



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MODALIDAD ARTÍCULO ACADÉMICO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:
EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DEL MONO AULLADOR (*ALOUATTA PALLIATA*)
EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE Y MARINO COSTERA PACOCHE.

MODALIDAD: ARTICULO ACADÉMICO
AUTOR: JOSTIN STEVEN VELIZ CEVALLOS
TUTOR: BIOL. DAVID JESOD MERO DEL VALLE

MANABÍ – ECUADOR – 2025 (1)

Manta, 12 de noviembre de 2025.

CERTIFICACIÓN DE TUTORIA

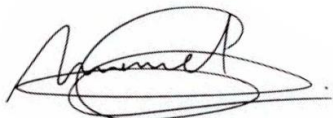
Como docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnológicas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, matriz Manta, CERTIFICO:

Que he orientado, revisado y aprobado el trabajo de integración curricular del estudiante Jostin Steven Véliz Cevallos con C.I. # 131529079-9, cuyo tema desarrollado fue: "Evaluación del hábitat del Mono Aullador (*Alouatta palliata*) en el Refugio de Vida Silvestre Marino y Costero Pacoche, Manta 2025"

La investigación realizada cumple con los requisitos académicos estipulados por el Reglamento de Régimen Académico y se ajusta a las directrices establecidas para la titulación en esta modalidad, evidenciando méritos académicos, científicos y formales, así como originalidad.

Sin más que informar, me es grato expresar mis sentimientos de aprecio y estima.

Atentamente,



Blgo. David Mero del Valle M. Sc.
Tutor de Tesis
Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnológicas

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Veliz Cevallos Jostin Steven**, con cédula de identidad 1315290799, egresado de la facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, de la carrera de Ingeniería Ambiental, libre voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido de la presente investigación titulada **“Evaluación del hábitat del mono aullador (*Alouatta palliata*) en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche”**, corresponde exclusivamente al tutor y patrimonio intelectual del autor, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

Manta, 13 de noviembre del 2025



Veliz Cevallos Jostin Steven
C.I.: 1315290799

AGRADECIMIENTOS

EN PRIMER LUGAR, QUIERO AGRADECER A MI FAMILIA POR APOYARME DURANTE TODO ESTE PROCESO. A MI PAPÁ POR APOYARME Y CREER EN TODAS MIS IDEAS, A MI HERMANA KARLY, Y TÍAS POR LLEVARME A LA UNIVERSIDAD, A MI ABUELA POR SIEMPRE ESTAR AHÍ, Y A MI TÍO FABIAN POR APOYARME. A LOS PROFESORES QUE ME APOYARON Y ME FORMARON EN LA CARRERA DONDE ME ENSEÑARON CON PASIÓN, EN ESPECIAL A LA DRA. DAYANARA MACÍAS, DR. ENRIQUE DE LA MONTAÑA, BIOL. VICTOR ROSADO, ING. BRÍGIDA RODRIGUEZ, DR. ESTEBAN CHIRINO, BIOL. DAVID MERO, Y DEMÁS POR SER PARTE FUNDAMENTAL EN MI CAMINO.

A LOS AMIGOS Y COMPAÑEROS QUE HICE EN EL CAMINO COMO LEONARDO, GRACIELA, BRYAN, JORDY, ISAAC, LUIS. COMPARTIMOS GRATOS MOMENTOS.

A MI QUERIDO JOSÉ LUIS ZAMBRANO POR SER UN PILAR FUNDAMENTAL DURANTE MI ÚLTIMO SEMESTRE EN LA CARRERA, QUIEN VIÓ MI PROCESO DE TITULACIÓN DESDE EL PRINCIPIO, LO QUIERO MUCHO.

Y A MI AMIGO ANTHONY GONZALES QUIEN ESTUVO AHÍ VIENDO MIS AVANCES Y HACIENDOME REIR CON SUS OCURRENCIAS.

Evaluación del hábitat del mono aullador (*Alouatta palliata*) en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche

Jostin Veliz Cevallos^{1,*}, David Mero del Valle²

- (1) Titulando de la carrera de ingeniería ambiental, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Manta, Ecuador.
- (2) Docente titular, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Manta, Ecuador.

* Autor de correspondencia: Jostin. Veliz Cevallos [e1315290799@live.uleam.edu.ec]

Evaluación del hábitat del mono aullador (*Alouatta palliata*) en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche

RESUMEN: El mono aullador (*Alouatta palliata*) es una especie clave en los bosques tropicales de América, enfrentando crecientes amenazas por la fragmentación de su hábitat y actividades humanas. Este estudio evaluó la distribución, abundancia y calidad del hábitat de *A. palliata* en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costero Pacoche (Ecuador), integrando variables físicas, bióticas y antrópicas. Mediante monitoreo en senderos, análisis espectral (NDVI, NDBI) y térmico, y un modelo de Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI), se identificó que solo el 36,05% del área presenta condiciones medias-altas para la especie, mientras que el 63,95% está degradado o es inapropiado. La abundancia fue mayor en zonas con menor intervención humana (8,56 ind/km) y acceso a agua, mientras que las áreas deforestadas mostraron temperaturas más elevadas (25–27 °C) y menor presencia de individuos. Los resultados destacan la necesidad de conservar corredores biológicos, reducir la fragmentación y gestionar las presiones antrópicas para asegurar la supervivencia de *A. palliata*. Este trabajo aporta insumos clave para la planificación de estrategias de conservación en áreas protegidas costeras del Neotrópico.

Palabras clave: fragmentación de hábitat; conservación; Pacoche; idoneidad de hábitat; presión antrópica.

Habitat Assessment of the Mantled Howler Monkey (*Alouatta palliata*) in the Pacoche Marine and Coastal Wildlife Refuge

ABSTRACT: The howler monkey (*Alouatta palliata*) is a keystone species in tropical forests of the Americas, facing increasing threats from habitat fragmentation and human activities. This study assessed the distribution, abundance, and habitat quality of *A. palliata* in the Pacoche Marine and Coastal Wildlife Refuge (Ecuador), integrating physical, biotic, and anthropogenic variables. Through trail monitoring, spectral (NDVI, NDBI) and thermal analysis, and a Habitat Suitability Index (HSI) model, it was found that only 36.05% of the area offers medium-high quality conditions for the species, while 63.95% is degraded or unsuitable. Abundance was higher in areas with lower human intervention (8.56 ind/km) and water access, whereas deforested zones showed higher temperatures (25–27 °C) and fewer individuals. The results underscore the need to preserve biological corridors, reduce fragmentation, and manage anthropogenic pressures to ensure the survival of *A. palliata*. This study provides key insights for conservation planning in coastal protected areas of the Neotropics.

Keywords: habitat fragmentation; conservation; Pacoche; habitat suitability; anthropogenic pressure.

Introducción

El mono aullador (*A. palliata*) es una de las especies de primates más ampliamente distribuidas en el Neotrópico, con presencia desde el sur de México hasta el noroeste de Perú, incluyendo la costa occidental de Ecuador (Fuentes *et al.* 2018). Este primate habita diversos ecosistemas forestales, desde bosques húmedos hasta secos y semihúmedos, mostrando preferencia por área cercanas a cuerpos de agua. Sin embargo, su distribución y abundancia están cada vez más condicionadas por amenazas de origen antrópico como la fragmentación del hábitat, la cacería, el avance de la frontera agrícola y ganadería, el atropellamiento en carreteras y la introducción de especies exóticas. (MAATE 2017, y Fuentes *et al.* 2018)

Diversos estudios en Ecuador y América Latina han contribuido al conocimiento ecológico de la especie. Por ejemplo, investigaciones en el Bosque Protector Cerro Blanco, y en la provincia del Azuay (Ecuador) han abordado aspectos relacionados con su distribución espacial y sus hábitos, revelando limitaciones en los métodos de detección como el fototrampeo y la necesidad de metodologías más integrales (Tirira. 2021, y Salas *et al.* 2022). De manera similar, en el estudio de Lizcano *et al.* (2016) demostró que en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costero Pacoche se han observado baja frecuencia de registros, posiblemente asociada a la escasez de recursos alimenticios provocada por la fragmentación del hábitat.

A escala global, Rondinini *et al.* (2011) nos advierte que la falta de datos detallados sobre la distribución de los mamíferos limita la planificación, efectiva de la conservación. En regiones con alta conservación de hábitats, como muchas zonas tropicales de América, los modelos de idoneidad del hábitat se vuelven herramientas esenciales para mejorar las resoluciones espaciales y orientar estrategias de conservación más precisas. Además, la investigación de Arroyo y Mandujano (2006) evidenció que la fragmentación del bosque altera significativamente la estructura vegetal, afectando la disponibilidad de recursos clave para los monos aulladores y su capacidad de persistencia a largo plazo.

En Ecuador, en el estudio de Tleimat (2021) señala que factores ambientales como la altura del dosel, la temperatura y la humedad relativa influyen en la ocupación del hábitat por parte de *A. palliata*. Así mismo, eventos recientes como la muerte masiva de individuos en Pacoche durante 2016, posiblemente relacionada con estrés ambiental y cambios en la dieta, reflejan la vulnerabilidad de las poblaciones locales frente al cambio climático y a las alteraciones antrópicas. (Álvares. 2016)

A pesar del conocimiento generado, persisten vacíos importantes respecto a cómo interactúan los factores físicos, bióticos y antrópicos para modelar la distribución y abundancia de *A. palliata* en áreas donde este primate habita. La carencia de datos sistemáticos de alta resolución limita la evaluación del estado del ecosistema, por lo que este estudio se preguntó ¿En qué medida los factores físicos, bióticos y antrópicos afectan la distribución y abundancia del Mono aullador *A. palliata* en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costero Pacoche? Además, por objetivo general de esta investigación es evaluar el efecto de los factores ya mencionados sobre la

distribución y abundancia de *A. palliata* en el área protegida de Pacoche, con el fin de encontrar las principales causas que afectan a esta especie.

Material y métodos

Área de estudio

Se localiza al sur de la provincia de Manabí entre los cantones de Manta y Montecristi, con un área total de 31517,90 hectáreas de las cuales 5049,69 hectáreas corresponden a la parte terrestre. El gradiente altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 363 msnm. Se encuentra en la eco-región de los bosques secos del Ecuador y los ecosistemas terrestres presentes son: Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo; Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial; Bosque siempre verde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial. La pluviosidad varía de norte a sur entre los 2000 a 500 mm anuales. (Cartaya *et al.* 2015, y MAATE 2017)

Senderos

Para realizar la estimación de la distribución y la abundancia se establecieron tres rutas de monitoreo con ayuda del personal del área protegida, las cuales fueron: Sendero del mono, Sendero Las Piñas, Sendero Agua Fría (Fig. 1). Los recorridos se realizaron bajo la metodología descrita por Arias (2012), la cual consiste en la observación simple y estructurada, en donde se observó de manera neutral sin involucrarse en el medio, además del uso de una guía diseñada por el área protegida para recolectar datos de los avistamientos del mono aullador donde se especificaron los elementos que fueron observados tales como: el tiempo atmosférico, coordenadas, distancia de avistamiento y, tipo de detección. Así mismo, para las estructuras de las tropas se tuvo en cuenta el número de individuos, y el comportamiento dominante del grupo. Además, los recorridos se realizaron con una frecuencia de dos días por semana durante 10 semanas, intercalando los senderos.

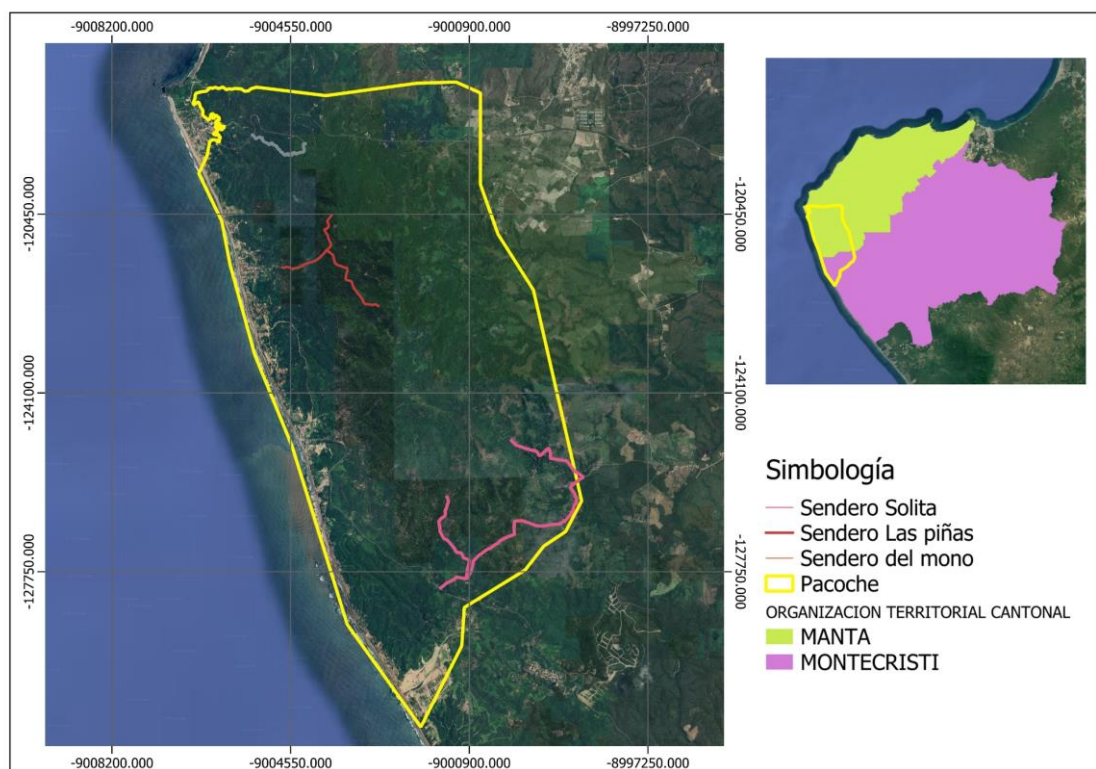


Figura. 1 ubicación geográfica de los senderos la parte terrestre del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costero Pacoche.

Análisis del relieve

Para realizar el análisis del relieve del área protegida, se utilizaron imágenes del Modelo de Elevación Digital (DEM) provenientes del satélite SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

La imagen DEM se preparó para procesar en el software de Sistemas de Información Geográfica QGIS (versión 3.36.3), el tratamiento inicial fue un recorte con la función Capa de Máscara con un polígono vectorial de la forma de la parte terrestre del área protegida. Para eliminar la presencia de valores discrepantes muy improbables (outliers), se utilizó el método descrito por Felicísimo (1994) el cual propone que estos valores pueden eliminarse mediante técnicas estadísticas, en función de los valores de las celdas vecinas, de la cual se usaron algoritmos de GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*) (Alonso 2016), se usó `r.neighbors` que convierte cada valor de categoría de celda en una función de los valores de categoría asignados a las celdas circundantes y almacena los nuevos valores de celda en una capa de mapa ráster de salida (`r.neighbors` - GRASS 2015) y `r.fill.dir` que filtra y genera un mapa de elevación sin depresiones y un mapa de dirección de flujo a partir de un mapa de elevación dado (`r.fill.dir` - GRASS 2018).

Análisis de índices espectrales

Se obtuvieron composiciones multispectrales del satélite Landsat 9, con una resolución de 30x30 metros proporcionadas a través del portal Earth Explorer del USGS y Earth Data respectivamente.

La imagen fue tratada en QGIS (versión 3.36.3), el tratamiento inicial se seleccionaron los archivos de entrada (bandas 1 hasta la 7) que componen el ráster virtual. También se debe especificar el nombre y ubicación del archivo de salida, y activar “separar” para que cada banda se anexe una tras otra y no como un mosaico. (Martín 2014)

NDVI y NDBI

Para calcular el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) se utilizó la calculadora ráster con fórmula (Banda 5 – Banda 4)/(Banda 5 + Banda 4) , Índice NDBI (Índice de Diferencia Normalizada Edificada) con fórmula (Banda 5- Banda 6)/(Banda 5 + Banda 6) (gisadminbeers 2017, 2018).

Índice espectral de calor

Para la generación del mapa de calor, se aplicó la metodología propuesta por Coelho y Correa (2013), la cual permite derivar la temperatura de superficie en grados Celsius de imágenes del sensor TIRS/Landsat-8 (banda 10). La fórmula usada fue:

$$T_{Celsius} = \left(\frac{1321.08}{\ln \left(\frac{774.89}{(3.3420 \times 10^{-4} \times \text{Banda } 10 + 0.10000)} + 1 \right)} \right) - 273.15$$

Este algoritmo fue validado en el estudio original mediante comparación con datos meteorológicos de estaciones terrestres, y tienen una resolución espacial de 30 metros.

Análisis de índices espectrales

Para la evaluación del hábitat se desarrolló un modelo conceptual llamado Índices de Idoneidad de Hábitat que fue desarrollada por el U.S. Fish and Wildlife Service. Este modelo conceptual permite incluir tantas variables como el evaluador pueda medir, y que considere reflejen los atributos mínimos indispensables para asegurar la permanencia de la especie (Aguilar 2018). Además, se siguió la metodología propuesta por Delfín-Alfonso *et al* (2009) se usaron varios atributos como tamaño de los grupos, tipo de dieta, fuentes de agua, orientación de laderas y fragmentación del bosque. Además, se le asignó un Índice de Importancia de Atributo (IIA) para darle a cada punto un valor específico para realizar el cálculo.

Tabla 1. Asignación de IIA para cada atributo.

Atributos	Intervalos	IIA	Calidad de atributo
Tamaño del grupo	> 15 individuos	1	Alta
	6 - 14 individuos	0.67	Media
	< 5 individuos	0.33	Baja
Tipo de dieta	Frugívora – folívora balanceada	1	Alta

	Frugívora dominante	0.75	Media
	Folívora dominante	0.50	Baja
	Hojas maduras	0.25	Inapropiada
Fuentes de agua	Perenne	1	Alta
	Intermitente	0.67	Media
	Sin agua	0.33	Baja
Orientación de laderas	Planos	1	Alta
	Inclinados	0.5	Baja
Fragmentación de bosque	Fragmentación leve	1	Alta
	Fragmentación media	0.67	Media
	Fragmentación alta	0.33	Baja

Nota: Se utilizaron las investigaciones de Cervera et al. (2015), y Dias (2015) como referencia para la creación del modelo conceptual.

Cada una de estas variables fue seleccionada por su influencia directa en la supervivencia y el comportamiento de la especie, observación directa e información brindada por bibliografía y la información brindada por los guardaparques.

La ecuación que propone el modelo conceptual quedó de la siguiente manera:

$$HSI = \frac{a_1 + a_2 + 2a_3 + a_4 + a_5}{\sum a_n} - VP$$

donde:

- HSI: Índice de habitabilidad
- a_1 : Tamaño de grupo (densidad poblacional).
- a_2 : Tipo de dieta (disponibilidad de recursos alimenticios).
- a_3 : Fuentes de agua (ponderadas $\times 2$ por su escasez).
- a_4 : Orientación de laderas (preferencias microclimáticas).
- a_5 : Fragmentación del bosque (conectividad del hábitat).
- VP: valor de presión global.

Los resultados del HSI se clasifican en cuatro categorías para facilitar la interpretación: hábitat *inapropiado* (0 – 0.25), *baja calidad* (0.26 – 0.46), *media calidad* (0.47 – 0.67) y *alta calidad* (0.68 – 1). Esta clasificación permite identificar áreas prioritarias para conservación, corredores biológicos y zonas degradadas que requieren restauración

Análisis Estadístico

El Análisis de Componentes Principales (ACP) se empleó para sintetizar la información de la estructura y número de las tropas, HSI, altitud, distancia de observación, temperatura, distancia de la fuente de presión más cercana. Esto permitió analizar las relaciones entre los sitios de muestreo y las variables, usando la metodología propuesta por Canales et al (2021).

Resultados

Distribución y abundancia

La especie seleccionada pudo ser vista en todo el territorio del área protegida, desde el Norte hasta el Sur, y de Este a Oeste. En el Sendero del Mono, se registraron 14 avistamientos en los 8 días seleccionados para la exploración a lo largo de este sendero, con un total de 128 individuos.

Tabla 2. Datos de las rutas seleccionadas dentro del Área Protegida

Longitud del sendero	Avistamientos	Total de individuos
1,87 km	Sendero del Mono - Norte 14	128
3,67 km	Sendero Las Piñas - Centro 12	136
8,5 km	Sendero La Solita - Sur 5	36

Nota: Las rutas fueron monitoreadas entre febrero y abril del 2025.

Tabla 3. Observaciones de Mono Aullador en el Sendero del Mono

Tipo de detección	Distancia de avistamiento (m)	Número de individuos				Comportamiento predominante
		Macho	Hembra	Juvenil	Cría	
Visual	14	1	4	3	4	A
Visual	15	2	6	8	3	M
Vocalización		1				AS
Visual	3	2	7	2	4	M
Visual	9	2	6	2	2	M
Vocalización		1	1			AS
Visual	50	2	1			A
Visual	15	2	7	9	3	D
Visual	25	2	1	3		M
Visual	13		1	2		M
Visual	11		1	4		M
Visual	17	2	8		6	A
Visual	18			3		D
Visual	14	1	5		4	D

Nota: Significado de las siglas del comportamiento predominante (A): alimentación; (M): movimiento; (AS): Actividad social; (D): Descanso.

El sendero del Mono sigue el curso de un río con bajo caudal, marca la ruta de manera natural entre dos elevaciones: una montaña rocosa y una colina más baja que da hacia la carretera en la parte norte donde comienza el recorrido, el sendero va de manera descendente hasta llegar a la ruta de Spondylus en el oeste como se visualiza en la **Fig. 3**.

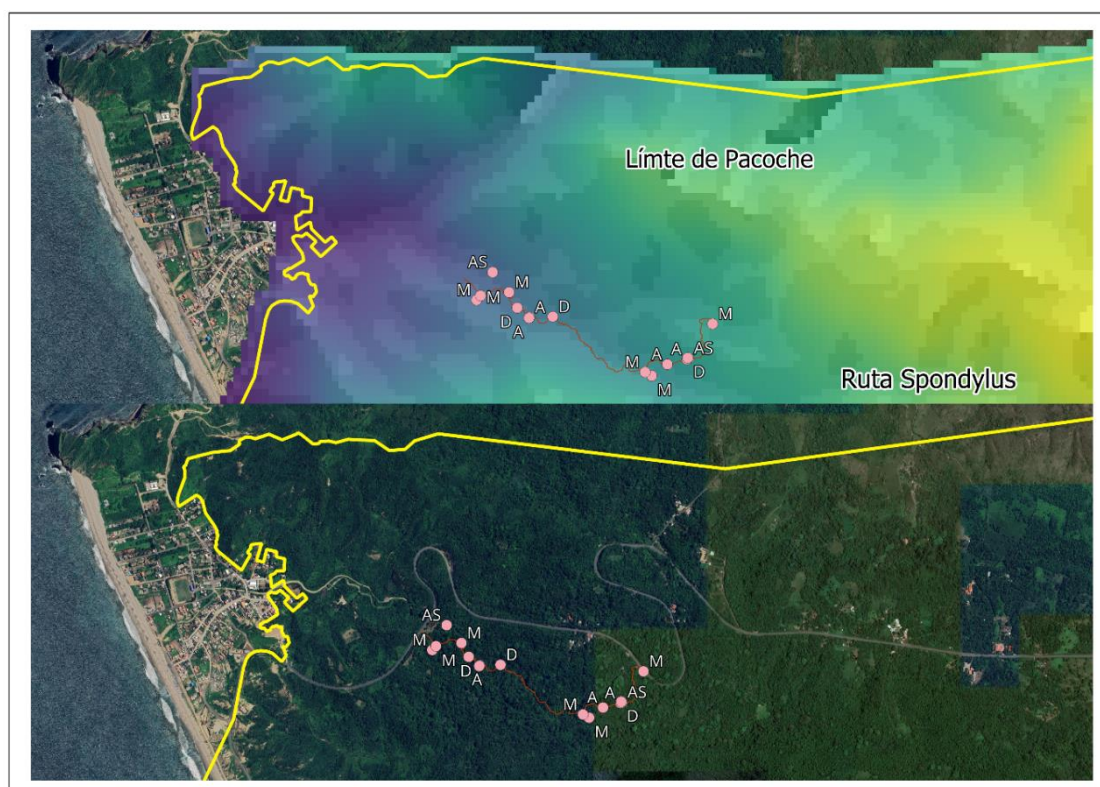


Figura. 2 Mapa comparativo de la geomorfología del sendero del mono.

En el Sendero de Las Piñas, se registraron 12 avistamientos en los 7 días seleccionados para la exploración a lo largo de este sendero, con un total de 136 individuos.

Tabla 4 Observaciones de Mono Aullador en el Sendero de Las Piñas.

Tipo de detección	Distancia de avistamiento (m)	Número de individuos				Comportamiento predominante
		Macho	Hembra	Juvenil	Cría	
Visual	13	10	18	8	3	A
Visual	25	10	10	11	2	AS
Visual	11	1	3		2	M
Visual	1500	2				A
Visual	2500	3				AS
Vocalización		2				AS
Vocalización		1				AS
Vocalización		3				AS
Visual	17	1				D
Visual	7	2	5	4	5	D
Visual	10	1				A
Visual	10	1	13	1	14	A

Nota: Significado de las siglas del comportamiento predominante (A): alimentación; (M): movimiento; (AS): Actividad social; (D): Descanso.

El sendero de Las Piñas no sigue un curso natural, este fue conformado y construido por actividades de la población local para conectar al poblado con zonas de bosque que son usadas para el cultivo. Este camino muestra claramente intervención humana, ya que los tramos son rectilíneos, y subidas y bajadas que siguen claramente la forma de la rugosidad del terreno de la

imagen superior de la figura 4, sin embargo, fue el segundo tramo más abundante de *A. palliata*, pudiendo encontrarse en las copas de los árboles la zona, alimentándose y movilizándose.

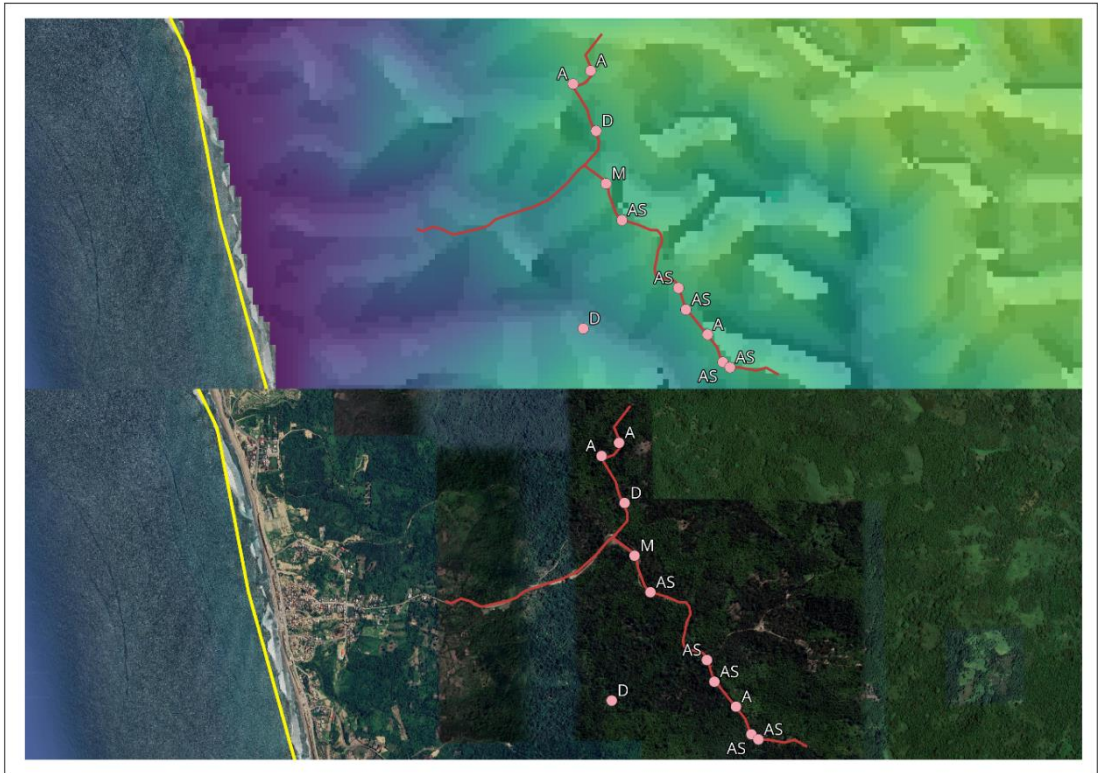


Figura. 3 Gráfico comparativo de la geomorfología del sendero de las piñas

En el Sendero de Las Piñas, se registraron 5 avistamientos en los 4 días seleccionados para la exploración a lo largo de este sendero, con un total de 36 individuos

Tabla 5 Observaciones de Mono Aullador en el Sendero de La Solita.

Tipo de detección	Distancia de avistamiento (m)	Número de individuos				Comportamiento predominante
		Macho	Hembra	Juvenil	Cría	
Visual	60	1	3	1	3	D
Vocalización		2				AS
Visual	30	2	7	1	4	M
Visual	20	1	5	4	2	M
Vocalización		4				AS

Nota: Significado de las siglas del comportamiento predominante (A): alimentación; (M): movimiento; (AS): Actividad social; (D): Descanso.

El sendero de La solita se localiza en una zona altamente antrópica, el paisaje natural ha sido modificado debido a actividades agropecuarias, expansión de infraestructuras como caminos, escuelas, etc. El sendero no sigue una continuidad definida debido a que el sendero como tal son los caminos que usan los habitantes para desplazarse, y a su vez este pasa por caminos secundarios, la presencia de animales de granja y basura fueron observadas en esta zona.

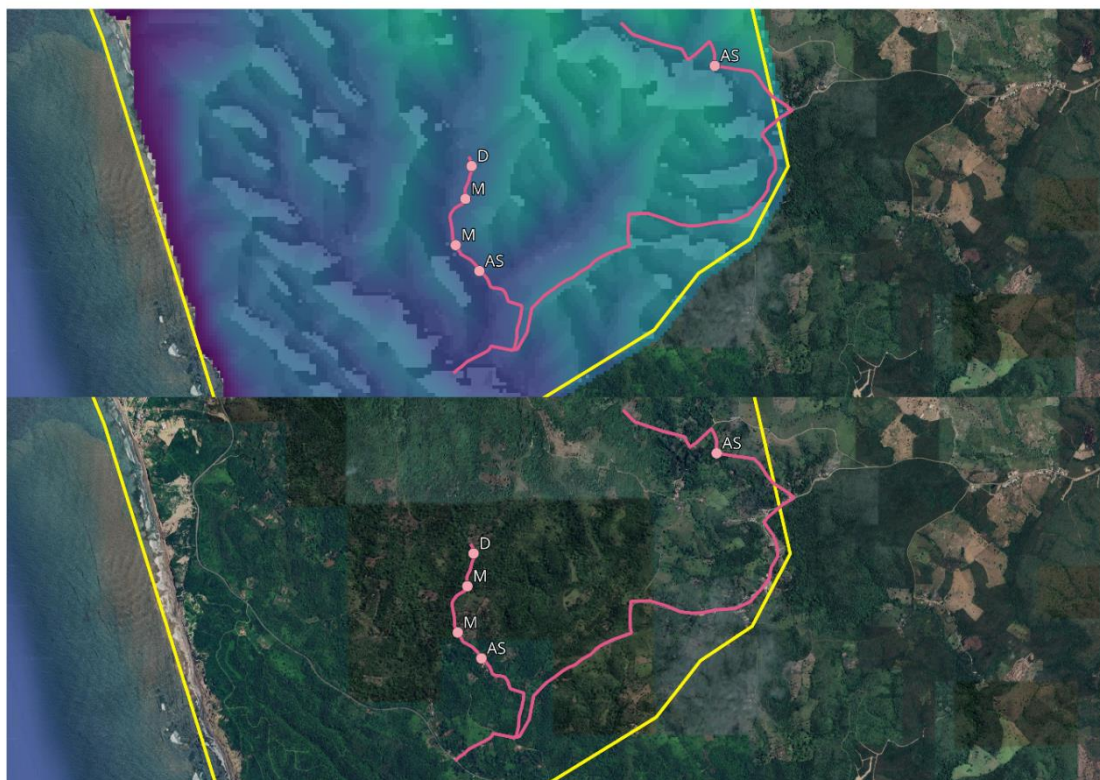


Figura. 4 Gráfico comparativo de la geomorfología del sendero de la solita.

Abundancia

Se realizó la abundancia relativa para cada sendero.

Sendero	Número de recorridos	Individuos	Abundancia relativa ind/km
Del Mono	8	128	8,56
Las Piñas	7	136	5,3
Solita	4	40	1,17

Tabla 6 Abundancia relativa. Individuos/km.sendero

La abundancia absoluta (individuos/km) del área de estudio fue la siguiente:

Número total de individuos observados: 304

Total de km recorridos: 14,04 km

Abundancia absoluta: 21,65 ind/km

Hábitat disponible

Se realizó la creación de un mapa de usos de suelo con los siguientes resultados:

Tabla 7 Extensión de las fuentes de presión y fuentes de agua dentro del Refugio de Vida Silvestre Marino y Costera Pacoche.

Parámetro	Dimensión
Área deforestada	997,42 hectáreas
Extensión de cosechas	253,34 hectáreas
Poblados	297,3 hectáreas

Ríos y fuentes de agua
 Caminos de fragmentación
 Ruta del Spondylus

19 km
 94,41 km
 20,42 km

Nota: las dimensiones fueron calculadas con herramientas estadísticas de QGIS.

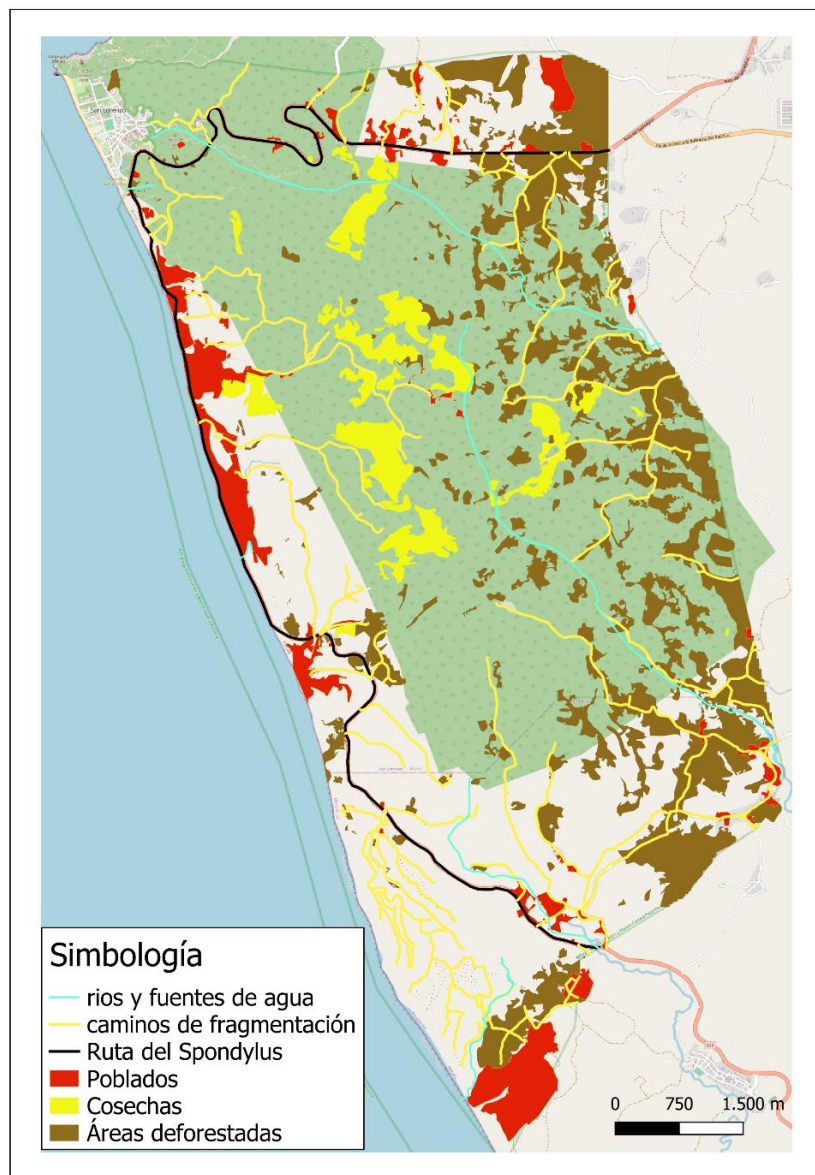


Figura. 5 Mapa de las principales fuentes de presión dentro del Refugio de Vida Silvestre Marino y Costera Pacoche.

Aproximadamente el 30.66% del Refugio de Vida Silvestre Marino y Costera Pacoche está intervenida con alguna fuente de presión, siendo la de mayor porcentaje el área correspondiente a las áreas deforestadas como se puede observar en la figura 6, y esta se encuentra de norte a sur, siendo la mayor parte deforestada la zona Este del área protegida. Además, los 94 km de caminos que existen dentro del área protegida son usadas como senderos por los propios guardaparques como el sendero de Las Piñas en la parte central y la solita como se representó en la figura 2.

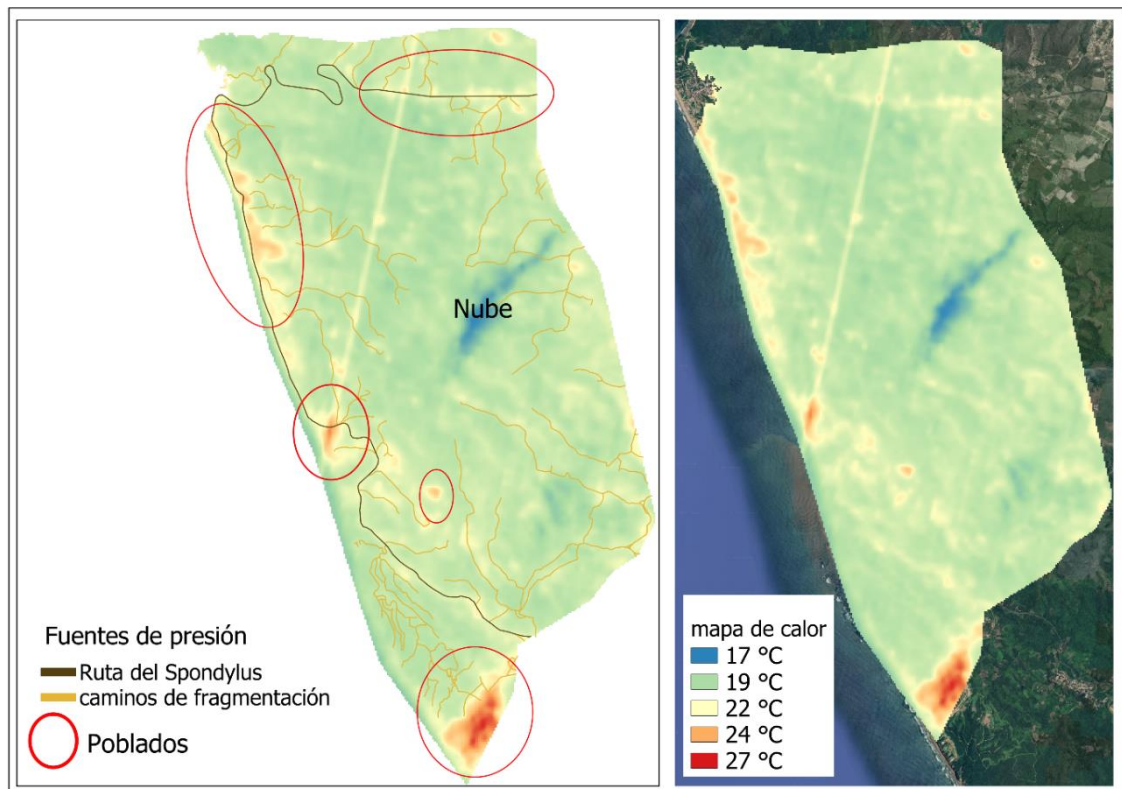


Figura. 6 Mapa de calor superficial del área terrestre del Refugio de Vida Silvestre Marino y Costera Pacoche.

El mapa de calor tiene un intervalo de temperaturas de 17 a 27 grados Celsius, donde las temperaturas más elevadas marcan sobre las poblaciones más grandes que tiene el área protegida tal y como se muestra en la figura 6, por otro lado, se observa una variación de la temperatura superficial donde se identificaron los caminos de fragmentación de hábitat los cuales sirven para el transporte dentro del área protegida tanto para guardaparques y los comuneros, y también se logra observar la forma de la ruta del Spondylus, además, cada camino se asocia a una comunidad donde el área de influencia de la dispersión de la variación de calor abarca entre los 150 a 200 metros. Sin embargo, la mayor parte del área protegida se mantiene fresca con zonas que varían entre los 19 a 22 grados lo cual se considera una temperatura fresca dado las condiciones del terreno que mantiene un microclima en las zonas elevadas alejadas de la costa, por otro lado, el patrón de la variación de la temperatura puede estar relacionado por otros factores como se muestra en la figura 8, además de la existencia de parches bosque con temperatura homogénea.

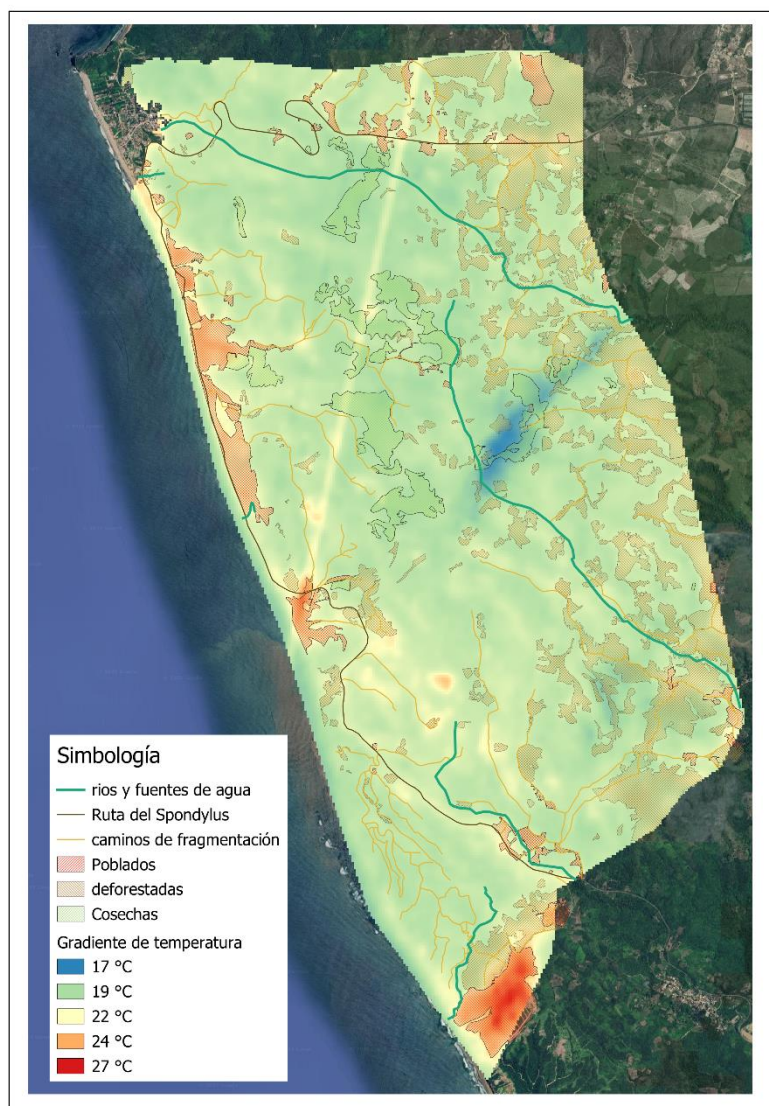


Figura. 7 Mapa de relación de las fuentes de presión identificadas con la temperatura de la superficie.

Las zonas deforestadas mostraron una relación mucho más directa, dado los patrones identificados se acomodan en los gradientes de temperatura más elevados, sin embargo, las zonas de identificadas para la cosecha también lo mostraron.

Hábitat disponible

El modelo de HSI indica que, en general, el hábitat del área del estudio tiene baja calidad para la conservación de los monos aulladores, ya que la mayor parte del territorio presenta condiciones bajas o inadecuadas. Solo el 36.05% (2175.12 ha) del área tiene una calidad media a alta (fig. 9), mientras que el 63.95% restante se clasifica como calidad baja a inapropiada.

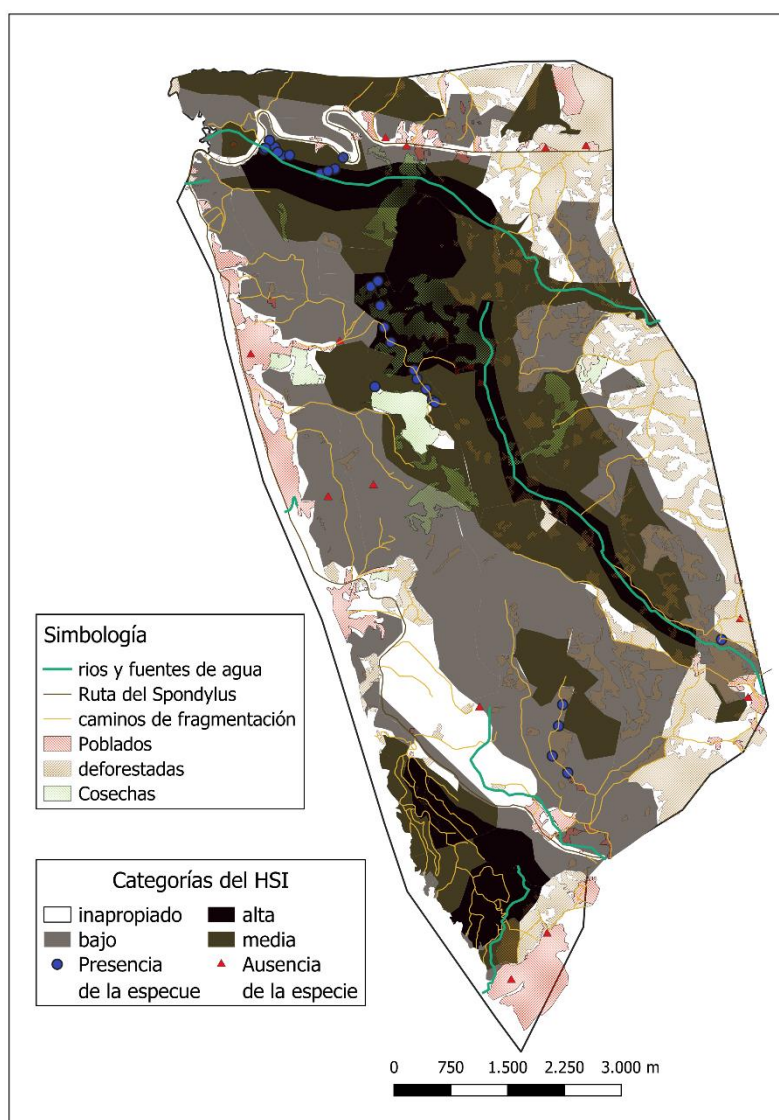


Figura. 8 Modelo de HSI donde se muestran las áreas seleccionadas en base a las mejores condiciones de habitabilidad para *A. palliata*.

El hábitat transformado abarca áreas intervenidas como zonas pobladas, áreas de cultivos y extensas áreas deforestadas que abarcan una importante superficie en el área protegida (Tabla 7), además, la presencia de ríos es muy importante dentro del área protegida ya que, el agua es un recurso escaso por lo que las fuentes hídricas tuvieron una gran influencia en la construcción del modelo, la presencia de carreteras ejerce una presión de gran relevancia por los automóviles que circulan a gran velocidad, y a su vez la presión de las manchas urbanas generan manchas de calor significativas y estas pueden aumentar o disminuir su impacto en relación al tiempo atmosférico.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (figura 10) reveló una estructura clara en los datos, con los componentes principales (CP1 y CP2) explicando conjuntamente el 100% de la varianza total. El primer componente principal (CP1) capturó el 54.6% de la variabilidad, mientras que el

segundo componente (CP2) explicó el 45.4% restante, demostrando que este plano factorial representa adecuadamente toda la información contenida en el conjunto de datos original.

Como se puede observar, el sendero del mono se caracteriza por la presencia de machos, juveniles, y la distancia de las fuentes de presión, el sendero de las piñas se caracteriza por la distancia de las observaciones de los monos aulladores, y el sendero de la solita se caracteriza por la temperatura del sitio.

Por tanto, se puede interpretar que entre las variables se observaron patrones interesantes. Las variables HSI, distancia a la fuente de presión, macho, hembra y juveniles, mostró una marcada influencia en el CP1. Particularmente, las variables relacionadas biológicas (macho, hembra y juveniles) aparecieron agrupadas, sugiriendo una correlación positiva entre ellas.

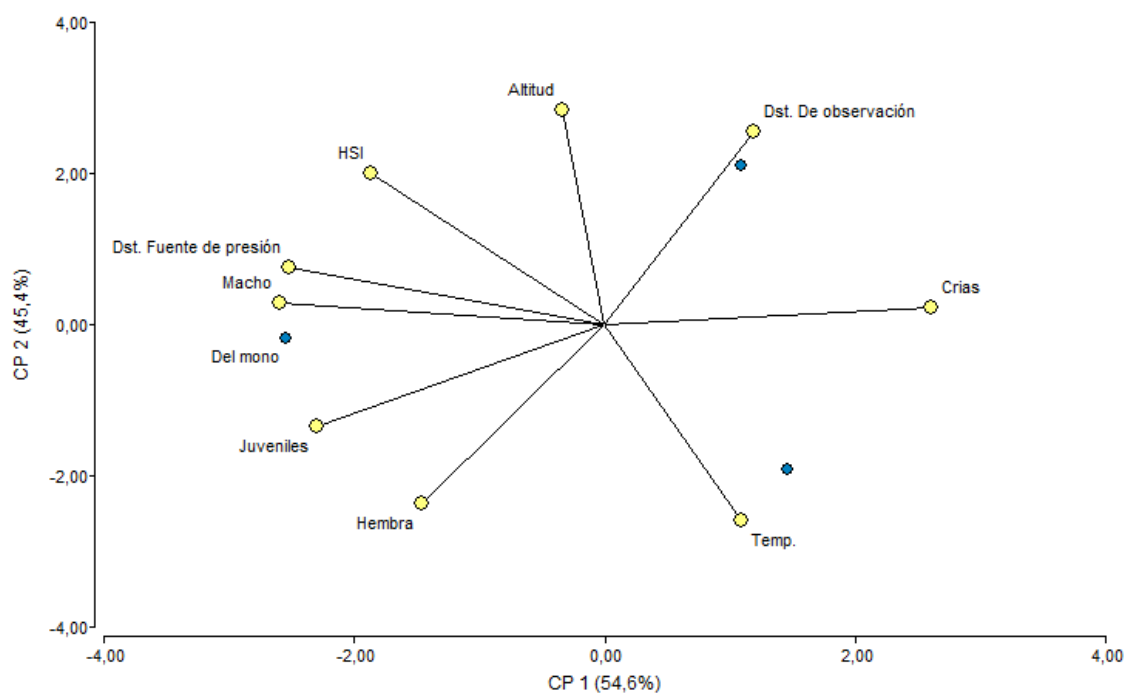


Figura. 9 Plano factorial del ACP mostrando la distribución de variables biológicas, ambientales y antrópicas según los componentes CP1 (54.6%) y CPA (45.4%).

Los grupos A y B, que comparten variables como distancia de observación, crías y temperatura, presentaron algunas diferencias notables. Mientras que en el grupo A estas variables mostraron una mayor asociación con el componente CP2, en el grupo B aparecieron más relacionadas con CP1. Esta divergencia podría sugerir distintos patrones de comportamiento o respuesta ambiental entre los grupos analizados.

La temperatura apareció como una variable particularmente influyente, ubicándose en una posición extrema del plano factorial. Su localización sugiere que constituye un factor determinante en la variabilidad capturada por los componentes principales. Las variables relacionadas con crías y distancia de observación mostraron una correlación moderada, apareciendo en cuadrantes intermedios del gráfico.

Discusión

El presente estudio constituye una aproximación integral al entendimiento de como los factores físicos, biológicos y antrópicos determinan la distribución, abundancia, comportamiento y éxito reproductivo del mono aullador (*A. palliata*) en el refugio de vida silvestre marino costero Pacoche, Ecuador. La hipótesis de trabajo propuso que la combinación de estos factores limita la conectividad del hábitat y la disponibilidad de recursos, generando variaciones espaciales y temporales en la presencia de la especie. La relevancia de este enfoque radica en que *A. palliata* es un primate de la calidad y continuidad de los bosques tropicales, secos ecosistemas altamente amenazados en el neotrópico (Schreier et al. 2022). Comprender las interacciones entre variables ambientales y humanas no solo tiene implicaciones para la biología de la conservación, sino que también aporta insumos clave para la planificación y gestión adaptativa de áreas protegidas.

El refugio de vida silvestre marino costero Pacoche es un laboratorio natural idóneo para analizar dichas interacciones, ya que combina zonas de bosque seco tropical relativamente bien conservadas con sectores altamente intervenidos por actividades agropecuarias, infraestructura vial y asentamientos humanos. En el estudio de Arroyo y Mandujano (2006) se señalaron que la fragmentación y pérdida de cobertura arbórea presentan las principales amenazas para la fauna de mamíferos, especialmente para primates arborícola. Este trabajo no solo confirma tales presiones, sino que también cuantifica su impacto sobre la distribución y abundancia de *A. palliata*, revelando patrones que coinciden con los observados en otras regiones del rango de la especie, como en fragmentos costeros de Costa Rica.

El análisis de abundancia relativa relevó diferencias significativas entre los tres senderos evaluados: el Sendero del Mono presentó la mayor densidad (8,56 ind/km), seguido de Las Piñas (5,3 ind/km) y La Solita (1,17 ind/km). Estudios similares en bosques secos costeros de Costa Rica encontraron que *A. palliata* mantiene mayores tamaños de grupo y densidad en áreas con cobertura forestal continua, debiendo a la mayor disponibilidad de alimento y refugio (Martínez De Zorzi et al. 2025). Esto respalda la hipótesis de que la fragmentación y las presiones antrópicas reducen la capacidad de la carga del hábitat.

La diferencia de abundancia entre senderos no solo refleja la cobertura vegetal, sino también la accesibilidad y el uso humano de cada zona. El sendero del Mono, que sigue un curso de río representa vegetación más densa, ofrece mejores condiciones microclimáticas y alimenticias. Por el contrario, La solita atraviesa áreas agropecuarias y comunidades, generando ruido, tránsito y presencia de animales domésticos. Estos factores, documentados como causas de desplazamiento y estrés en primates (Álvarez y Cervera 2016), pueden explicar la menor densidad observada. La gestión diferenciada de estos sectores podría mejorar la distribución poblacional.

Resultados similares fueron reportados por (Meza & Paz, 2025), quienes evaluaron la población de *Aloutta palliata aequatorialis* en el mismo Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche,

obteniendo una densidad promedio de 32,52 ind/km², notablemente superior a la encontrada en el presente estudio. Los autores atribuyeron esta diferencia a la mayor integridad de cobertura forestal en los sectores evaluados durante su muestreo, así como a la baja presencia de perturbaciones humanas directas. Si bien las cifras difieren, ambos estudios coinciden en que la abundancia de la especie se encuentra en áreas con menor presión antrópica y mayor continuidad de bosque, lo que refuerza la necesidad de mantener y restaurar estas zonas prioritarias.

El estudio térmico superficial reveló que las áreas con temperaturas entre 25 y 27 °C coinciden con zonas deforestadas y cultivos; mientras que las zonas de bosque continúan registrando valores entre 19 y 22 °C. Estas diferencias son relevantes, ya que temperaturas elevadas pueden limitar las actividades diurnas y aumentar el estrés fisiológico en primates (Schreier et al. 2022). El bosque actúa como regulador térmico, y su pérdida reduce la capacidad de amortiguar las temperaturas extremas, impactando directamente en el confort y comportamiento de *A. palliata*.

El relieve también influyó en la distribución observada. Senderos con pendientes suaves y acceso a cuerpos de agua, como el del Mono, presentaron mayores registros que zonas con pendiente abruptas o sin acceso hídrico. Estudios previos han demostrado que *A. palliata* selecciona hábitats que optimizan el gasto energético, evitando desplazamiento prolongados en terrenos accidentados (Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006). Estos resultados refuerzan la importancia de considerar la geomorfología y disponibilidad hídrica al planificar estrategias de conservación.

Estos hallazgos se complementan con lo observado por (Mero y Pico 2025) en su análisis sobre distribución y fragilidad del mono capuchino frente blanca (*cebus aequatorialis*) en la costa ecuatoriana, donde se determinó que los microclimas más frescos y las zonas con acceso hídrico permanente presentan mayores probabilidades de ocupación. Este patrón coincide con lo observado en el presente estudio para *A. palliata*, lo que sugiere que la conservación de corredores biológicos no solo es relevante para una especie, sino que tiene efecto positivo transversal en la conservación de primates en general.

La presencia de juveniles y crías fue mayor en áreas con mejores valores de HSI y alejadas de fuentes de presión antrópicas. Esto sugiere que las hembras seleccionaron zonas más seguras y con mayor disponibilidad de recursos para la reproducción, patrón que se ha observado en otras poblaciones de *A. palliata* (Pira 2023). La reducción de estas áreas podría afectar la tasa de reclutamiento y, en consecuencia, la viabilidad poblacional.

El modelo de HSI incorporó la dieta como variable clave. Clasificando como óptimas las zonas con dieta frugívora folívora balanceada. Esto coincide con lo señalado por (Dias y Rangel-Negrín 2015) quienes indican que una dieta diversificada mejora la salud y capacidad reproductiva de los primates. Las áreas con predominio de hojas maduras o vegetación poco diversas recibieron

bajas puntuaciones, confirmando la necesidad de preservar la diversidad florística en el AP (área protegida).

El ACP mostro correlaciones significativas entre HSI, temperatura y distancia a presiones antrópicas con la presencia de crías y juveniles. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que la calidad del hábitat influye directamente en la reproducción. Además, la proximidad a carreteras y cultivos pueden incrementar el riesgo de atropellamiento y depredación, reduciendo la supervivencia de los individuos más jóvenes (Álvares y Cervera 2016). Esto subraya la importancia de un manejo especial que minimice la interacción de la fauna con zonas de alto riesgo.

El análisis de uso de suelo mostro que el 30,66 % del área protegida presento algún grado de intervención humana, siendo la deforestación la principal fuente de presión. La fragmentación del hábitat reduce la conectividad entre parches y expone a las tropas a bordes más cálidos y secos, condiciones menos favorables para su permanencia. Este efecto ha sido ampliamente documentado en primates neotropicales, donde la fragmentación altera patrones de conectividad y aumenta la mortalidad (Rondinini et al. 2011)

Los parches de bosque continuo identificados en el modelo HSI funcionan como núcleos de conservación, pero su aislamiento por áreas deforestadas limita el intercambio genético entre tropas. Este fenómeno, conocido como “efecto isla”, puede reducir la diversidad genética y aumentar la endogamia, afectando la resiliencia de la especie frente a enfermedades y cambios ambientales (Arce 2020).

Conclusiones

El presente estudio evaluó el hábitat del mono aullador (*Alouatta palliata*) en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costero Pacoche, identificando los factores físicos, bióticos y antrópicos que influyen en su distribución, abundancia y comportamiento. Los resultados revelaron que la calidad del hábitat está significativamente afectada por la fragmentación del bosque, la presencia de actividades humanas y la disponibilidad de recursos clave como agua y alimento.

La abundancia relativa de *A. palliata* varió notablemente entre los senderos evaluados, siendo mayor en áreas con menor intervención humana, como el Sendero del Mono (8,56 ind/km), y menor en zonas altamente antropizadas, como el Sendero de La Solita (1,17 ind/km). Este patrón confirma que la presión antrópica reduce la capacidad de carga del hábitat, limitando la disponibilidad de recursos y aumentando el estrés fisiológico en las poblaciones de primates. Además, la presencia de juveniles y crías fue más frecuente en áreas con valores altos del Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI), lo que sugiere que la calidad del hábitat influye directamente en el éxito reproductivo de la especie.

El análisis espectral y térmico demostró que las zonas deforestadas y los cultivos presentan temperaturas superficiales más elevadas (25–27 °C) en comparación con las áreas boscosas (19–22 °C), lo que podría afectar el comportamiento y la distribución de *A. palliata*. Asimismo, el

relieve y la disponibilidad de agua emergieron como factores determinantes, ya que los senderos con pendientes suaves y acceso a fuentes hídricas mostraron mayores registros de la especie.

El modelo HSI clasificó solo el 36,05% del área de estudio como hábitat de media a alta calidad, mientras que el 63,95% restante presentó condiciones inadecuadas o de baja calidad. Esto resalta la necesidad de implementar estrategias de conservación que prioricen la restauración de corredores biológicos y la mitigación de las presiones antrópicas, especialmente en áreas cercanas a carreteras y asentamientos humanos.

En conclusión, este estudio evidencia que la conservación de *A. palliata* en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche depende de la integridad del bosque, la reducción de la fragmentación y la gestión de las actividades humanas. Los hallazgos aportan información valiosa para la planificación de acciones de conservación y el manejo adaptativo del área protegida, con el fin de garantizar la viabilidad a largo plazo de esta especie emblemática y su ecosistema.

Referencias

- Aguilar, R.O. 2018. *LITORALES DE CCOTOS Y ESCALLANI – CAPACHICA – PUNO*. DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Perú.
- Alonso, D. 2016. Qué es y qué podemos hacer con GRASS GIS. *MappingGIS*.
- Álvares, S., Cervera, L. 2016. La situación de los monos aulladores en Ecuador. *Boletín de la Asociación Primatológica Ecuatoriana* 23: 26-31.
- Arce, J. 2020. *Primates de Guayaquil: Revelando los secretos de nuestros vecinos en peligro de extinción*. PROYECTO INTEGRADOR. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil.
- Arias, F. 2012. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 6ta ed. EPISTEME, Caracas - Republica Bolivariana de Venezuela.
- Arroyo-Rodríguez, V., Mandujano, S. 2006. Forest Fragmentation Modifies Habitat Quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology* 27: 1079-1096.
- Canales-Espinosa, D., Saimiri, D.S.-R. (Fundación, Williams-Guillén, K., Rosales-Meda, M., Méndez-Carvajal, P.G., Moscoso, P., Torre, S. de la et al. 2021. IUCN Red List of Threatened Species: *Alouatta palliata*. *IUCN Red List of Threatened Species*.
- Cartaya, Scarlet, Zurita, Shirley, Rodriguez, Elvira. 2015. Clasificación supervisada para la selección de zonas de muestreo de especies cinegéticas en el Refugio de Vida Silvestre, Marino y Costero Pacoche, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista de Investigación* 39: 51-62.
- Cervera, L., Lizcano, D.J., Tirira, D.G., Donati, G. 2015. Surveying Two Endangered Primate Species (*Alouatta palliata* aequatorialis and *Cebus aequatorialis*) in the Pacoche Marine and Coastal Wildlife Refuge, West Ecuador. *International Journal of Primatology* 36: 933-947.
- Coelho, A.L.N., Correa, W.D.S.C. 2013. TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE CELSIUS DO SENSOR TIRS/LANDSAT-8: METODOLOGIA E APLICAÇÕES. *REVISTA GEOGRÁFICA ACADEMICA* 7: 31.

- Delfín-Alfonso, C.A., Gallina, S., López-González, C.A. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science* 2: 215-228.
- Dias, P.A.D., Rangel-Negrín, A. 2015. Diets of Howler Monkeys. En Kowalewski, M. M., Garber, P. A., Cortés-Ortiz, L., Urbani, B., Youlatos, D. (eds.), *Howler Monkeys*, pp. 21-56. Springer New York, New York, NY.
- Felícísimo, A.M. 1994. Modelos Digitales del Terreno. 118.
- Fuentes, N., Alfonso-Cortes, F., Cervera, L., de la Torre, S., Estévez-Noboa, María Isabel, Tirira, Diego G. 2018. *ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PRIMATES DEL ECUADOR*. 1era ed. Tirira, Diego G., de la Torre, S., Zapata Ríos, Galo (eds.),. Grupo de Estudio de Primates del Ecuador / Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 12, Quito, Ecuador.
- gisadminbeers. 2018. Cálculo de índice NDBI para análisis urbanísticos. *Gis&Beers*.
- gisadminbeers. 2017. Combinaciones RGB de imágenes satélite Landsat y Sentinel. *Gis&Beers*.
- Lizcano, D.J., Cervera, L., Espinoza-Moreira, S., Poaquiza-Alava, D., Parés-Jiménez, V., Ramírez-Barajas, P.J. 2016. Medium and large mammal richness from the marine and coastal wildlife refuge of Pacoche, Ecuador. *Therya* 7: 135-145.
- MAATE. 2017. *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche*. Ministerio del Ambiente, Conservación Internacional Ecuador y Fundación Ecológica BioEducar., Ecuador.
- Martín, V.B. 2014. Cómo visualizar imágenes Landsat en QGIS. *Cursos GIS | TYC GIS Formación*.
- Martinez De Zorzi, V.A., Tobar, S., Albergoli, F. 2025. Densidad, tamaño y composición de grupos de monos congo, *Alouatta palliata* (Atelidae) y cara blanca, *Cebus imitator* (Cebidae) en bosque seco y áreas de dosel reducido, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 73: 13.
- Mero, J., Pico, J. 2025. *Distribución y fragilidad en el hábitat del mono capuchino frente blanca (Cebus aequatorialis) ante el cambio climático: Implicaciones para su conservación en Ecuador*. Proyecto de investigación. UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, Jipijapa.
- Pira, M. 2023. Between Roars and Thermometers: The Climatic Dance of Mantled Howler Monkey (*Alouatta palliata*) Behavior. *FLAAR MESOAMERICA*.
- r.fill.dir - GRASS. 2018. r.fill.dir - GRASS GIS manual. Disponible en: <https://grass.osgeo.org/grass-stable/manuals/r.fill.dir.html> [Accedido 29 de mayo de 2025].
- r.neighbors - GRASS. 2015. r.neighbors - GRASS GIS manual. Disponible en: <https://grass.osgeo.org/grass-stable/manuals/r.neighbors.html> [Accedido 29 de mayo de 2025].
- Rondinini, C., Di Marco, M., Chiozza, F., Santulli, G., Baisero, D., Visconti, P., Hoffmann, M. et al. 2011. Global habitat suitability models of terrestrial mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366: 2633-2641.
- Salas, J.A., Navas, I.B., Merchán, M.B., Medranda-Benavides, J., Hurtado, C.M. 2022. Riqueza, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en el

Bosque Protector Cerro Blanco (Guayas, Ecuador): Richness, relative abundance, and activity patterns of medium and large-sized mammals from Bosque Protector Cerro Blanco (Guayas, Ecuador). *Mammalia aequatorialis* 4: 9-23.

Schreier, A.L., Voss, K.A., Bolt, L.M. 2022. Behavioral responses to riparian and anthropogenic edge effects in mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*) in a disturbed riverine forest. *Primates* 63: 659-670.

Tirira, D.G., Gallo-Viracocha, F. 2021. Áreas prioritarias para la conservación y vulnerabilidad al cambio climático de *Alouatta palliata aequatorialis* (Atelidae) y *Cebus aequatorialis* (Cebidae) en la provincia de Azuay, Ecuador: Priority areas for conservation and vulnerability to climate change of *Alouatta palliata aequatorialis* (Atelidae) and *Cebus aequatorialis* (Cebidae) in the province of Azuay, Ecuador. *Mammalia aequatorialis* 3: 37-57.

Tleimat, J.M. 2021. *MONITORING THE HABITAT AND SPATIAL ASSOCIATIONS OF TWO THREATENED PRIMATES ALONG A CONSERVATION AREA IN WESTERN ECUADOR*. Tesis de magister. Texas State University, Texas, Estados Unidos.