mamíferos pequeños y medianos; y a su gran carisma (Cuesta, 2000; Ríos-Uzeda et al., 2007).

En el Ecuador, ocupan un área aproximada de 58 000 km² de los cuales 19 000 km² se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), sin embargo, muchas de estas áreas resultan pequeñas para albergar poblaciones viables de esta especie (Peralvo et al., 2005). Su presencia está asociada a la cordillera andina, sus estribaciones y la Amazonía (Tirira, 2007), prefiriendo los sitios de alta elevación (Ríos-Uzeda et al., 2006).

La región sur de los andes ecuatorianos, donde se sitúa el área de estudio, es una zona diversa en ecosistemas por las condiciones climáticas, su topografía inclinada o por su rango altitudinal y latitudinal. Los diferentes tipos de vegetación y la composición florística a nivel de especies tienden a ser diferente a la del norte del país. El área de estudio cuenta con las siguientes coberturas vegetales:

- **Bosque siempreverde**, tiene alto endemismo florístico, sus árboles alcanzan los 30 m de altura, con una gran concentración de epífitas y un sotobosque arbustivo y herbáceo abundante en las familias *Araceae*, *Heliconiaceae*, *Cyclanthaceae*, *Piperaceae*, *Orchidaceae* y *Gesneriaceae* (Galeas et al., 2010);
- **Bosque montano** que cuenta con árboles cargados de musgos y alta diversidad de orquídeas, helechos y bromelias. Se caracterizan por su humedad constante, son fuente de recarga hídrica para los territorios que están aguas abajo. Tienen alta diversidad y endemismo (Galeas et al., 2010).
- **Matorral**, que comprende los valles relativamente húmedos en el callejón interandino. Ha sido reemplazado por cultivos y por bosques de *Eucalyptus globulus*. Contribuyen al desplazamiento de la fauna silvestre



entre las dos cordilleras pues son refugios para aves y mamíferos que migran (Galeas et al., 2010);

Este estudio se deriva del proyecto de “Monitoreo de Mastofauna Terrestre Media y Grande de los bosques montanos del Macizo Cajas”, que realiza la empresa pública ETAPA EP desde el año 2010, en donde se emplean el trapeo con cámaras, pues durante los últimos 25 años, estas se han convertido en una herramienta común en el campo de la biología y particularmente en investigaciones de fauna silvestre debido a sus grandes resultados y por ser un método no invasivo (Chávez et al., 2013). Estudios del oso andino con cámaras trampa han servido para obtener información sobre el estudio de conducta, movimiento y distribución de la especie (Goldstein & Márquez, 2004), estimaciones de abundancia (Ríos-Uzeda et al., 2007) y monitoreo (Goldstein et al., 2013) en países como Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia, por Wildlife Conservation Society (WCS), desde el año 2002.

Las cámaras trampa son dispositivos que integran una cámara fotográfica digital, sensores de movimiento y de calor, con el objetivo de obtener datos audiovisuales de animales cuando pasan por delante de la cámara y son colocadas en lugares remotos. Se utilizan baterías que pueden durar algunos días o meses y tarjetas de memoria para guardar fotografías y videos que ayudan a distinguir los patrones faciales únicos en cada individuo registrado (Peyton, 1999; Roth, 1964).

Para la estimación poblacional se utilizó el programa CAPTURE, este es un software muy utilizado para estimar abundancias de carnívoros mediante cámaras-trampa, y ya ha sido usado con poblaciones de osos andinos en Bolivia (Ríos-Uzeda et al., 2006) y en el Parque Nacional Sangay en Ecuador (Landázuri, 2012). Tiene un modelo de selección de algoritmos que examina el conjunto de datos a través de una serie de pruebas en busca de efectos de tiempo, comportamiento y heterogeneidad (Otis, Burnham, White, & Anderson, 1978).



Este programa no genera una cifra exacta sino que estima el número de individuos que podrían ocupar un hábitat en términos estadísticos robustos (Otis et al., 1978; White, 1982), pues brinda una probabilidad de captura ($P\text{-hat}$) que debe ser de al menos 0.1 para realizar una estimación confiable del tamaño poblacional, un error estándar (SD) de la estimación de la abundancia y un intervalo de confianza de 95%, los cuales expresan el grado de confiabilidad que se tiene sobre los datos y son importantes al momento de determinar cómo se interpretan los mismos (Otis et al., 1978; White, 1982).

El oso andino enfrenta diferentes amenazas relacionadas a la presencia humana, particularmente degradación y destrucción de hábitats, fragmentación de poblaciones, incendios forestales y cacería (Kattan et al., 2004) como resultado de la colonización y de la expansión de la frontera agrícola y ganadera, a lo que se suma la falta de valoración y conocimiento sobre la distribución y situación poblacional de la especie (Peyton, 1999). Estos hábitats se han reducido principalmente en el sector occidental de la cordillera andina y poblaciones de osos podrían estar aisladas en remanentes pequeños y medianos (Kattan et al., 2004).

Su estado de conservación a nivel global es de Vulnerable (categoría A4cd) ("IUCN," 2015) y en el país desde el año 2001 es una especie considerada en el *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador* como "en peligro de extinción" (Cuesta & Suárez, 2001; Tirira, 2007). Sin embargo, la pérdida del hábitat continua a un ritmo del 2 – 4 % anualmente y según la IUCN para el 2030 la especie reunirá los criterios necesarios para considerarlo como una especie en peligro de extinción a nivel mundial (Goldstein et al., 2008). La cacería furtiva se la realiza para conseguir partes del oso andino que son utilizadas con fines medicinales o para rituales (Yerena, 1999), también algunos cachorros son capturados y vendidos (Jorgenson & Sandoval, 2005). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) lo contempla dentro del Apéndice I, lo cual significa que el comercio del animal o de sus partes está prohibido.

Se estima que sus poblaciones en Ecuador se han reducido en un 25%, además de tener un tamaño poblacional pequeño (menos de 2500 individuos



adultos) y ninguna subpoblación supera los 250 individuos maduros (Cuesta & Suárez, 2001). Estas cifras de la población de osos son producto de modelamientos generalizados de hace más de 10 años y considerando la influencia de aspectos ecológicos y antrópicos dicha población podría ser diferente a lo reportado e incluso podría estar decreciendo (Castellanos et al., 2010). La diversidad genética de esta especie es baja en su rango de distribución en Ecuador (Castellanos, 2003; Ruiz-García et al., 2005; Viteri, 2007; Viteri & Waits, 2009) por lo que es necesario incorporar áreas en los planes de conservación, así se podría garantizar un adecuado flujo genético entre las subpoblaciones presentes en las áreas protegidas (Castellanos et al., 2010).

La poca información sobre el estado poblacional del oso andino a nivel nacional, no favorece a la creación de un plan de monitoreo a futuro, por lo que es imprescindible generar datos sobre la situación poblacional en el interior de áreas protegidas, además se requiere incrementar información sobre su ecología en otras zonas de distribución (Cuesta, 2000), pues es vital para evaluar el estado de conservación o el riesgo de extinción de la especie.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Estimar el tamaño de la población del oso andino en las estribaciones occidentales del macizo del Cajas a partir de información de trampeo con cámaras.

Objetivos Específicos:

- I. Registrar las características físicas de los individuos de la población.



- II. Obtener el área aproximada del posible hábitat físico del oso andino en las estribaciones occidentales de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas.
- III. Recolectar información sobre la actividad y el desplazamiento de los OSOS.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio está dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas, declarada como tal, el 29 de mayo de 2013 por el Programa del Hombre y la Biosfera-MAB de la UNESCO. Es un lugar que aísla un gran espacio montañoso debido a los profundos cañones que forman los ríos Cañar al Norte y Jubones al Sur de la Reserva. Es además un espacio generador de procesos naturales, económicos y sociales con una diversidad de culturas y ecosistema (Rodríguez, et al., 2014)

El estudio está centrado al sur de la Cordillera Occidental de los Andes ecuatorianos, en la zona de estribación occidental de la Cordillera de los Andes del Macizo del Cajas, principalmente en los cantones Cuenca, Santa Isabel, Pucará, Camilo Ponce Enríquez de la provincia del Azuay y en menor proporción en los cantones Cañar y Naranjal pertenecientes a las provincias de Cañar y Guayas respectivamente, abarcando una extensión aproximada de 1 493.9 km² (149 390 ha) cerca del 15.3% del total de la Reserva de Biosfera, limitando al norte por el Río Corazón en la provincia del Cañar y al sur por el Río Tenguel en la provincia del Azuay (Figura 1). Tiene un rango altitudinal de entre los 1 000 y los 3 600 m.s.n.m. y una temperatura anual promedio de 15°C (Sánchez, 2013).

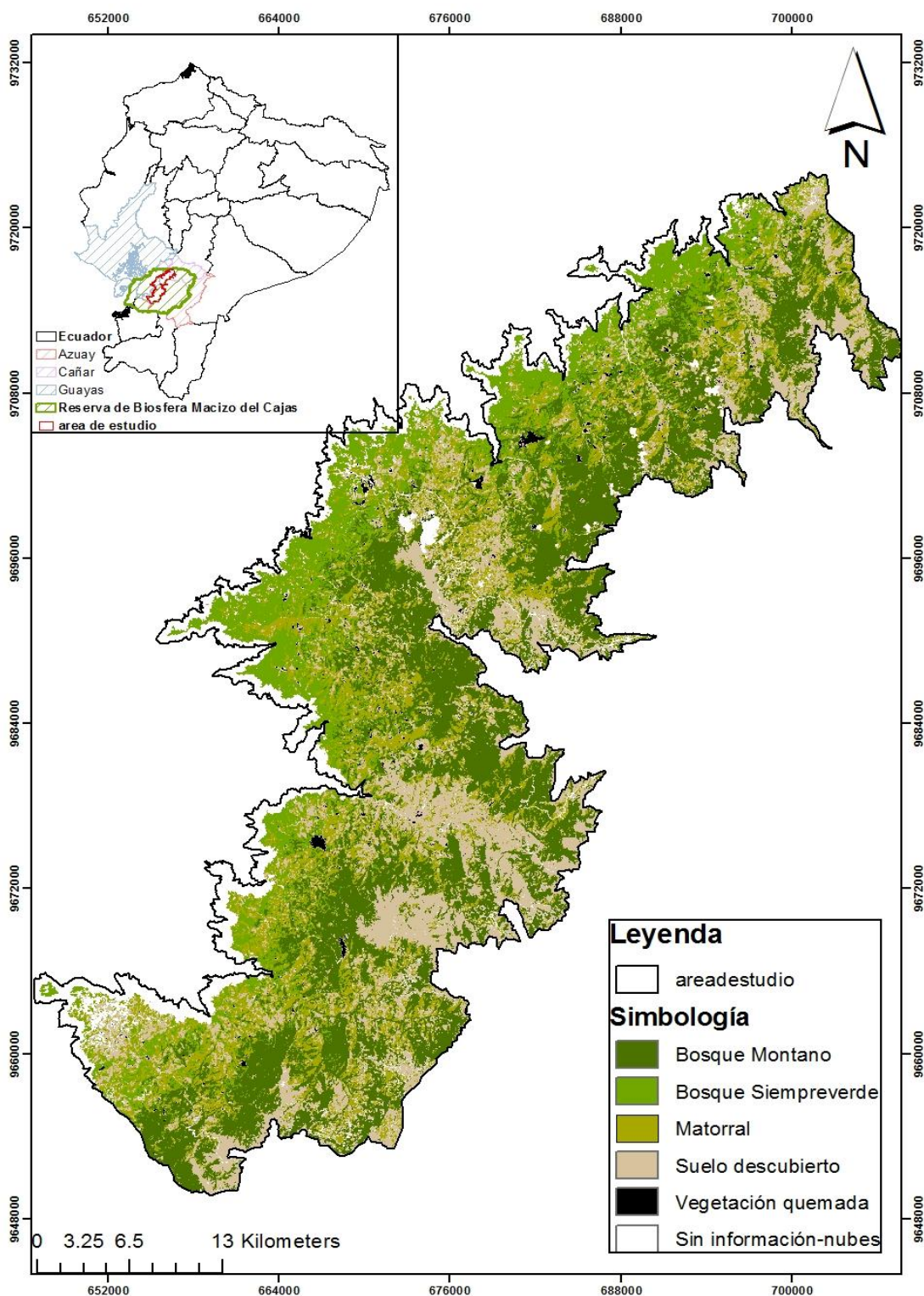


Figura 1. Área de estudio y uso de suelo. Estribaciones occidentales de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas.

WGS84 Zona 17 Sur

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: Programa de biodiversidad Sub-Gerencia – Parque Nacional CAJAS ETAPA-EP.



El área de estudio cuenta tres estaciones de muestreo:

- Bosque Las Américas que tiene una extensión aproximada de 5.6 Km² (564 ha) y un rango altitudinal que va desde los 2 080 a los 3 560 m.s.n.m, junto a los poblados de Corazón de María, Chaucha y Naranjos (Figura 2);
- Bosque Palmas con una extensión de 6 Km² (603 ha) y un rango altitudinal de 2 000 – 3 000 m.s.n.m se encuentra junto a los poblados de San José de Huigra, San Felipe de Molleturo y Arquillo (Figura 3); y
- Bosque Rocafuerte cuya extensión es de 13.2 Km² (1320 ha) y un rango altitudinal de 1 950 a 3 540 m.s.n.m junto a los poblados de San José de Huigra y Arquillo (Figura 4).

Dichos bosques se consideran como sitios de refugio, descanso, apareamiento y alimentación disponible para el oso andino durante todo el año (Ríos-Uzeda et al., 2006), estos forman parte del programa de monitoreo de mastofauna desarrollado por la empresa pública ETAPA EP en convenio con los dueños de los terrenos con el fin de conservar y estudiar los mamíferos que habitan la zona para generar conocimiento y una mayor relevancia a estos terrenos que son de ocupación permanente.

El Bosque Las Américas, fue el primer sitio en obtener un convenio, esta estación se encuentra activa desde el año 2010 pero para efectos del estudio se usaron los datos obtenidos a finales de Julio de 2013 que fue en donde se registró por primera vez la presencia del oso andino. El segundo convenio en lograrse fue el del Bosque Palmas, esta estación comenzó a funcionar en Abril de 2014 y el más reciente convenio fue el del bosque Rocafuerte que inició en Agosto de 2015.

Cerca de las áreas en cuestión se encuentran el Parque Nacional Cajas y el Área de Recreación Quimsacocha, áreas naturales que mantienen importantes remanentes ecosistémicos con posibilidad de conectividad con otras áreas que pueden garantizar su integridad y mayor disponibilidad de hábitats para la biodiversidad.

2.2 Metodología

La metodología utilizada para este estudio es conocida como *captura-recaptura*, la cual se basa en una población abierta, es decir, este método considera que algunos individuos tienen períodos de migraciones, apareciendo en ciertas épocas y estando ausentes en otras. Las cámaras trampa son un método no invasivo que permite realizar el estudio sin causar perturbaciones en la fauna y obtener registros audiovisuales en cualquier momento ya que los equipos permanecen en el campo y son revisados mensualmente.

Se utilizaron 20 cámaras-trampa (10 cámaras *Bushnell* modelo *Trophy Cam HD*, 5 cámaras *Ltl Acorn* modelo 6210 y 5 cámaras *Ltl Acorn* modelo 6310) (Tabla 1), con similares características fotográficas y de video. Estas cámaras se activan por sensores de calor y movimiento. Se programaron para permanecer activas 24 horas y para realizar tres fotografías por evento de captura, es decir tres fotografías por cada objeto que cruce en el ángulo de captura de las imágenes, con un segundo de intervalo entre cada evento de disparo. Para grabaciones de video se programaron videos de 10, 30 y 60 segundos dependiendo del modelo de cámara con 1 segundo de intervalo.

Tabla 1. Marca, modelos y calidad de fotografías y videos de las cámaras trampa usadas en el estudio.

Modelo	Cantidad	Calidad fotográfica	Calidad de video
<i>Bushnell Trophy Cam HD</i>	10	8.0 Mp	1 280 x 720 p
<i>Ltl Acorn 6210</i>	5	5.0 Mp	1 280 x 720 p
<i>Ltl Acorn 6310</i>	5	5.0 Mp	1 280 x 720 p

La calidad fotográfica es medida en megapíxeles (Mp), la calidad de video es medida en píxeles (p). *Bushnell*, modelo *Trophy Cam HD*, *Ltl Acorn* modelo 6210 y 6310.

Las cámaras-trampa se sujetan a los troncos de árboles mediante un cable de acero, a una altura entre 40 – 60 cm del suelo, dependiendo de la inclinación del tronco del árbol y/o del terreno, con un campo de acción directa de unos 15 metros de radio y un campo de visión de (field of view) FOV=50°. Se identificaron en el mapa los sitios ideales para colocar las cámaras-trampa

evitando los vacíos. En la estación de las Américas se ubicaron 10 cámaras trampa en un transecto de 2.5 Km de longitud (Figura 2). En la estación de Palmas se ubicaron 6 cámaras trampa en un transecto de 1.5 Km de longitud (Figura 3) y en la estación de Rocafuerte se ubicaron 4 cámaras trampa en un transecto de 1 Km de longitud (Figura 4). En todas las estaciones cada cámara distaba 250 m de la otra.

Para la ubicación se tomó en cuenta la presencia de rastros de actividad de esta especie (comederos, dormideros, excretas, pelos, huellas y rasguños en árboles) (Jones, 2010; Zug, 2009). También se buscó que los sitios en donde se instalaron las cámaras tengan acceso de luz moderado para evitar la activación innecesaria de las mismas por la vegetación y así ahorrar el consumo de las baterías. Instalada cada cámara se registraron las coordenadas exactas con el GPS para su posterior ubicación ya que la ubicación definitiva variaba en el campo. Se verificó la altura respecto al suelo, el ángulo y la distancia de captura realizando pruebas para asegurar su orientación y funcionamiento.

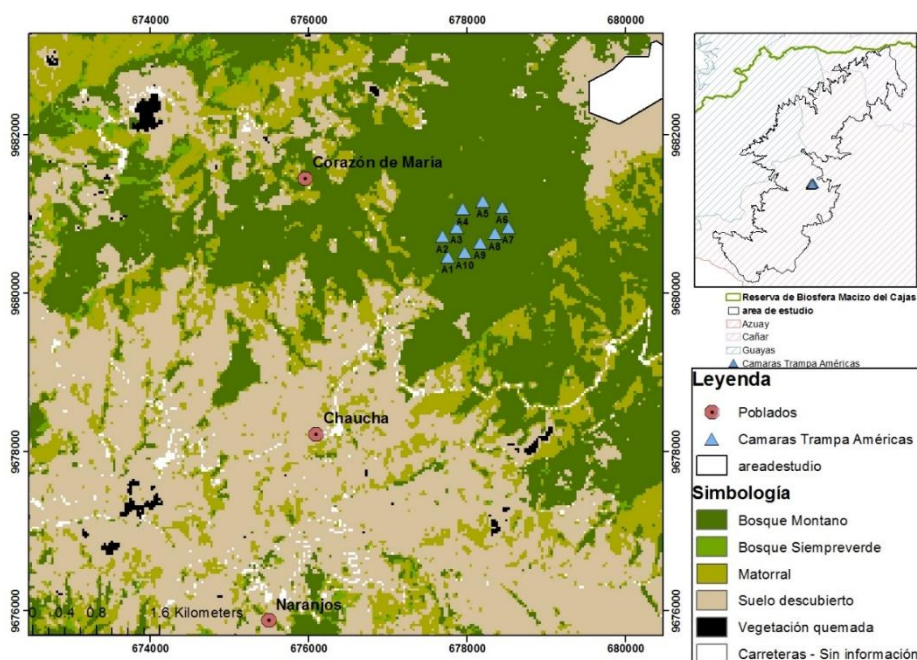


Figura 2. Distribución de las cámaras-trampa en el Bosque de las Américas.

WGS84 Zona 17 Sur

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: Programa de biodiversidad Sub-Gerencia – Parque Nacional CAJAS ETAPA-EP.

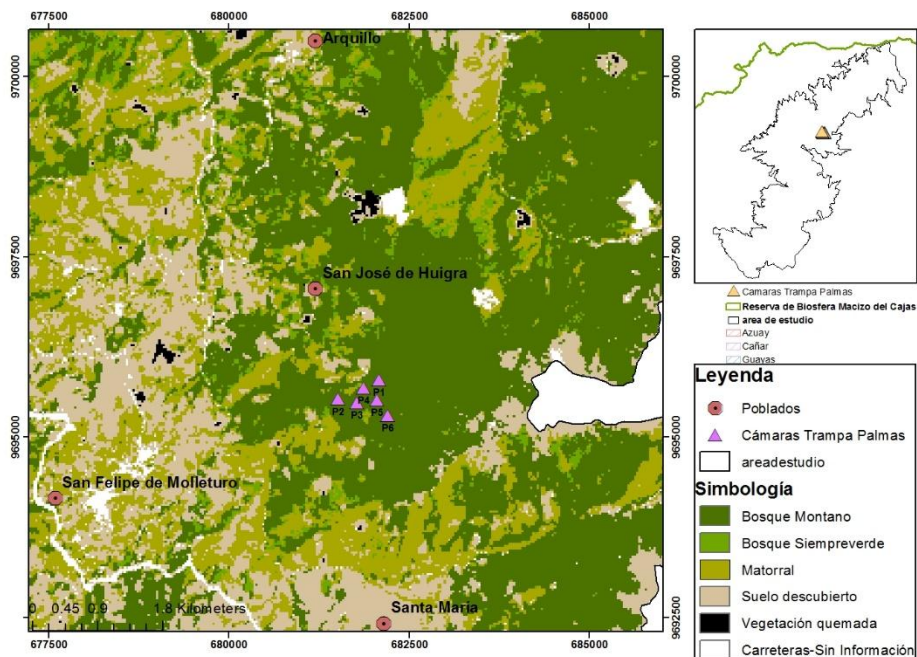


Figura 3. Distribución de las cámaras-trampa en el Bosque Palmas.

WGS84 Zona 17 Sur

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: Programa de biodiversidad Sub-Gerencia – Parque Nacional CAJAS ETAPA-EP.

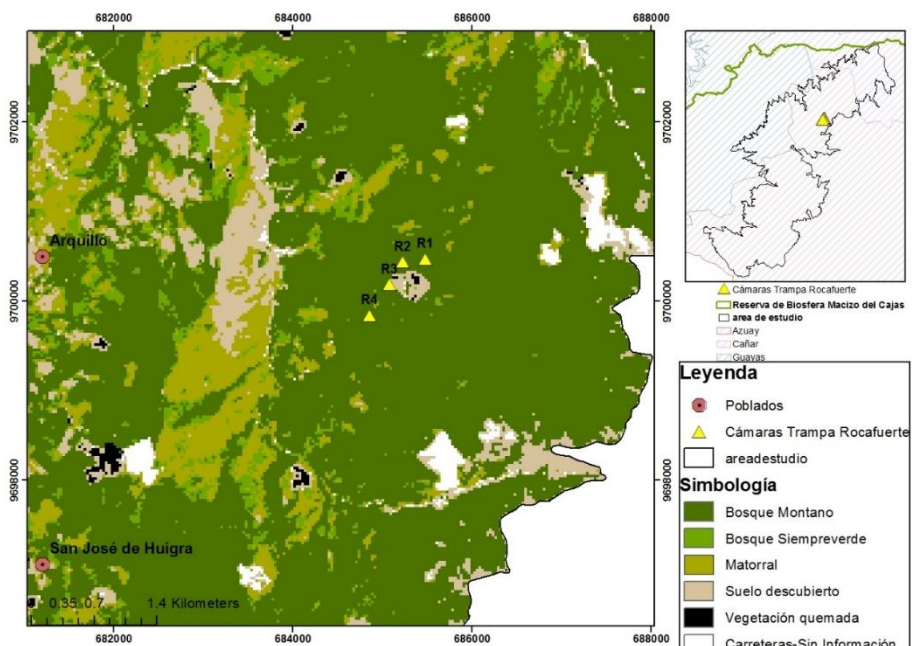


Figura 4. Distribución de las cámaras-trampa en el Bosque Rocafuerte.

WGS84 Zona 17 Sur

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: Programa de biodiversidad Sub-Gerencia – Parque Nacional CAJAS ETAPA-EP.



Como cebo atrayente se utilizó carne de res y plátanos, únicamente en la estación del bosque Las Américas a partir del año 2015 ya que durante los primeros años fue un monitoreo general de mamíferos de la zona, después de este periodo se buscó obtener mejores archivos visuales de los patrones de marcado facial y pectoral de los osos mediante el uso de cebos atrayentes. Las estaciones de Palmas y Rocafuerte se encontraban en la etapa de monitoreo general de mamíferos por lo tanto no se usaron cebos.

2.3 Análisis de fotografías

En cada evento de captura se obtuvo un número de detecciones variable (una detección es un archivo visual: fotografía o vídeo), en promedio se obtuvieron 10 fotos y 4 videos por evento, aunque no todas los archivos mostraban el patrón de manchas faciales de los individuos. Tomando en cuenta que las marcas faciales y pectorales se consideran como las características distintivas clave de los ejemplares de osos andinos (Peyton, 1999; Roth, 1964); se agruparon según el tipo de detección, las cuales podían ser exitosas o sin éxito, la combinación de características para considerar a una detección como exitosa fueron: marcado facial-marcado pectoral y marcado facial-tamaño corporal estimado (Reyes et al., 2017).

Las detecciones que no tenían estas combinaciones se las denominaba “sin éxito” y no se utilizaron para la identificación pero sí para registrar la presencia de osos. Si en una detección se registraba más de un individuo, el análisis se lo hacía por separado para cada uno de los individuos.

Para cada detección exitosa, se intentó identificar al individuo mediante un minucioso análisis de las características morfológicas del patrón de las marcas faciales y pectorales, para lo cual se elaboró una ilustración detallada de las vistas laterales y frontales de la cabeza del oso y la descripción de las características de identificación de cada individuo numeradas y detalladas antes de cada ilustración, siguiendo los parámetros descritos por Zug (2009) y Jones (2010) (Figura 5).

Si el patrón facial y pectoral no era completamente visible, se complementaba el análisis con otras características como el tamaño corporal o el sexo (Zug,

2009). El uso de características complementarias permite discriminar entre ejemplares, que pueden ser muy similares en muestras diferentes (Reyes et al., 2017).

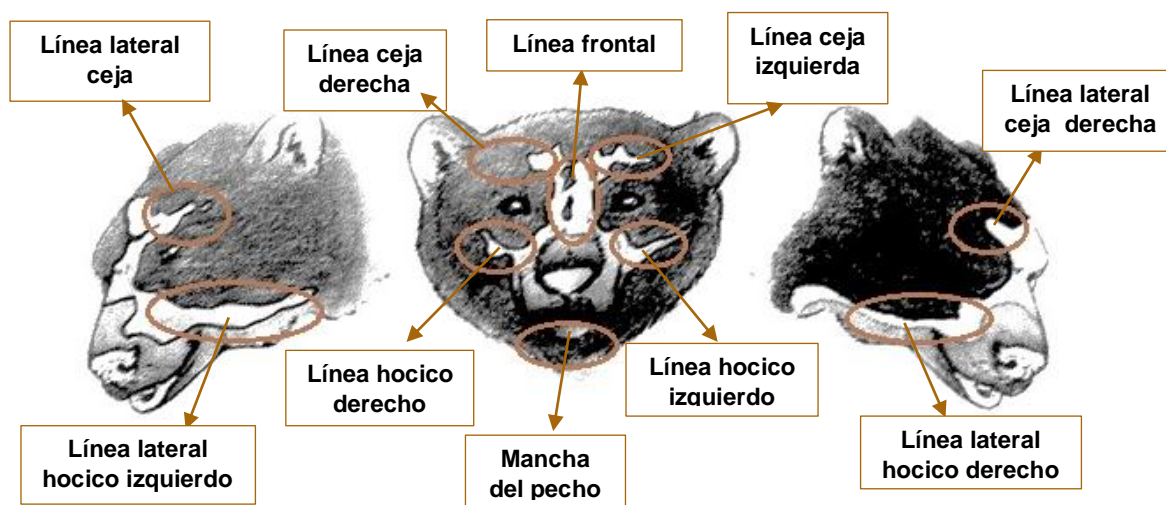


Figura 5. Características utilizadas para la identificación del oso andino. Vista lateral y frontal.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

2.4 Análisis de datos

El análisis de datos se lo hizo a partir de las estadísticas de captura-marcaje-recaptura (Otis et al., 1978). Una captura se registraba cuando un individuo ingresaba por primera vez a una estación y cuando se volvía a fotografiar al mismo individuo dentro de 24 horas (un día de trampeo) o más, se lo consideraba como una recaptura. El marcaje es la identificación de los individuos mediante el patrón de sus marcas faciales.

Para la estimación poblacional, se generó una matriz en base a la presencia (1) y ausencia (0) para cada individuo identificado (6 individuos)(Otis et al., 1978; White, 1982), tomando en cuenta el periodo de muestreo en el que todas las estaciones estaban activas (agosto 2015 a agosto 2016) (Anexo 1), excluyendo a los individuos no identificados, para evitar que el programa CAPTURE sobrestime el tamaño poblacional. Este programa toma en cuenta la cantidad de individuos identificados y las recapturas de cada uno en base al muestreo y determina cuál de los diferentes modelos de marcaje-recaptura se ajusta mejor a los datos de muestreo (Otis et al., 1978).



Existen diferentes estimadores del tamaño de la población que se pueden usar en este programa. Estos modelos varían dependiendo de las fuentes de variación de la probabilidad de captura, incluye variación en el tiempo, heterogeneidad es decir las diferencias entre individuos (edad, sexo, dominancia, actividad, movimientos), cambios en el comportamiento debido a la captura (flash) y de la combinación de todos estos factores. Basándose en esas pruebas, un procedimiento de función discriminante selecciona el modelo más adecuado para los datos.

El estimador Null (modelo M0) es el más simple, pues asume que no hay variación en la probabilidad de captura asociada con ocasiones o individuos. El estimador Jackknife (modelo Mh), asume que las probabilidades de captura pueden variar según el individuo, sin embargo cada probabilidad permanece igual a través de cada ocasión de muestreo.

Considerando que esta especie prefiere los bosques de alta elevación como los bosques húmedos de alta montaña y de altura media (Achig, 2009; Jones, 2010; Ríos-Uzeda et al., 2006), se realizó una clasificación supervisada de estos bosques en los archivos raster del área de estudio mediante el programa ArcGis 10.3 (ESRI, Redlands, CA, 2011) con la herramienta Image Classification, y se determinó el área de parches de bosque montano y bosque siempreverde con la herramienta Zonal Geometry as Table de Spatial Analyst Tool.

3. RESULTADOS

Un total de 1100 días de trampeo fueron realizados en la estación de las Américas, 705 días de trampeo en la estación Palmas y 368 días de trampeo en la estación Rocafuerte. Se obtuvieron 43 eventos de captura de todas las estaciones de trampeo, todos ocurrieron entre las 06h00 y las 15h00 horas, con un total de 499 archivos visuales que registraron la presencia de osos. Se contabilizaron 363 fotografías y 136 videos, de los cuales 30 fotos (8.26%) y 37 videos (27.20%) fueron detecciones exitosas, siendo los videos los archivos



visuales que proporcionaron más características para identificar a los individuos y las restantes 333 fotografías (91.73%) y 99 videos (72.79%) fueron detecciones sin éxito, es decir archivos visuales en los cuales no era posible diferenciar el patrón de manchas o eran borrosos (Tabla 2).

Tabla 2. Archivos visuales obtenidos durante el estudio.

Formato	Exitosas		Sin Éxito		Total
	NA	%	NA	%	
Fotografías	30	8.26	333	91.73	363
Videos	37	27.20	99	72.79	136

Número de Archivos (NA).

Se identificaron 6 distintos individuos en todas las estaciones, siendo Las Américas la estación con más detecciones (93.02%) y más osos identificados con un total de 4 (Tabla 3). Ningún individuo capturado en una estación fue registrado en otra estación diferente de muestreo.

Tabla 3. Número días de trampeo, total de eventos de captura por estación y cantidad de osos Identificados y No Identificados.

Estación	Días de Trampeo	Eventos de captura	(%)	Osos Identificados	Osos No Identificados
Américas	1 100	40	93.02	4	5
Palmas	705	1	2.32	1	0
Rocafuerte	368	2	4.65	1	1

Los meses con mayor número de individuos detectados fueron Noviembre en 2015 y Julio en 2016, y la estación con mayor número de visitas fue Las Américas (Tabla 4).

Tabla 4. Número de individuos detectados por mes en las estaciones Américas, Palmas y Rocafuerte, desde Agosto de 2015 a Agosto 2016.

Mes /Estación	2015			2016					
	Ago.	Sep.	Nov.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
Américas	2	1	3	1	1	1	2	3	1
Palmas					1				
Rocafuerte									1



Los meses con 0 detecciones no están incluidos en la tabla.

3.1 Identificación individual.

Mediante los archivos visuales obtenidos, especialmente de los videos, se determinó en la estación Las Américas la existencia de un macho y una hembra, la cual tuvo una cría en el año 2013 y otra cría en el año 2015. En las otras estaciones (Palmas y Rocafuerte) no se pudo determinar el sexo de los individuos identificados por falta de información.

Oso Américas 1 **OA1**.

1. **Línea lateral ceja derecha:** Mancha circular pequeña e independiente.
2. **Línea ceja derecha:** Delgada y corta. Termina en punta.
3. **Línea frontal:** Delgada, uniforme, con inclinación hacia ceja derecha.
4. **Línea hocico derecho:** Gruesa cerca del ojo, uniforme, delgada cerca del hocico.
5. **Línea hocico izquierdo:** Gruesa cerca del ojo, uniforme, delgada cerca del hocico.
6. **Línea lateral hocico derecho:** Delgada, uniforme.
7. **Línea lateral hocico izquierdo:** Corta y delgada.
8. **Mancha del pecho:** Mancha negra con forma de H dentro de la mancha blanca.

Sexo: Macho.

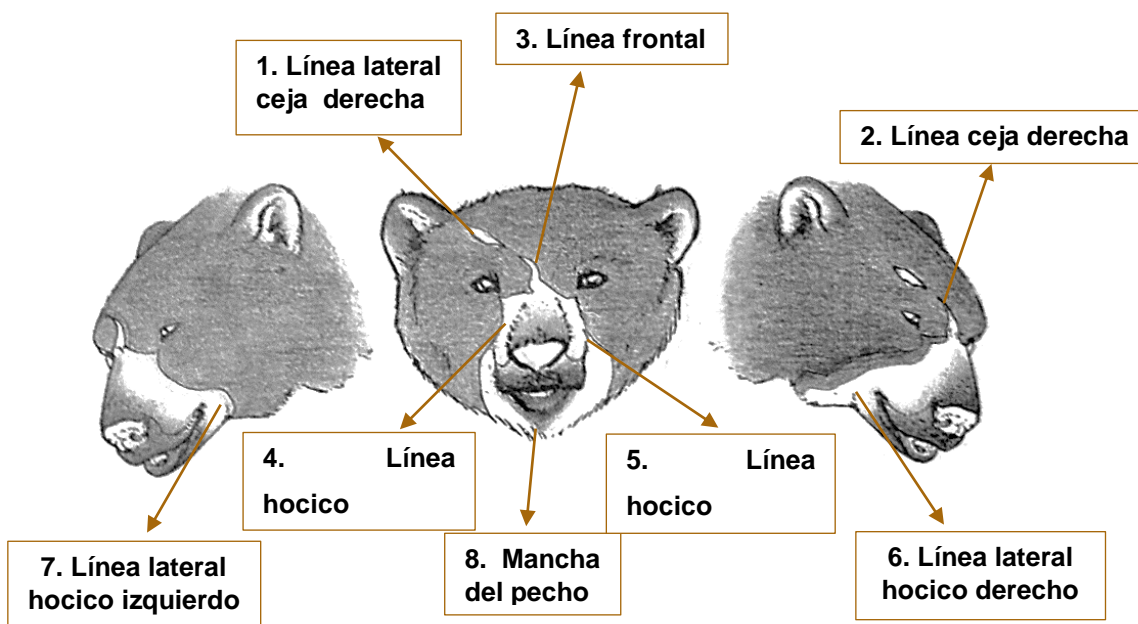


Figura 6. Ilustración de las marcas faciales del individuo OA1.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

Foto: Jul 31, 13; 06:44:11

(1)(2)(3)(4)(6)

Etapas: Adulto



Foto: Nov 18, 13; 09:31:10

(1)(2)(3)(5)(7)(8)

Foto: Nov 17, 13; 10:47:55

(1)(2)(3)(4)(5)(8)

Etapas: Adulto



Foto: Jul 12, 15; 10:06:06

(1)(2)(3)(4)(6)(8)

Etapa: Adulto

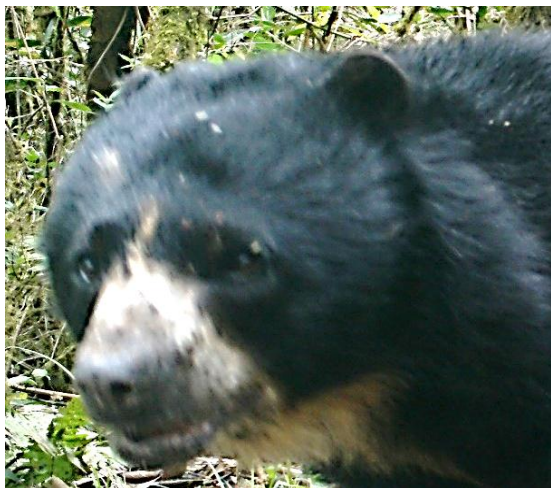


Foto: Sep 26, 15; 15:45:28

(1)(2)(3)(4)(6)(8)

Etapa: Adulto

Etapa: Adulto



Foto: Sep 27, 15; 06:20:15

(1)(2)(3)(4)(6)

Etapa: Adulto

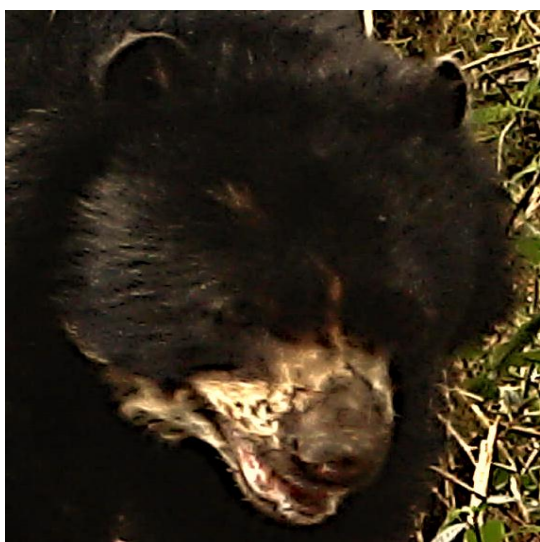
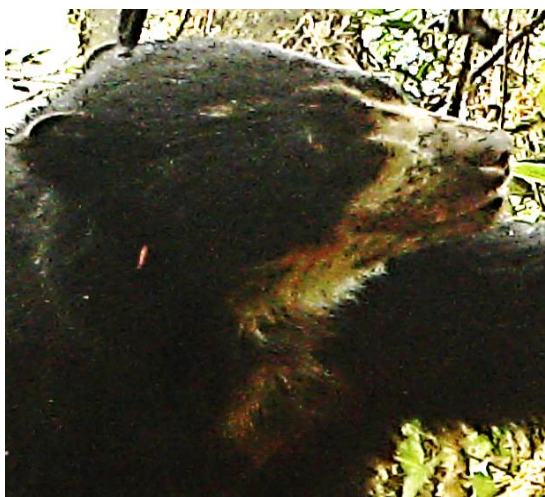


Foto: Nov 10, 15; 09:00:00
Foto: Mar 28, 16; 08:36:28

(1)(2)(3)(4)(6)
(1)(2)(3)(4)(6)

Etapa: Adulto
Etapa: Adulto



Video: Abr 09, 16; 09:22:12

(1)(2)(3)(4)(5)

Etapa: Adulto

Foto: May 14, 16; 12:31:37

(1)(2)(3)(4)(5)

Etapa: Adulto

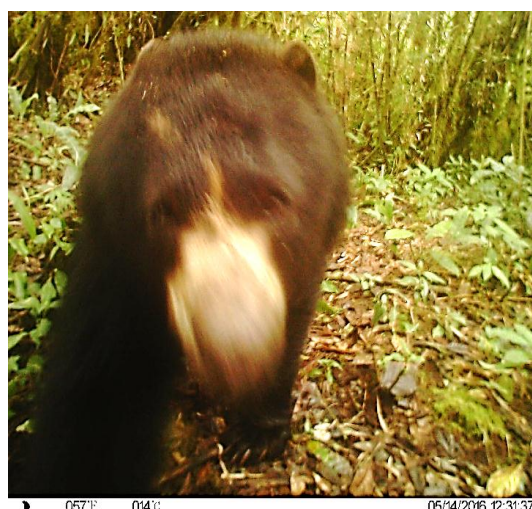


Foto: Jul 31, 16; 07:29:03

(1)(2)(3)(4)(5)

Etapa: Adulto



Oso Américas 2 **OA2**.

1. **Línea frontal:** Ubicada en medio del rostro, delgada cerca del hocico, engrosa al final en la frente.
2. **Línea hocico derecho:** Uniforme, más gruesa cerca del ojo.
3. **Línea hocico izquierdo:** Uniforme.
4. **Línea lateral hocico derecho:** Corta (poco visible).
5. **Línea lateral hocico izquierdo:** Corta (poco visible).
6. **Mancha del pecho:** cerca del cuello gruesa, delgada cerca del pecho.

Sexo: Hembra.

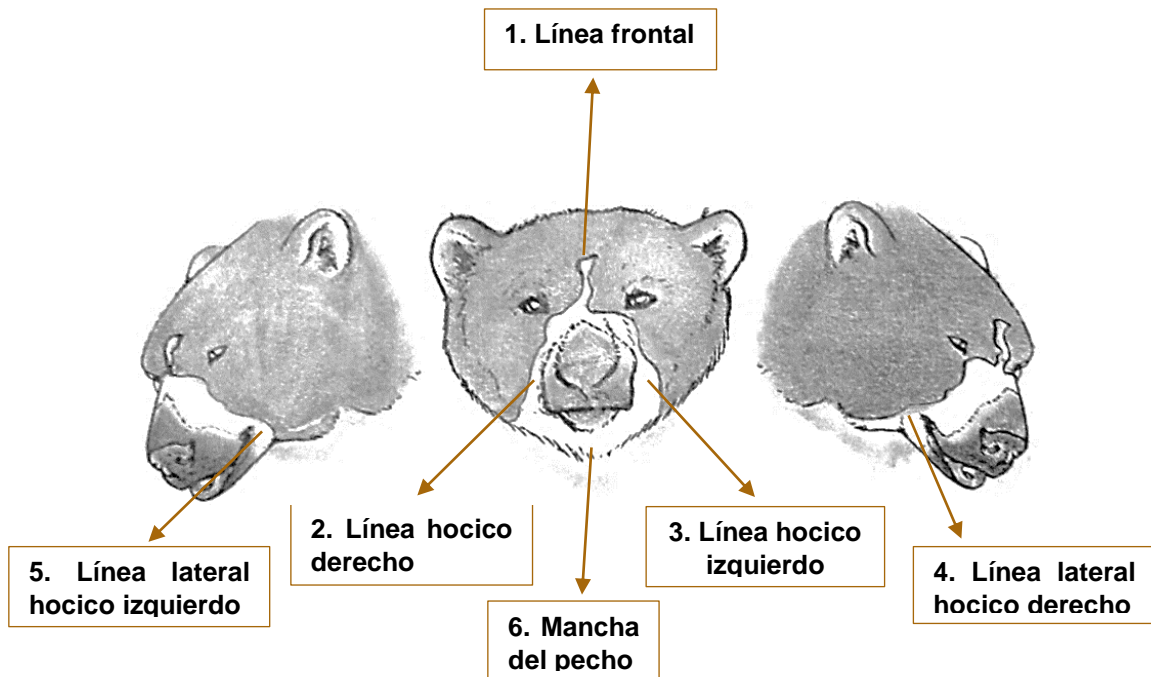


Figura 7. Ilustración de las marcas faciales del individuo OA2.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

(1)(2)(3)

Etapa: Adulto



(1)(2)(3)

Etapa: Adulto



Video: Jun 05, 15; 09:36:26

(1)(3)(5)

Etapa: Adulto



Video: Ago 11, 15; 15:34:08

(1)(2)(3)(6)

Etapa: Adulto



Video: Ago 12, 15; 07:13:12

Video: Nov 07, 15; 15:37:09

(1)(3)(5)

Etapa: Adulto



(1)(2)(3)

Etapa: Adulto



Foto: Jun 25, 16; 14:21:50

(1)(2)(3)

Etapa: Adulto



Oso Américas 3 **OA3**.

1. **Línea ceja derecha:** Corta, bifurcada, termina en línea recta.
2. **Línea ceja izquierda:** Un poco más larga que la izquierda, termina en punta.
3. **Línea frontal:** Gruesa, uniforme con leve inclinación hacia el ojo izquierdo.
4. **Línea hocico derecho:** Uniforme, delgada en la unión con la línea frontal.
5. **Línea hocico izquierdo:** Uniforme, delgada en la unión con la línea frontal.
6. **Línea lateral hocico derecho:** Uniforme larga y delgada.
7. **Línea lateral hocico izquierdo:** Uniforme larga y delgada.

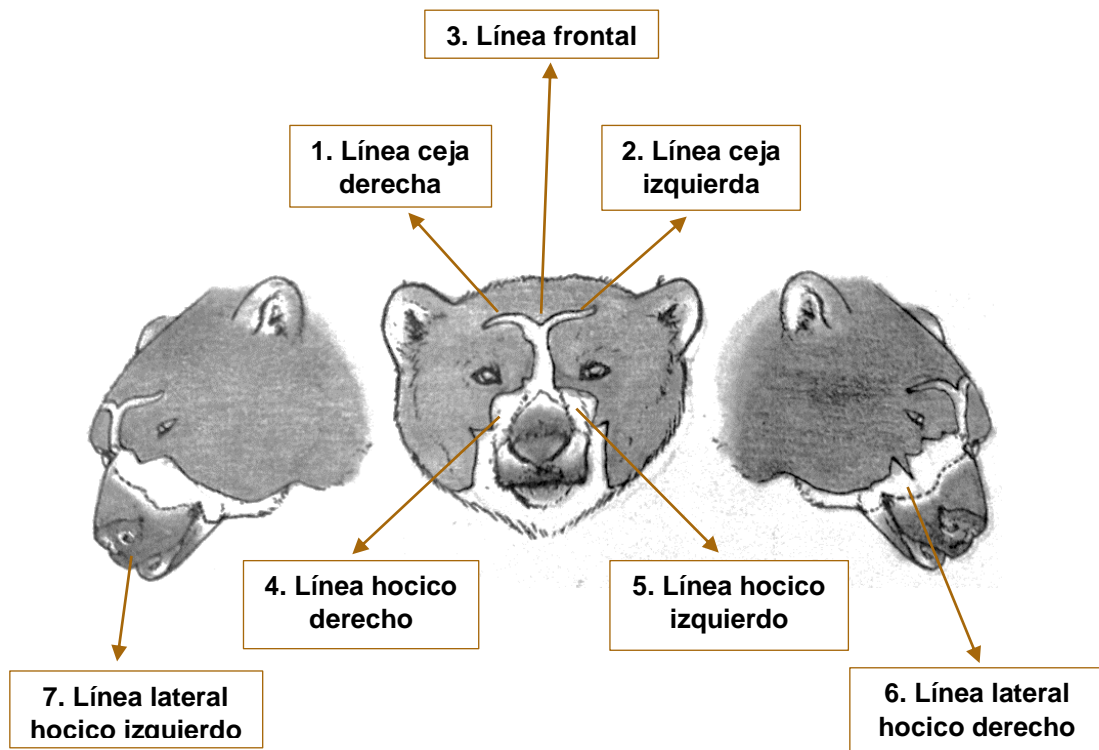


Figura 8. Ilustración de las marcas faciales del individuo OA3.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

Foto: Ago 18, 13; 11:18:18

(1)(2)(3)(5)(7)

Etapa: Osezno



Foto: Sep 28, 13; 14:16:18

(1)(2)(3)(4)(6)

Etapa: Osezno



Video: Nov 09, 14; 09:22:00

(1)(2)(3)(4)(5)

Etapa: Juvenil



Video: Nov 25, 14; 11:11:03

(1)(2)(3)(4)(6)

Etapa: Juvenil

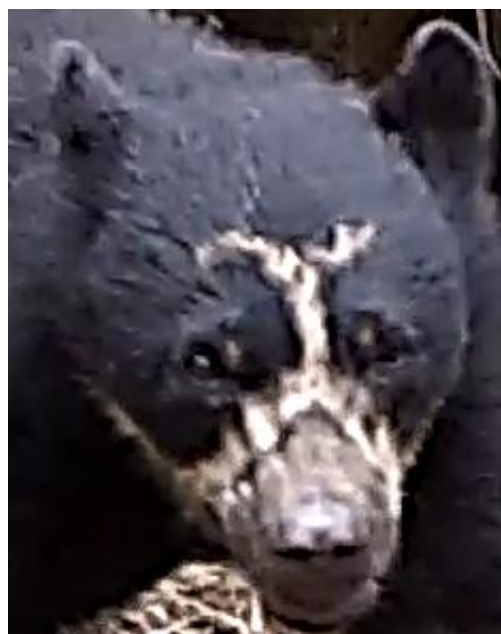
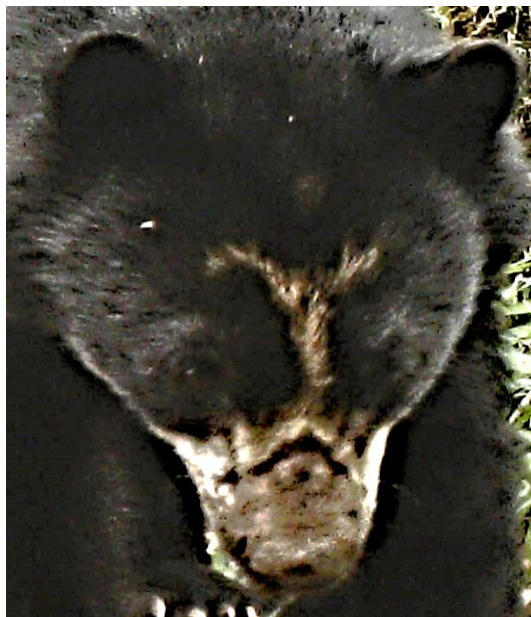


Foto: Jul 21, 16; 13:28:02

(1)(2)(3)(4)(6)

Etapa: Adulto



Oso Américas 4 **OA4**.

1. **Línea lateral ceja izquierda:** Gruesa, corta.
2. **Línea lateral ceja derecha:** Delgada, larga, termina en punta.
3. **Línea ceja derecha:** Gruesa, uniforme.
4. **Línea ceja izquierda:** Más delgada y un poco más alta que la ceja izquierda.
5. **Línea frontal:** Gruesa con pequeñas manchas negras dentro, a la altura de su frente y ojos.
6. **Línea hocico derecho:** Gruesa, uniforme, mancha negra en el borde cerca del hocico.
7. **Línea hocico izquierdo:** Gruesa, uniforme, mancha negra en el borde cerca del hocico.
8. **Línea lateral hocico derecho:** Delgada, uniforme.
9. **Línea lateral hocico izquierdo:** Delgada, uniforme.

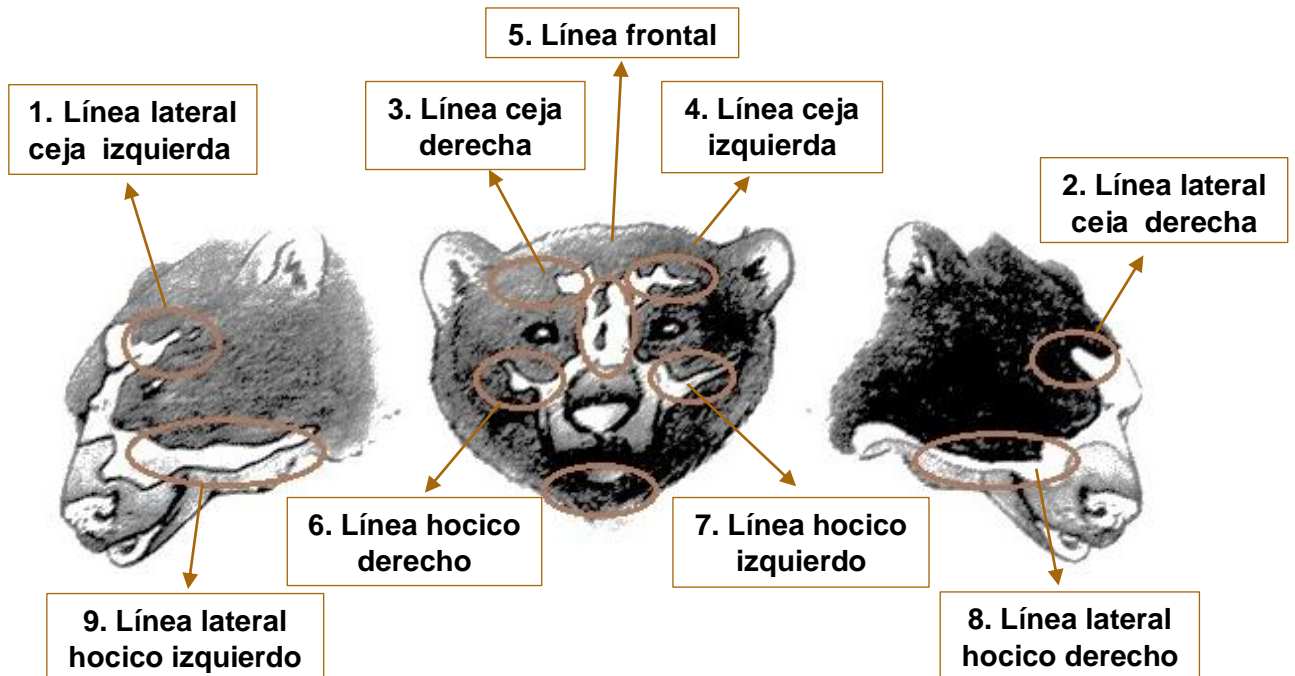


Figura 9. Ilustración de las marcas faciales del individuo OA4.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

Video: Jun 05, 15; 09:37:19

(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)

Video: Ago 11, 15; 15:25:00

(2)(3)(5)(6)

Etapa: Osezno



Video: Ago12, 15; 07:14:26

(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)

Etapa: Osezno

Etapa: Osezno



Video: Nov 07, 15; 15:37:26

(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)

Etapa: Osezno



Foto: Jul 05, 16;

(1)(2)(3)(4)(5)(6)

Etapa: Juvenil



12:43:08





Oso Palmas 1 **OP1**.

1. **Línea frontal:** Delgada, uniforme en la mitad del rostro.
2. **Línea hocico derecho:** Uniforme.
3. **Línea hocico izquierdo:** Uniforme.

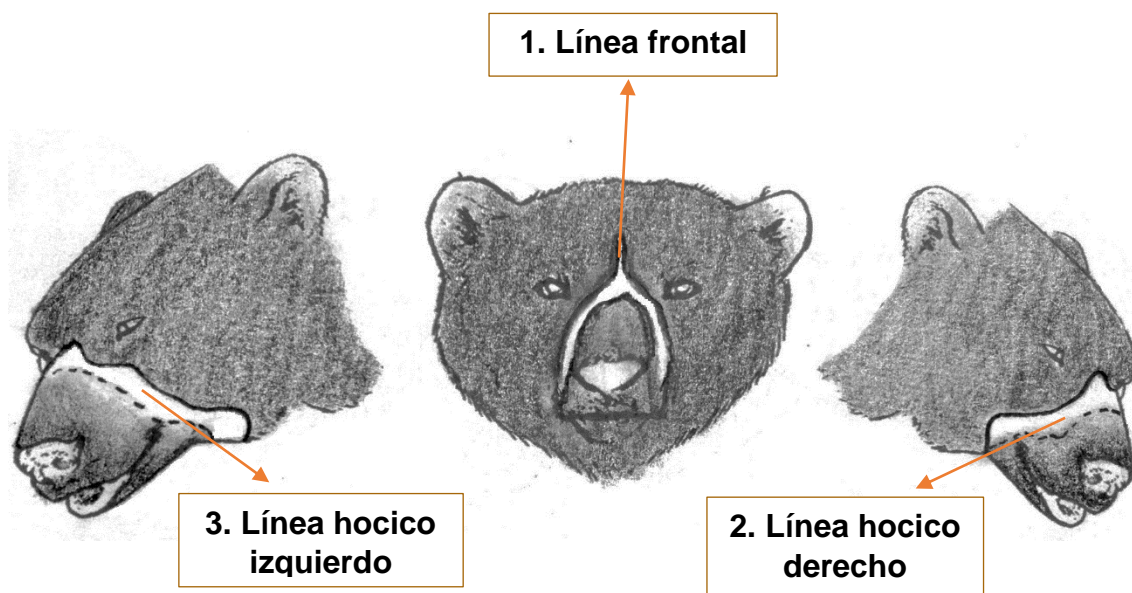


Figura 10. Ilustración de las marcas faciales del individuo OP1.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

Video: Abr 24, 16; 08:25:20

(1)(2)(3)



Oso Rocafuerte 1 OR1.

1. **Línea frontal:** Pequeña, inclinada hacia el ojo derecho.
2. **Línea hocico derecho:** Delgada.
3. **Línea hocico izquierdo:** Un poco más gruesa que la del lado derecho.

1. Línea frontal

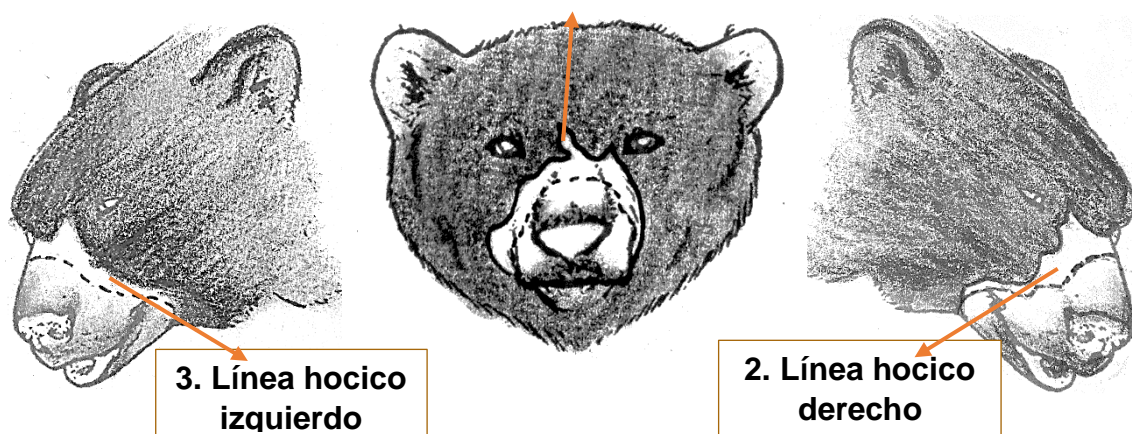


Figura 11. Ilustración de las marcas faciales del individuo OR1.

Elaborado por: Narváez J., 2017

Fuente: (Zug, 2009)

Video: Ago 31, 16; 07:58:29

(1)(2)(3)



3.2 Análisis programa CAPTURE

El programa seleccionó el modelo Jackknife (Mh), el cual considera que cada individuo de la población analizada tiene probabilidades heterogéneas de captura (White, 1982). Se estimó una población de 7 individuos con un error

estándar (SD) de 3.06, el intervalo de confianza al 95% fue de 6 a 22 individuos y una probabilidad de captura ($p\text{-hat}$) de 0.17.

3.3 Análisis hábitat físico

El análisis de la cobertura vegetal de un área de estudio total de 1 493.85 Km² (149 385 ha), registró: 477.98 Km² (47 798.37 ha) de Bosque Montano, 247.20 Km² (24 720.12 ha) de Bosque Siempreverde, 281.63 Km² (28 162.89 ha) de Matorral, 329.06 Km² (32 905.62 ha) de suelo descubierto y 8.73 Km² (873.36 ha) de vegetación quemada, representado un 32%, 16.55%, 18.85%, 22.03% y 0.58% respectivamente. La imagen satelital del área de estudio no pudo ser clasificada en casi todo el borde cercano a los 1 000 m.s.n.m por la presencia de nubes; esta zona sin información representa 149.25 Km² (14 925.42 ha), es decir cerca del 9.99% del total del área de estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de la cobertura vegetal del área de estudio.

	Kilómetros (Km²)	Hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)
Bosque Montano	477.98	47 798.37	32
Bosque Siempreverde	247.20	24 720.12	16.55
Matorral	281.63	28 162.89	18.85
Suelo descubierto	329.06	32 905.62	22.03
Vegetación quemada	8.73	873.36	0.58
Sin información- nubes	149.25	14 925.42	9.99

4. DISCUSIÓN

Éste es el primer estudio realizado sobre el oso andino dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas, en donde se obtuvieron archivos audiovisuales inéditos del oso andino al sur Occidente del Ecuador, siendo este un valioso



aporte para el conocimiento de esta especie a nivel austral, nacional e internacional.

En todas las estaciones monitoreadas se registró la presencia de osos, lo que indicaría que los bosques reúnen las condiciones requeridas para albergar a la especie, concordando con Achig (2009) y Jones (2010) quienes consideraron que áreas con una buena cobertura de dosel son refugios ideales para esta especie. Los osos visitaron las estaciones de trampeo entre las 06:00 y 15h00 horas lo que corrobora su actividad diurna y no nocturna como originalmente se pensaba (Zug, 2009). Este patrón es similar al obtenido por Paisley y Garshelis (2006) en la región de Apolobamba en Bolivia y al obtenido por Landázuri (2012) en el Parque Nacional Sangay al Sur del Ecuador.

Monitoreos hechos por Uzeda (2007) muestran que los osos sienten fidelidad por ciertos sitios, pudiendo permanecer muchos años en un solo lugar, lo cual se evidencia en la recaptura de los individuos en la estación de Las Américas, aumentando el valor que tiene este bosque dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas.

Características clave como las marcas pectorales y reproductivas como el sexo fueron muy poco visibles debido a que los cebos atrayentes no se colocaron a una altura que llevase al espécimen a pararse en sus patas traseras para tratar de alcanzarlos y mostrar dichas marcas tal como se lo hizo con osos asiáticos por Ngoprasert et al. (2012), en donde utilizaron 3 cámaras en un arreglo triangular con cebo en el centro a una altura de 2 m, obteniéndose excelentes registros de las marcas pectorales que ayudó en gran medida a la identificación de individuos.

En el caso de los individuos OA3 y OA4 registrados desde temprana edad (oseznos) en el bosque Las Américas en los años 2013 y 2015 respectivamente; los patrones de marcas faciales no variaron y se mantuvieron a medida que envejecía el espécimen (Roth, 1964). De todos los individuos identificados ninguno registró movimientos de una estación a otra.

El formato de video de las cámaras trampa fue crucial al momento de identificar individuos, coincidiendo con el estudio realizado por Reyes et al. (2017), pues



ofrecieron mayor información sobre las características para la identificación que las fotografías con un porcentaje de 27.20% frente a un 8.26% de eventos de grabación exitosos que brindaron archivos visuales que cumplieron con las combinaciones de características necesarias para considerarlos como buenos (marcación facial - tamaño corporal estimado; marcación facial - marcación pectoral - tamaño corporal estimado) y permitieron la correcta identificación de la muestra.

CAPTURE estimó un número ligeramente mayor a los identificados mediante los registros audiovisuales. Este análisis mostró similitud al realizado por (Landázuri, 2012) al sur del Parque Nacional Sangay, en donde se utilizó el estimador jackknife bajo el modelo Mh y se estimó una población de 21 individuos con un error estándar (SD) de 3.06, un intervalo de confianza del 95% de 20 a 38 individuos y una probabilidad de captura ($P\text{-hat}$) de 0.12.

Se registraron a otras especies de mamíferos y aves en todas las estaciones (Anexo 2), proporcionando evidencia de que el oso andino es una especie paraguas y que al conservarlo también se conservarían otras especies silvestres de la zona, además se suma a esto el potencial del oso como especie carismática que ayuda en la educación y en el apoyo político.

Aunque los parques y reservas están legalmente protegidos, la legislación de conservación a menudo se opone directamente a otras leyes ecuatorianas, como las leyes de minería e hidrocarburos, en virtud de las cuales las concesiones mineras y petroleras tienen acceso dentro de los parques nacionales y otras áreas protegidas. Un claro ejemplo de esto es el Parque Nacional Yasuní.

El análisis de vegetación mostró que aproximadamente existen 329.06 km² de suelo descubierto y 0.58 km² de vegetación quemada, cifras que siguen en aumento debido a la necesidad de espacios cultivables y uso pecuario, presionando a bosques y dejando remanentes con poca accesibilidad, lo cual es preocupante pues esta especie es muy susceptible a los efectos de fragmentación de hábitat debido a sus amplios movimientos (Castellanos, 2011). Los campesinos de la zona queman la vegetación como una forma



rápida y barata de desbroce para crear potreros para su ganado ya que la extracción de la vegetación cortada requiere de mayores recursos además consideran a la generación de cenizas como un aporte de nutrientes para la tierra ignorando las graves consecuencias que esto genera en los suelos como la erosión.

Por naturaleza el oso andino es tímido y trata de evitar a los seres humanos, sin embargo los conflictos oso-gente son provocados principalmente por las incursiones que realizan los osos en los sembríos en busca de maíz y aun que según los campesinos de los poblados cercanos, el ataque a ganado es un problema menor, se deberá tener muy en cuenta en los próximos años por la acelerada destrucción y fragmentación de su hábitat.

Se han sugerido cercas eléctricas como posible solución pero esto solo trasladaría el problema a los campesinos que no pueden pagar por estas cercas. También se consideró el pago de compensaciones por parte del ministerio del ambiente con el objeto de disminuir los conflictos con los osos y evitar su caza pero debido a la dificultad de conseguir evidencias que corroboran las denuncias, se suspendieron este tipo de compensaciones.

Este es un problema socioeconómico complejo, pues los campesinos encuentran a la agricultura y a la ganadería como el sustento económico de sus familias a lo que se suma la inseguridad que la gente pobre siente a cerca de las necesidades básicas (alimentos, agua potable, refugio, ropa, servicios de salud, etc.), haciendo que para ellos temas de conservación queden en segundo plano. El mejor enfoque sería disminuir los conflictos de oso - gente. La mejor estrategia a aplicar es cuidar de las necesidades humanas en los poblados cercanos a los hábitats de los osos (Corazón de María, Chaucha, Naranjos, San José de Huigra, San Felipe de Molleturo y Arquillo) y explorar maneras de vincular el desarrollo con la conservación del oso, siguiendo el Plan de Acción Nacional para la Mitigación de Conflictos Oso Andino y las Comunidades Locales realizado por Achig (2011).

La creación de corredores naturales es posiblemente la mejor herramienta para la conservación de especies con patrones migratorios como el oso andino



(Yerena, 1994). Sin embargo, dado el bajo número de capturas en las estaciones de Palmas y Rocafuerte, la información sobre movimientos individuales y patrones de actividad son muy limitados y no está claro qué tipo de movimiento tienen los individuos dentro del área de estudio, y cómo estos se efectuarán dentro de biocorredores. Por ejemplo, si los machos adultos y las hembras establecen rangos de viviendas en los corredores, esto puede restringir el movimiento de otros individuos a través del área. Si sólo los juveniles se dispersan por corredores, puede producirse una estructura de metapoblación (Kattan y Murcia, 2003).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dado el bajo número de capturas en las estaciones de Palmas y Rocafuerte, la información sobre los movimientos individuales de los osos y sus patrones de actividad en estas estaciones son muy limitadas. Para aumentar las posibilidades de captura de osos y generar valores más precisos en estimaciones poblacionales futuras es necesario instalar estaciones en otros sitios del área de estudio propuesta para una mejor recopilación de datos y complementar la información de esta especie dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas y así poder diseñar medidas de conservación tomando en cuenta prioritariamente al bosque Las Américas, pues al parecer este sitio posee las características adecuadas para albergar osos debido a los registros audiovisuales obtenidos en este sector. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que en un paisaje montano esto implica una inversión importante.

Los bosques de mediana altura y de alta montaña analizados en este estudio muestran fragmentación y aislamiento de parches boscosos por la expansión agrícola y la quema de vegetación, lo cual pone en duda la existencia de interconectividad entre los mismos en ciertas zonas del área de estudio, siendo algo preocupante, pues para asegurar poblaciones viables de esta especie es indispensable mantener la conectividad entre parches.



Se recomienda utilizar de 2 a 3 cámaras por estación de trampeo desde diferentes puntos de vista para obtener una mayor efectividad en adquirir registros audiovisuales de los patrones de manchas faciales y pectorales, tomando en cuenta la guía para el uso de trampas cámara (Goldstein, 2015).

Debido a que los videos fueron los archivos visuales que proporcionaron más características para identificar a los individuos que las fotografías, se recomienda el uso de trampas cámara utilizando el formato de video.

Factores como los ecológicos, sociales, políticos y educativos influyen en la conservación del oso andino por lo tanto es vital para la especie desarrollar un programa de conservación dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas en el que se involucre a la gente de los poblados Corazón de María, Chaucha, Naranjos, San José de Huigra, San Felipe de Molleturo y Arquillo, cercanos a los posibles hábitats de la especie y así reducir la presión existente sobre los mismos.

Continuar con el monitoreo de la especie ayudará a constatar el estado de la misma al pasar el tiempo y a comprobar la efectividad de medidas que se llegaran a emplear en la Reserva de Biosfera relacionadas a la conservación del oso andino.

Recomendaciones específicas de gestión:

1. Fortalecer las instituciones: Las instituciones necesitan mejorar la coordinación de políticas, la capacitación y la financiación. Esta falta de coordinación confirma los sentimientos de desconfianza que las comunidades locales han tenido hacia los gobiernos centrales durante varios años.

2. Actualizar los conocimientos sobre distribución, biología y ecología del oso andino: A pesar de las dificultades, la investigación no necesita ser costosa, emplear alta tecnología o ser larga para satisfacer las necesidades inmediatas de manejo. Las principales interrogantes a resolver son: cuánto hábitat ocupan o podrían ocupar los osos de anteojos dentro y fuera del área de estudio, las relaciones entre la dieta y la reproducción, el papel de los osos de anteojos como dispersores de semillas, pérdidas económicas por cultivos y



ganado, mortalidad por cacería y actitudes del público hacia los osos. Así las autoridades informadas podrían decidir con mayor certeza y proteger el hábitat crítico, promulgar programas para reducir la mortalidad de los osos y la depredación de los cultivos, etc.

3. Ampliar la gestión del área de conservación: Es importante lograr una planificación adecuada y una gestión integral del área protegida ya establecida. En las áreas periféricas de la reserva, se deben implementar programas de uso sostenible de los recursos para prevenir la fragmentación del hábitat y crear zonas de amortiguamiento además se debe tener en cuenta la implementación de biocorredores y el rediseño de algunos límites.

4. Desarrollar herramientas para el manejo del conflicto gente-oso: Las necesidades primarias son educar a los residentes andinos sobre la conservación de los bosques, la biodiversidad y los productos de las cuencas como el agua potable y la energía hidroeléctrica. El objetivo de la educación debería también incluir mensajes que aborden sus verdaderas preocupaciones: títulos de propiedad, seguridad alimentaria (incluyendo la depredación de cultivos). Las políticas que fomentan el empleo formal de estas personas beneficiarán a los osos de anteojos.

5. Educar a los actores locales y comunidades sobre los beneficios de preservar las cuencas hidrográficas y los osos de anteojos: Es posible combinar la conservación del oso con la protección de la cuenca, pues coincide con áreas de captación de agua críticas que determinan el rendimiento y la calidad de los suministros de agua siendo una evidencia suficiente de que la preservación de los bosques para los osos también beneficia a los seres humanos.



REFERENCIAS

- Achig, L. A. (2009). Análisis del hábitat del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en el bosque siempreverde montano y perspectiva comunitaria del conflicto humano-osos, Parque Nacional Sangay, Ecuador. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Heredia, Costa Rica, 100 pp.
- Achig, L. A. (2011, Junio 7-8). Conferencia: Plan de acción nacional para la mitigación de conflictos oso andino / comunidades locales. Analizando la mitigación de conflictos oso/comunidades locales: Avances y perspectivas a futuro. Quito, Ecuador.
- Castellanos, A. (2003). Datos Ecológicos de Osos Andinos (*Tremarctos ornatus*) en la Reserva Alto Choco. En Memorias de La XXVII Jornadas Ecuatorianas de Biología, "Pedro Nuñez Lucio". 77–78.
- Castellanos, A. (2011). Andean bear home ranges in the Intag region, Ecuador. *Ursus*, 22(1), 65–73. <https://doi.org/10.2192/URSUS-D-10-00006.1>
- Castellanos, A., Cevallos, J., Laguna, A., Achig, L., Viteri, P., & Molina, S. (2010). Estrategia nacional de conservación del Oso Andino. Imprenta Anyma, Quito, Ecuador.
- Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H., & Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El Jaguar En México Como Estudio de Caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Cuesta, F. (2000). El oso andino: una especie clave para la conservación de los páramos y los bosques andinos. *La Biodiversidad de Los Páramos. Serie Páramo*, 7, 9–12.



- Cuesta, F., & Suárez, L. (2001). Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*). Libro Rojo de Los Mamíferos Del Ecuador (Red Book of Mammals of Ecuador). SIMBIOE/EcoCiencia/Ministerio Del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos Del Ecuador, 1, 68–70.
- Galeas, C. J., Aguirre, Z., Navarro, G., Ferreira, W., Cornejo, X., Mogollón, H., Toasa11, G. (2010). Propuesta Metodológica para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito.
- Goldstein, I., Flórez, N., Acevedo, L., Márquez, R., Martínez, J., Cifuentes, A., Bianchi, G. (2015). Guía para el uso de trampas cámara: oso andino. Wildlife Conservation Society Colombia. Santiago de Cali. 44 pp.
- Goldstein, I., & Márquez, R. (2004). Monitoring Andean Bear Activity and Movement Along Natural Trails Using Non-invasive Techniques in Venezuela. *International Bear News*, 13(3), 23.
- Goldstein, I., Velez-Liendo, X., Paisley, S., & Garshelis, D. L. (2008). *Tremarctos ornatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Available at [Www. iucnredlist. Org](http://www.iucnredlist.org).
- IUCN Red List of Threatened Species. (2015, April). Retrieved May 2, 2016, from <http://www.iucnredlist.org/search>
- Jones, T. (2010). Detection probability and individual identification of the Andean bear (*Tremarctos ornatus*) using camera trapping methods. University of Wisconsin-Madison. Retrieved from http://faculty.nelson.wisc.edu/treves/pubs/Jones_MSThesis.pdf
- Kattan, G. H., & Murcia, C. (2003). A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. In *How Landscapes Change* (pp. 183–200). Springer.



- 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.
- Kurten, B. (1966). Pleistocene bears of North America. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300598427>
- Landázuri, O. (2012). Estimación de la abundancia del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en un bosque andino en el sur del Ecuador. Universidad Del Azuay.
- 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.
- Ngoprasert, D., Reed, D. H., Steinmetz, R., & Gale, G. A. (2012). Density estimation of Asian bears using photographic capture–recapture sampling based on chest marks. *Ursus*, 23(2), 117–133.
- Otis, D., Burnham, K., White, G., & Anderson, D. (1978). Statical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62.
- Peralvo, M. F., Cuesta, F., & van Manen, F. (2005). Delineating priority habitat areas for the conservation of Andean bears in northern Ecuador. *Ursus*, 16(2), 222–233.
- 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*, 157–68.
- Reyes, A., Rodríguez, D., Reyes-Amaya, N., Rodríguez-Castro, D., Restrepo, H., & Urquijo, M. (2017). Comparative efficiency of photographs and



- videos for individual identification of the Andean bear (*Tremarctos ornatus*). Asociación Mexicana de Mastozoología.
- Ríos-Uzeda, B., Gómez, H., & Wallace, R. B. (2006). Habitat preferences of the Andean bear (*Tremarctos ornatus*) in the Bolivian Andes. *Journal of Zoology*, 268(3), 271–278.
- Ríos-Uzeda, B., Gómez, H., & Wallace, R. B. (2007a). A preliminary density estimate for Andean bear using camera-trapping methods. *Ursus*, 18(1), 124–128.
- Rodríguez, 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.
- Rodríguez, S., Rodas, F., Schubert, A. y S. Vasco. 2014. Área de Biosfera Macizo del Cajas, Experiencias de Desarrollo Sostenible para el Buen Vivir. ETAPA EP, Municipio de Cuenca, Ministerio del Ambiente, SENPLADES, Ministerio de Relaciones Exteriores, Cooperación Alemana GIZ, Naturaleza y Cultura Internacional. Cuenca, Ecuador. (n.d.).
- Roth, H. (1964). Ein beitrag zur Kenntnis von *Tremarctos ornatus* (Cuvier). *Zoologische Garten*, 29, 107–129.
- Ruiz-García, M., Orozco-terWengel, P., Castellanos, A., & Arias, L. (2005). Microsatellite analysis of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) across its range distribution. *Genes & Genetic Systems*, 80(1), 57–69.
- Sánchez, F. (2013). Informe Monitoreo de la meso y macro-mastofauna del bosque montano Las Américas, Chaucha, Azuay. Datos no publicados.



- Thenius, E. (1976). Zur stammesgeschichtlichen Herkunft von Tremarctos (Ursidae, Mammalia). Zeitschrift Für Säugertierkunde, 41, 109–114.
- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 6. Quito: Ediciones Murciélagos Blanco.
- Tirira, D. G. (2015). Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies/Mammals of Ecuador: Updated checklist species. Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología y Fundación Mamíferos y Conservación. Retrieved from www.mamiferosdeecuador.com
- Torres, D. (2011). Guía Básica para la identificación de señales de presencia de oso frontino (*Tremarctos ornatus*) en los Andes Venezolanos. Fundación Andígena, Mérida.
- Viteri, M. (2007). Conservation genetics of Andean bears (*Tremarctos ornatus*) in northeastern Ecuador: Molecular tools, genetic diversity and population size. Thesis, University of Idaho, Moscow, Idaho, USA.
- Viteri, M., & Waits, L. (2009). Identifying polymorphic microsatellite loci for Andean bear research. *Ursus*, 20(2), 102–108.
- White, G. C. (1982). Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory.
- Yerena, E. (1994). Corredores ecológicos en los Andes de Venezuela (Vol. 4).
- Zug, B. (2009). Individual identification and habitat use of Andean bears on private lands in the Ecuadorian Andes. UNIVERSITY OF WISCONSIN–MADISON.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz usada en el programa CAPTURE para la estimación poblacional.

	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
OA1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
OA2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
OA3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
OA4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
OP1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
OR1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

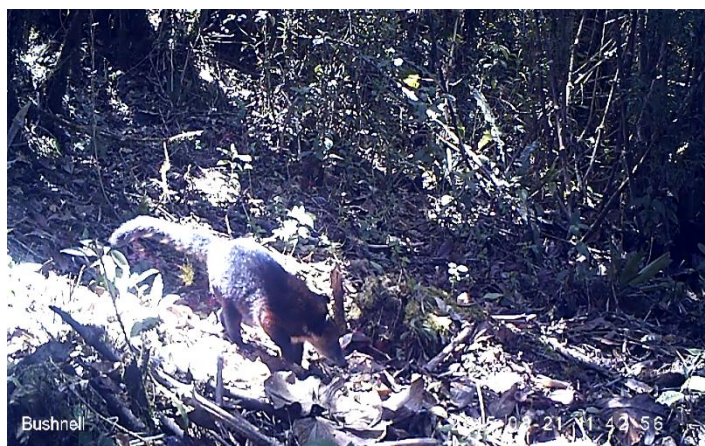
Anexo 2. Registro fotográfico de otras especies.



Puma (*Puma concolor*)



Tigrillo (*Leopardus tigrinus*)





Andasolo (*Nasua narica*)