

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Distribución potencial de felinos con el uso de cámaras trampa  
y teledetección en el Parque Nacional de Tingo María”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Briceño Peñaloza, Sarai Nicole**

**ASESOR: Cano Cochachi, Deyvis Jefferson**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2025**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Valoración del patrimonio natural y servicios ecosistémicos

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Sensores remotos

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniería ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76922336

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70264019

Grado/Título: Grado de magíster en gestión y planificación ambiental

Código ORCID: 0000-0002-4262-1505

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Romero Estacio, Jorge Antonio	Maestro en gestión pública para el desarrollo social	22520481	0009-0000-2063-4076
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 18:00 horas del día 11 del mes de marzo del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Jorge Antonio Romero Estacio (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0393-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: "**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE FELINOS CON EL USO DE CÁMARAS TRAMPA Y TELEDETECCIÓN EN EL PARQUE NACIONAL DE TINGO MARÍA**", presentado por el (la) Bach. **BRICEÑO PEÑALOZA, SARAI NICOLE**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado Por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 1.0 y cualitativo de  Muy bueno (Art. 47)

Siendo las 19:30 horas del día 11 del mes de Marzo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

  
Mg. Jorge Antonio Romero Estacio  
DNI: 22520481  
ORCID: 0009-0000-2063-4076  
Secretario

  
Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel  
DNI: 43616954  
ORCID: 0000-0002-7194-3714  
Vocal



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: SARAI NICOLE BRICEÑO PEÑALOZA, de la investigación titulada "Distribución potencial de felinos con el uso de cámaras trampa y teledetección en el Parque Nacional de Tingo María", con asesor(a) DEYVIS JEFFERSON CANO COCHACHI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1193-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 10 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 26 de febrero de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000 0002 7629 6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40818286  
cod. ORCID: 0009 0008 6777 3370



## 93. Briceño Peñaloza, Sarai Nicole.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

2

[repositorio.untrm.edu.pe](http://repositorio.untrm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

Fuente de Internet

1%

4

[revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe](http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[pdf.usaid.gov](http://pdf.usaid.gov)

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiar cada uno de mis pasos y brindarme la oportunidad de alcanzar este logro.

A mis padres, Raúl y Ana, cuyo amor incondicional, sacrificio y enseñanzas han sido el pilar de mi vida. Su ejemplo y apoyo inquebrantable han sido mi mayor impulso para seguir adelante.

En especial, a mi amado abuelo Pablo y mi querida tía Silva, cuyos recuerdos vivirán eternamente en mi corazón. Su amor y enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi vida.

A mis hermanos, Gerson y Mitzi, y a mi sobrino Francesco, quienes representan mi mayor inspiración. Su compañía y apoyo han sido mi mayor fortaleza en este camino.

Y, finalmente, a aquellas personas que han estado presentes en este recorrido académico y personal: Katherine, Jhair y Estefany cuyo apoyo, confianza y cariño han sido invaluableles.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sincero agradecimiento al personal y a los funcionarios del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) por su valiosa colaboración, facilitando los permisos necesarios para el acceso y permanencia en el Parque Nacional Tingo María (PNTM), lo que resultó fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, extiendo mi reconocimiento al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Huánuco por el respaldo logístico brindado durante todo el proceso investigativo, así como a esta casa de estudios por el financiamiento otorgado a través del proyecto titulado “Efecto del cambio de uso del suelo en la distribución potencial de especies de mamíferos en el Área de Conservación Regional (ACR) Bosque Montano de Carpish”.

Finalmente, manifiesto mi especial gratitud a mi asesor, el Ing. Deyvis Jefferson Cano Cochachi, por su guía, enseñanzas y constante apoyo a lo largo de este proyecto, cuyo acompañamiento ha sido esencial en mi formación académica y profesional.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	17
1.3. OBJETIVOS .....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	24
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	28

2.2.	BASES TEÓRICAS .....	29
2.2.1.	CÁMARAS TRAMPA.....	29
2.2.2.	NICHO ECOLÓGICO .....	30
2.2.3.	MONITOREO DE ESPECIES DE FELINOS .....	30
2.2.4.	DISTRIBUCIÓN POTENCIAL .....	30
2.2.5.	TIGRILLO (Leopardus tigrinus) .....	30
2.2.6.	CARACTERÍSTICAS.....	31
2.2.7.	RANGO ALTITUDINAL .....	32
2.2.8.	HÁBITAT Y BIOLOGÍA.....	32
2.2.9.	OTORONGO O JAGUAR (Panthera onca) .....	32
2.2.13.	AMENAZA .....	34
2.2.14.	CICLO DE VIDA .....	34
2.2.15.	PUMA (Puma concolor).....	35
2.2.16.	CARACTERÍSTICAS.....	36
2.2.17.	CAZA Y DIETA.....	36
2.2.18.	HÁBITAT .....	36
2.2.19.	AMENAZA .....	37
2.2.20.	REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA .....	37
2.2.21.	YAGUARUNDÍ (Herpailurus yagouaroundi) .....	37
2.2.22.	CARACTERÍSTICAS.....	38
2.2.23.	DIETA.....	39
2.2.24.	DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT .....	39
2.2.26.	REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA .....	39
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	40
2.4.	HIPÓTESIS GENERAL .....	42
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	42
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	42
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	44
	CAPÍTULO III .....	45
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	45

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	45
3.1.1. ENFOQUE.....	45
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	45
3.1.3. DISEÑO.....	45
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	47
CAPÍTULO IV.....	54
RESULTADOS.....	54
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	54
4.1.1. RESULTADOS DE LAS PRESENCIAS DE CADA ESPECIE DE FELINOS REGISTRADOS CON CÁMARAS TRAMPA.....	54
4.1.2. ELECCIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES INICIALES	59
4.1.3. MÉTODO DE MODELADO MAXENT Y POSIBLES VARIACIONES EN LA DISTRIBUCIÓN .....	61
4.1.4. CURVAS DE RESPUESTAS GENERADAS A PARTIR DEL MAXENT.....	62
4.1.5. LAS VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DE PERMUTACIÓN.....	64
4.1.6. PRUEBAS DE JACKKNIFE GENERADAS A PARTIR DE MAXENT.....	67
4.1.7. LAS VARIABLES MÁS INFLUYENTES DE CADA ESPECIE DE FELINOS .....	69
4.1.8. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ESPECIE DE FELINOS .....	73
4.1.9. ZONIFICACIÓN DEL PNTM Y LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE FELINOS.....	74
CAPÍTULO V.....	77
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77



CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la especie <i>L. tigrinus</i> .....	31
Tabla 2 Taxonomía de la especie <i>P. onca</i> .....	33
Tabla 3 Taxonomía de la especie <i>P. concolor</i> .....	35
Tabla 4 Taxonomía de la especie <i>H. yagouaroundi</i> .....	38
Tabla 5 Operacionalización de variables .....	44
Tabla 6 Coordenadas de ubicación del área estudiada .....	47
Tabla 7 Datos básicos sobre PlanetScope .....	49
Tabla 8 Variables ambientales para modelar la distribución de especies de felinos .....	51
Tabla 9 Rangos del Área Bajo la Curva.....	53
Tabla 10 Las variables más influyentes en la distribución para el <i>L. tigrinus</i>	65
Tabla 11 Las variables más influyentes en la distribución para el <i>P. concolor</i> .....	66
Tabla 12 Las variables más influyentes en la distribución para el <i>H. yagouaroundi</i> .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tigrillo ( <i>Leopardus tigrinus</i> ) .....	31
Figura 2 Otorongo o Jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) .....	33
Figura 3 Puma ( <i>Puma concolor</i> ) .....	35
Figura 4 Yaguarundí ( <i>Herpailurus yagouarundi</i> ) .....	38
Figura 5 Mapa de Ubicación del PNTM y Zona de Amortiguamiento .....	46
Figura 6 Flujograma de interpretación del procedimiento del proyecto de investigación .....	53
Figura 7 Imágenes del <i>L. tigrinus</i> .....	54
Figura 8 Registro mensual de presencia del <i>L. tigrinus</i> .....	55
Figura 9 Horario de actividad del <i>L. tigrinus</i> .....	55
Figura 10 Imágenes del <i>P. concolor</i> .....	56
Figura 11 Registro mensual de presencia del <i>P. concolor</i> .....	56
Figura 12 Horario de actividad del <i>P. concolor</i> .....	57
Figura 13 Imágenes del <i>H. yagouarundi</i> .....	57
Figura 14 Registro mensual de presencia del <i>H. yagouarundi</i> .....	58
Figura 15 Horario de actividad del <i>H. yagouarundi</i> .....	58
Figura 16 Dendograma utilizado para evitar la colinealidad de las variables ambientales con respecto a la especie <i>L. tigrinus</i> .....	60
Figura 17 Dendograma utilizado para evitar la colinealidad de las variables ambientales con respecto a la especie <i>P. concolor</i> .....	60
Figura 18 Dendograma utilizado para evitar la colinealidad de las variables ambientales con respecto a la especie <i>H. yagouarundi</i> .....	61
Figura 19 Curvas de Respuesta para el <i>L. tigrinus</i> .....	63
Figura 20 Curvas de Respuesta para el <i>P. concolor</i> .....	63
Figura 21 Curvas de Respuesta para el <i>H. yagouarundi</i> .....	64
Figura 22 Prueba de Jackknife para el <i>L. tigrinus</i> .....	68
Figura 23 Prueba de Jackknife para el <i>P. concolor</i> .....	68
Figura 24 Prueba de Jackknife para el <i>H. yagouarundi</i> .....	69

Figura 25 Las variables más influyentes en la distribución para el L. tigrinus .....	70
Figura 26 Las variables más influyentes en la distribución para el P. concolor .....	71
Figura 27 Las variables más influyentes en la distribución para el H. yagouarondi .....	72
Figura 28 Distribución potencial del L. tigrinus .....	73
Figura 29 Distribución potencial del P. concolor .....	73
Figura 30 Distribución potencial del H. yagouarondi.....	74
Figura 31 Superposición entre la zonificación del área de estudio y el modelo de distribución del L. tigrinus.....	74
Figura 32 Superposición entre la zonificación del área de estudio y el modelo de distribución del P. concolor .....	75
Figura 33 Superposición entre la zonificación del área de estudio y el modelo de distribución del H. yagouarondi.....	76

## RESUMEN

Este estudio es de gran relevancia al emplear modelos de distribución potencial de especies (SDM) en felinos, combinando registros de presencia obtenidos mediante cámaras trampa con capas digitales de variables ambientales. Estos modelos permitieron establecer relaciones entre las variables ambientales y los registros de ocurrencia de *Leopardus tigrinus* (tigrillo), *Puma concolor* (puma) y *Herpailurus yagouaroundi* (yaguarundi), lo que facilitó la identificación de las variables más influyentes en los SDM de estas especies. Se usó el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt), integrando 32 variables ambientales junto con 36 registros de presencia detectados por cámaras trampa (13 de *L. tigrinus*, 11 de *P. concolor* y 12 de *H. yagouaroundi*). Los modelos mostraron un rendimiento óptimo, alcanzando valores altos en el Área Bajo la Curva (AUC). Las tres especies presentaron una preferencia por áreas con vegetación densa y agua disponible, y evitaron las infraestructuras humanas. Sin embargo, las variables determinantes variaron según la especie: la pendiente fue crucial para *H. yagouaroundi* y *P. concolor*, mientras que para *L. tigrinus*, las carreteras y la precipitación fueron las más influyentes. En cuanto a la zonificación, *L. tigrinus* predominó en las zonas de amortiguamiento, *H. yagouaroundi* prefirió principalmente las zonas de protección estricta, y *P. concolor* mostró una preferencia por ambas. Los resultados sugieren que la zonificación actual del Parque Nacional de Tingo María (PNTM) no es completamente adecuada para proteger los hábitats esenciales de estas especies, destacando la importancia de fortalecer las áreas con menor intervención humana para garantizar su protección. Este estudio, además, ofrece nuevas perspectivas para la conservación de estas especies de felinos en el PNTM.

**Palabras claves:** *modelos de distribución potencial, teledetección, felinos, áreas naturales protegidas, hábitats, variables ambientales, cámaras trampa.*

## ABSTRACT

This study is highly relevant because it employs potential species distribution models (SDMs) for felids, combining presence records obtained through camera traps with digital layers of environmental variables. These models allowed for the establishment of relationships between environmental variables and occurrence records of *Leopardus tigrinus* (tigrillo), *Puma concolor* (puma), and *Herpailurus yagouaroundi* (jaguarundi), which facilitated the identification of the most influential variables in the SDMs of these species. The Maximum Entropy (MaxEnt) algorithm was used, integrating 32 environmental variables with 36 presence records detected by camera traps (13 of *L. tigrinus*, 11 of *P. concolor*, and 12 of *H. yagouaroundi*). The models showed optimal performance, reaching high values in the Area Under the Curve (AUC). All three species showed a preference for areas with dense vegetation and available water, and avoided human infrastructure. However, the determining variables varied by species: slope was crucial for *H. yagouaroundi* and *P. concolor*, while for *L. tigrinus*, roads and precipitation were the most influential. Regarding zoning, *L. tigrinus* predominated in buffer zones, *H. yagouaroundi* primarily preferred strictly protected zones, and *P. concolor* showed a preference for both. The results suggest that the current zoning of Tingo María National Park (PNTM) is not entirely adequate to protect the essential habitats of these species, highlighting the importance of strengthening areas with less human intervention to ensure their protection. This study also offers new perspectives for the conservation of these feline species in the PNTM.

**Key words:** *potential distribution models, remote sensing, felines, protected natural areas, habitats, environmental variables, camera traps.*



## INTRODUCCIÓN

Los modelos de distribución potencial de especies (SDM) representan una herramienta clave en la conservación y la biogeografía de la biodiversidad, permitiendo predecir la presencia de especies y evaluar la idoneidad de los hábitats en función de variables ambientales. En el caso de los felinos, la aplicación de estos modelos es fundamental para identificar áreas prioritarias para su conservación, especialmente en ecosistemas frágiles y amenazados.

El Parque Nacional de Tingo María (PNTM) es un área natural protegida que alberga una gran diversidad biológica, incluyendo varias especies de felinos de importancia ecológica. Sin embargo, la falta de información detallada sobre su distribución limita la implementación de estrategias de manejo y conservación efectivas. En este contexto, el uso de tecnologías como la teledetección y las cámaras trampa ha demostrado ser una alternativa eficaz para obtener datos espaciales de alta precisión sobre la presencia y distribución de estas especies. La teledetección permite recopilar información ambiental clave, mientras que las cámaras trampa proporcionan evidencia directa de la presencia de los felinos en el área de estudio.

Diversos estudios han resaltado el impacto de las actividades humanas en la reducción y fragmentación del hábitat de los felinos, producto de la deforestación, la urbanización y el desarrollo de infraestructura. En el PNTM, estas amenazas pueden comprometer la viabilidad de especies como *Leopardus tigrinus*, *Puma concolor* y *Herpailurus yagouaroundi*, cuya distribución está influenciada por factores ambientales como la pendiente del terreno, la disponibilidad de agua y la densidad de vegetación. Evaluar su distribución potencial en relación con la zonificación del parque permitirá determinar si las actuales áreas de conservación son suficientes para garantizar la supervivencia de estas especies.

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo principal modelar la distribución potencial de felinos en el PNTM mediante la combinación de datos obtenidos por cámaras trampa y teledetección. Esto permitirá no solo identificar los hábitats óptimos para cada especie, sino también generar información clave para la toma de decisiones en políticas de conservación. Asimismo, los resultados contribuirán a una mejor planificación del manejo del parque, asegurando la protección de los felinos y la preservación de su entorno natural.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las investigaciones en biodiversidad han resaltado el incremento de acciones humanas que afectan los ecosistemas, como la degradación de hábitat, caza, urbanización e industrialización. En años recientes, el aumento en la solicitud de recursos naturales para atender las necesidades de las personas han acelerado la degradación y deforestación de ecosistemas, con una tasa anual de deforestación de 3.3 millones de hectáreas entre 2010 y 2015 (Environment, 2020). Los bosques tropicales primarios, especialmente, están altamente amenazados, habiendo perdido 3.6 millones de hectáreas en 2018 (Antonio, 2021).

Perú alberga una diversidad extensa de felinos, varios de los cuales residen en ecosistemas frágiles y están en riesgo de desaparecer. El PNTM, es un área natural protegida con una gran diversidad biológica. En ella alberga una variedad de especies de mamíferos y entre ellos algunos felinos que fueron reportados por los lugareños y las personas comprometidos con la conservación del parque como el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), (Zuloaga-Obregón & Gabriel-Campos, 2023).

Para conocer su distribución de las especies son importantes los modelos de distribución potencial (SDM), debido a que es ampliamente utilizado para predecir la presencia de especies e identificar las regiones con mayor riqueza biológica, así como para determinar zonas prioritarias para la conservación. En términos generales, el SDM establece una relación entre los registros de ocurrencia y diversas variables ambientales, con el objetivo de identificar las áreas óptimas donde las poblaciones de una especie pueden mantenerse a lo largo del tiempo (Ribeiro-Souza et al., 2024).

Además, los avances en la tecnología de sensores remotos han incrementado el acceso a datos espaciales de alta calidad relacionados con factores biológicos, climáticos y físicos (Veneros et al., 2020).

Estas herramientas han mejorado tanto la resolución espacial como temporal de la información recopilada. Asimismo, la incorporación de tecnologías modernas, como las cámaras trampa, ha perfeccionado el monitoreo de la fauna al generar datos locales más precisos sobre la presencia de distintas especies (Nazir & Kaleem, 2021; O'Connell et al., 2011). La carencia de datos específicos para evaluar el SDM de las especies de felinos dentro del PNTM representa un desafío significativo. Esto ayudaría enormemente a su conservación y a las acciones de manejo realizadas por la autoridad encargada de la vida silvestre, en ese sentido, resulta imperativo aprovechar las herramientas digitales disponibles para abordar estas brechas. La implementación de estos recursos permitirá recopilar datos cruciales que fortalezcan la gestión de conservación del parque de manera efectiva. Además, proporcionará información crucial para respaldar la toma de decisiones informadas en cuanto a políticas de conservación del área protegida (Caribe, 2019).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la distribución potencial de las especies de felinos con el uso de cámaras trampa y teledetección dentro del PNTM?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cómo analizar la distribución potencial de felinos dentro del PNTM con el uso de cámaras trampa?

¿Cómo identificar las variables más influyentes en la distribución de cada uno de los felinos evaluados?

¿Cómo mapear la distribución potencial de cada una de las especies de felinos que se encuentran dentro del PNTM?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la distribución potencial de felinos con el uso de cámaras trampa y teledetección dentro del PNTM.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analizar la distribución potencial de felinos dentro del PNTM con el uso de cámaras trampa.

Identificar las variables más influyentes en la distribución de cada uno de los felinos evaluados.

Mapear la distribución potencial de cada una de las especies de felinos que se encuentran dentro del PNTM.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Definitivamente, esta investigación resulta crucial al abordar un tema muy importante para la conservación y para preservar la integridad de un ecosistema único. Los resultados obtenidos tendrán un

impacto significativo en la toma de decisiones y en la implementación de estrategias de conservación en el Parque Nacional de Tingo María.

Estos hallazgos tienen la capacidad de trascender a nivel global, debido a que las estrategias desarrolladas y las lecciones aprendidas en la lucha contra la reducción de la diversidad biológica en esta área específica, podrían ser aplicables a otros ecosistemas en situaciones similares en todo el mundo. De esta manera, esta investigación no solo contribuye a la preservación de un área en particular, sino que también ofrece un aporte valioso al campo más amplio de la conservación y la biodiversidad a nivel global.

Asimismo, este tipo de trabajos representa una manera de abordar y utilizar las herramientas disponibles para generar información con fines de conservación. Además, para la región donde se desarrolla el proyecto es muy novedoso, debido a que es la primera vez que se trabaja con este tipo de herramientas. Además, investigar y comprender los SDM de las especies de felinos proporciona información de referencia nueva e invaluable para las acciones de gestión y conservación en el PNTM. Por ejemplo, dicha información podría usarse para reducir el conflicto entre pobladores aledaños al parque y la vida silvestre, ya que actualmente figura como uno de los principales problemas en el parque. Por lo tanto, esta información también se puede utilizar para establecer más áreas naturales protegidas e implementar un sistema de gestión aplicable.

Finalmente, la integración de los SDM, teledetección y las cámaras trampa son enfoques ampliamente utilizados para cuantificar la relación entre especies y sus requisitos ambientales e identificar factores ambientales claves que contribuyen a la existencia de las especies en un área geográfica; asimismo, las cámaras trampa son una herramienta eficaz para monitorear la presencia de felinos en el parque.



Al combinar los modelos de distribución con las cámaras trampa, se puede optimizar la ubicación de las cámaras en función de las predicciones del modelo, lo que aumenta la probabilidad de detectar a los felinos y maximiza el uso de los recursos disponibles.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La falta de un conocimiento detallado del PNTM podría suponer una limitación significativa para la identificación precisa de las áreas con alta probabilidad de presencia de felinos, lo cual podría comprometer la exactitud de las predicciones sobre los SDM. Además, la carencia de experiencia en la instalación y mantenimiento de cámaras trampa puede resultar en una cobertura insuficiente del área estudiada y la pérdida de información debido a un funcionamiento incorrecto de estos dispositivos. Las condiciones climáticas adversas del parque, caracterizadas por altas temperaturas y humedad, podrían afectar el rendimiento de los equipos, incluyendo las cámaras trampa, lo que incrementa el riesgo de fallos técnicos y la pérdida de datos durante el período de estudio. La seguridad de las cámaras trampa, también podría verse comprometida por actividades humanas, actos de vandalismo o interferencia de la fauna, lo que podría afectar la integridad de los datos recopilados. Además, la falta de infraestructura adecuada en el parque dificultará la logística del estudio, incluyendo la instalación y mantenimiento de equipos, así como la seguridad y comodidad de las personas. Por otro lado, la ejecución del proyecto requiere una inversión significativa debido a la necesidad de adquirir equipos especializados, como cámaras trampa y tecnología de teledetección. Estos equipos son costosos y su mantenimiento también implica gastos adicionales; asimismo, los costos asociados con servicios auxiliares, como la instalación y el monitoreo de los equipos, así como los gastos de transporte, alojamiento y viáticos para el personal de campo, contribuyen al alto costo total del proyecto. La logística de llevar y mantener estos equipos en un entorno natural y

potencialmente inaccesible añade una capa adicional de complejidad y gasto. Otro factor limitante crucial es la falta de información previa y estudios ejecutados dentro del parque. La ausencia de datos históricos y de referencia representa un desafío significativo para la planificación y ejecución del proyecto. Sin una base de datos preexistente, se deberá dedicar tiempo y recursos adicionales a la recopilación de datos preliminares, lo que puede retrasar el progreso del proyecto. Esta carencia de información también dificulta la elaboración de hipótesis precisas y la evaluación de los resultados obtenidos, la cual podría afectar la validez y fiabilidad del estudio.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

**Viabilidad económica**, el PNTM alberga una gran diversidad de especies de felinos y otros organismos, lo que puede convertirse en un atractivo para el turismo ecológico, también ayudará a impulsar el turismo sostenible en la zona, generando oportunidades económicas para las comunidades locales y contribuyendo al desarrollo de la región.

**Viabilidad social**, el proyecto contribuirá a incrementar la conciencia sobre la importancia que tiene conservar la biodiversidad y proteger los ecosistemas. Mediante la difusión de los hallazgos, se tendrá que sensibilizar a los pobladores sobre conservar sus hábitats naturales y las especies de felinos en el Parque Nacional Tingo María.

**Viabilidad ambiental**, el proyecto proporcionará nuevos datos sobre los SDM de felinos dentro del PNTM, enriqueciendo el conocimiento científico sobre la biodiversidad de la zona. Estos datos podrán ser utilizados por investigadores nacionales e internacionales en futuros estudios y análisis.

**Viabilidad metodológica**, este trabajo brindará aportes metodológicos con la finalidad de impulsar y apoyar futuras investigaciones.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ararat (2023), “Predicción de la distribución del *leopardo persa*, *Panthera pardus tulliana*”, se centra en predecir la distribución geográfica del leopardo persa, que se encuentra en peligro de extinción, en Irak. La falta de información debido a la situación política ha dificultado la identificación de su presencia en el país. Sin embargo, los esfuerzos recientes de conservación han permitido obtener más datos sobre su población y amenazas, que incluyen cambios en el uso del suelo, caza furtiva y conflictos con humanos. Los objetivos del estudio son mapear el rango actual y futuro del *leopardo persa*, estimar cambios en su hábitat y analizar las variables ambientales influyentes en su distribución. Se recopilaron 33 puntos de ocurrencia de 2009 a 2023, principalmente de literatura científica y registros de cámaras trampa. Se utilizaron varios predictores ambientales, como datos climáticos, topográficos y relacionados con humanos, para modelar su distribución, como el NDVI, WorldPop, Shuttle Radar Topography Mission, Worldclim, etc. El modelo Maxent se seleccionó por su precisión y facilidad de uso. Se proyecta que el hábitat del leopardo persa se reducirá en un 1,3 % - 1,7 % en 2070 debido al cambio climático. Las variables más importantes que afectan su distribución incluyen pendiente, temperatura estacional, cobertura del suelo, densidad de población humana y pH del suelo. Estos resultados tienen implicaciones importantes para la conservación no solo del leopardo persa, sino también de otras especies y comunidades vegetales.

Zhang (2022), “La captura de cámaras revela patrones de partición espacio-temporal e implicaciones de conservación para dos

especies de faisanes simpáticos en las montañas Qilian, al noroeste de China”, trata sobre los patrones de partición espaciotemporal de la especie de faisanes simpáticos en Qilian, al noroeste de China utilizando 137 cámaras trampa y para comprender sus distribuciones espaciales, consideraron matorrales a baja altitud y alta elevación; asimismo, usaron el software Maxent con los datos de ocurrencia, 28 variables ambientales y 19 factores climáticos, dentro del modelo hallaron el AUC para medir el rendimiento. Los resultados fueron que el valor AUC para 10 ejecuciones repetidas del modelado fue de  $0,972 \pm 0,025$  y  $0,965 \pm 0,044$ . Lo que indica que el modelo podría usarse para mapear su región; asimismo, utilizaron el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) con resultado que era superior a 0,75, por ende, se considera que el NDVI y la temperatura fueron dos factores ambientales importantes para las especies estudiadas de acuerdo con la predicción del modelo. Por lo tanto, los resultados de este estudio proporcionan información clave para futuros estudios de interacciones entre especies de faisanes y también identificaron la diferenciación en los patrones de actividad mensual y la partición en las preferencias de hábitat debido a que podrían facilitar su coexistencia. Además, el uso de trampas para cámaras en proyectos de monitoreo a largo plazo demuestra la aparición de varias especies endémicas raras a nivel regional.

Morales (2021), “Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en las áreas naturales protegidas de México”, trata sobre generar un modelo de distribución potencial de *L. wiedii*, con la finalidad de identificar los ANP desprovistas de registros del Margay y con las condiciones ambientales que favorecen su presencia. Para ello, utilizaron 97 evidencias de presencia en los portales de redes de bases de datos interconectadas como MaNIS, IBUNAM, GBIF, UNIBIO del IBUNAM y registros georreferenciados en artículos científicos y 19 coberturas digitales de variables climáticas con una resolución de 1 km<sup>2</sup>,

aplicándolos en el software MaxEnt y para evitar su colinealidad utilizaron la herramienta SDMtoolbox v2.4 para ArcGis 10.0. Obteniendo como resultados que esta especie se distribuye en 18 estados de la República Mexicana; asimismo, el rendimiento del modelo tuvo un valor de AUC de 0.8574 calificándolo como bueno y 8 fueron las variables ambientales que obtuvieron mayores porcentajes de contribución. Por lo tanto, el modelo que obtuvieron fueron superpuestos sobre mapas digitales de ecorregiones terrestres y de ANP en México.

Vázquez (2024), “Modelización de la distribución e idoneidad del hábitat del gato silvestre europeo (*Felis silvestris*) en el noroeste de España y sus implicaciones para la conservación”, analizó más de 350 avistamientos del gato de caza europeo (*Felis silvestris*) durante 17 años, con un total de 29 variables ambientales relacionadas con el clima, la topografía, la vegetación y la infraestructura humana. Mediante dos enfoques: primero, utilizaron el área bajo la curva característica operativa del receptor (AUC) para evaluar la capacidad del modelo de diferenciar entre sitios de presencia y ausencia de la especie. Segundo, aplicaron tres métricas basadas en validaciones cruzadas para mejorar la precisión del modelo. Para ello, emplearon los programas MaxEnt y R. Obteniendo como resultado que solo tres variables fueron determinantes en la distribución, las cuales fueron la elevación, el porcentaje de área boscosa y la densidad de senderos. Estos resultados sugirieron que la presencia de la especie está influida por la disponibilidad de hábitats adecuados y por factores como la caza y la afluencia de personas en los senderos.

En Colombia, Guasca (2023), “Modelo de Distribución Geográfica de la Especie *Leopardus tigrinus* (VU) Bajo Escenarios de Cambio Climático”, menciona que adopto una metodología general y básica obteniendo datos de presencia de GBIF y variables climáticas actuales y futuras descargadas de WorldClim, con una resolución espacial de 30

segundos, para luego procederlas a analizar con MaxEnt realizando 10 réplicas para ajustar el modelo y utilizo el software R estudio para realizar el análisis de correlación, obteniendo como resultado que las variables ambientales más influyentes actuales son Bio9 y Bio1, por ende, el modelamiento proyecta una reducción significativa del hábitat del *Leopardus tigrinus* hacia 2041-2060, especialmente bajo el escenario ssp5-8.5, con una pérdida del 27% del área actual (1.6 millones de hectáreas), afectando especialmente la cordillera oriental. Departamentos como Cundinamarca, Santander y Meta presentan mayores riesgos, mientras que Antioquia y Cauca podrían mantener o ganar áreas. El cambio climático, la deforestación y la falta de conectividad aumentan la vulnerabilidad de dicha especie.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Meza (2020), “Modelado predictivo de la distribución potencial actual y futura del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) en Amazonas, noreste de Perú”, menciona que en su estudio recogieron las pistas y avistamientos del oso anteojos, también identificaron 23 variables ambientales claves para su modelación, prediciendo su distribución bajo escenarios actuales y futuros, pero solo seleccionaron 12 para evitar su colinealidad debido a que causan sobre ajustes en el modelo, usando el lenguaje de programación R, luego procedieron a ejecutarlo al software MaxEnt, empleando 10 repeticiones. Superpusieron 9 mapas reclasificados incluyendo condiciones actuales y futuras de carreteras, fuentes de agua y centros urbanos para que determinen cambios en los rangos de hábitat. Por lo tanto, obtuvieron como resultado que esta especie prefiere las variables ambientales bio9, bio14 y el porcentaje de cobertura forestal impulsó hasta un 75,2 % de la distribución potencial en los modelos y el hábitat actual del oso de anteojos abarca principalmente la Amazonía suroeste y ecosistemas

como bosques montañosos y vegetación secundaria, aunque enfrenta presión por deforestación, infraestructura y conflictos humano-fauna; asimismo, los modelos predicen una reducción de hábitats "moderados" y "bajos" bajo cambio climático, aunque el hábitat "alto" podría aumentar. Además, el modelo supera las áreas identificadas por la UICN en precisión y cobertura.

Meza (2022), "Distribución potencial actual y futura del búho con bigote largo (*Xenoglaux loweryi*)", menciona que en Amazonas y San Martín, noroeste de Perú, utilizaron registros georreferenciados (latitud/longitud) obtenidos de tres fuentes principales: GBIF, literatura científica y avistamientos de guardaparques del SERNANP, pero eliminaron duplicados y se aplicaron un filtro de selección para evitar sobremuestreo, reduciendo los 431 registros iniciales a 66, distribuidos en una cuadrícula de 50 m para optimizar el modelo y generaron 32 variables ambientales, pero para evitar el sobreajuste solo seleccionaron 18 variables ambientales no correlacionadas utilizando R. Obteniendo como resultado que el modelo mostró un AUC de 0.995 indicando ser excelente y las variables más influyentes fueron Bio13, Bio15, Bio 9, humedad relativa y ecosistemas; asimismo, estimaron que la distribución es de 1606,52 km<sup>2</sup>, menor que estudios anteriores (1770,1 km<sup>2</sup> y 3016 km<sup>2</sup>) y representa el 1,78% del área total analizada. Mencionaron que se prevé que las mayores pérdidas de hábitat ocurran en el RCP 4.5 en 2070 y en el RCP 8.5 en 2050, especialmente en el sureste. Estas pérdidas podrían agravarse con competencia interespecífica y depredación. Aunque el cambio climático aumente la idoneidad del hábitat, la fragmentación afectará su distribución, especialmente en el área central. Las actividades humanas, particularmente las redes de carreteras y urbanización, podrían causar hasta un 76% de pérdida de hábitat para 2070.

Sánchez (2021), “La Amazonía peruana está desapareciendo: Transformación de áreas naturales protegidas durante las últimas dos décadas (2001-2019) y modelación de la posible deforestación futura usando computación en la nube y el enfoque MaxEnt”, realizó una modelización potencial de la deforestación futura usando la computación en la nube y el enfoque MaxEnt, a pesar de varias medidas que se han tomado para promover la conservación de la Amazonía peruana, varios informes mostraron que la pérdida de cubierta forestal todavía estaba ocurriendo. Para luchar contra la deforestación y el cambio del paisaje, el gobierno de Perú ha creado Áreas Protegidas (AP) para mantener la diversidad floral, conservar los bosques y los servicios ambientales, teniendo presente tal brecha de conocimiento, calculando la pérdida de bosques en las Áreas Protegidas (AP) y sus zonas de amortiguamiento a lo largo de los últimos 20 años (2001-2019) empleando Google Earth Engine. Asimismo, utilizaron el modelo de Máxima Entropía para cuantificar dichos cambios futuros, debido a que es un modelo de aprendizaje automático ampliamente utilizado, también aplicaron en la predicción de escenarios actuales y futuros de la distribución espacial de especies de flora y fauna, para probabilidad de ocurrencia de incendios, predicción de deforestación, etc. Donde un valor predeterminado de  $\tau = 0,5$  proporciona empíricamente una predicción confiable de acuerdo al algoritmo. Los resultados demostraron que las pérdidas de cubierta forestal en las AP fueron de 782.781 ha y de 114.463 ha dentro de las zonas de amortiguación en los últimos 20 años. Además, recibieron una alta precisión de predicción (AUC 0,964), para la validación del modelo se seleccionaron datos aleatorios correspondientes a los centroides de parches deforestados  $\geq 5$  ha. Aquí el 75% de los datos se consideró como conjuntos de entrenamiento y el 25% para la validación del modelo, respectivamente y validaron aún más con imágenes PlanetScope de alta resolución.



Quispe (2022), "Modelamiento de los efectos del cambio climático en la distribución potencial de seis especies del género *Polylepis* en los Andes Peruanos", utilizó herramientas como Maxent, GBIF y QGIS, entre otras. Para obtener las coordenadas geográficas de dichas especies, extrajo de diversas fuentes de datos que fueron organizados en el software Excel. En cuanto a los datos climáticos, empleó información bioclimática que incluía 19 capas relacionadas con temperatura y precipitaciones. Para modelar la distribución potencial de las especies en el presente y el futuro, utilizó Maxent, y para evaluar el rendimiento del modelo, aplicó el AUC (Área bajo la curva). Este indicador refleja la relación entre la especificidad (1 - especificidad) y la sensibilidad del modelo, con valores que van de 0 a 1; los valores cercanos a 1 indican un buen desempeño, mientras que aquellos inferiores a 0.5 sugieren un bajo rendimiento. Los resultados obtenidos mostraron un buen rendimiento del modelo, con AUC mayores a 0.9 en las especies estudiadas. Como conclusión, se determinó que las zonas de distribución potencial de las especies analizadas están migrando hacia lugares más altos y sus zonas de distribución se están reduciendo debido al cambio climático futuro.

Navarrete (2019), "Distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nicho ecológico", identificó 5 especies forestales emblemáticas en los bosques secos y andinos. Utilizando modelos correlativos basados en fundamentos ecológicos, se evaluaron múltiples variables ambientales con el objetivo de mejorar la precisión del modelado. Los datos utilizados fueron recopilados tanto de herbarios digitales como físicos, mientras que las variables ambientales se obtuvieron a partir de datos topográficos y digitales. El programa MaxEnt fue la herramienta principal utilizada para llevar a cabo el modelado. Los resultados indicaron que MaxEnt demostró ser altamente eficaz gracias a sus parámetros de configuración predeterminados. Sin embargo, se advirtió que las

distribuciones obtenidas para algunas especies forestales deben considerarse como aproximaciones iniciales de su distribución geográfica. Por ende, se sugirió la necesidad de realizar futuros modelos que integren características espectrales y ambientales para mejorar la precisión en el SDM de estas especies.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Cossios & Ricra (2019), “Diversidad y actividad horaria de mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú”, identificaron mamíferos medianos y grandes en el PNTM utilizando cámaras trampa y entrevistas entre diciembre de 2014 y noviembre de 2018. Desplegaron 2970 días con cámaras trampa y se obtuvieron 1640 registros de manera independiente, donde identificaron 19 especies silvestres, donde cuatro son registros nuevos para el área: el osito cangrejero (*Procyon cancrivorus*), la zarigüeyita acuática (*Chironectes minimus*), el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y el margay (*Leopardus wiedii*). Además, tres especies son nuevas para las yungas peruanas: la nutria (*Lontra longicaudis*), el *L. wiedii* y el ronsoco (*Hydrochoerus hydrochaeris*). De estas, el *L. wiedii* y el *H. hydrochaeris* establecen nuevos récords de altitud en el Perú; asimismo, estudiaron los patrones de actividad para 9 especies con más de 10 registros, encontrando que ocho patrones tienen coincidencia con estudios previos, mientras que el patrón de actividad para el machetero (*Dynomis branicki*) fue el primer estudio silvestre. La presencia de predadores y los patrones normales de actividad respaldan la notable condición de conservación del bosque en el PNTM. Concluyendo que las cámaras trampa permitieron generar una lista de los mamíferos grandes y medianos terrestres del PNTM, asimismo, de aportar información relevante sobre su ecología y distribución.

Pacheco & Noblecilla (2019), “Diversidad de mamíferos en el bosque montano de Carpish, Huánuco, Perú”, utilizaron el método de captura con 28 500 trampas y 190 redes nocturnas de los cuales obtuvieron diversas especies de mamíferos en los Bosques Montanos de Carpish. El objetivo fue en zona estudiada estimar su diversidad alfa, también determinaron los cambios en índices de diversidad relativa en una gradiente de elevación y sustentar la conservación del bosque de Carpish, el grado de presencia y endemismo de especies amenazadas de mamíferos. Documentaron la composición y la diversidad de mamíferos, en estudios que fueron hechos en los años 2001 y 2002. El 92.02 % fue el registro de los mamíferos no voladores de las especies esperadas de marsupiales y roedores; en tanto 80.60% fue para murciélagos.

Aquino (2022), “Diversidad y amenazas de los mamíferos mayores en los bosques montanos de Huánuco, Perú”, llevó a cabo un estudio enfocado en los mamíferos presentes en los bosques montanos del departamento Huánuco, con el fin de evaluar su diversidad y estado actual. Las investigaciones se llevaron a cabo mediante entrevistas realizadas entre los años 2014 y 2015. Se identificaron un total de 439 registros, de los cuales cuatro especies son endémicas de Perú. Los censos y exploraciones nocturnas resultaron en 439 observaciones, las cuales incluyeron tanto avistamientos directos como evidencia indirecta, como rastros. La escasa información de datos disponibles de los mamíferos que se encuentran en este tipo de bosque fue un factor determinante que motivó la realización de este estudio, con el propósito de comprender mejor el estado actual de sus poblaciones.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CÁMARAS TRAMPA**

Son conocidas también como cámaras de fototrampeo o cámaras de sensor de movimiento, debido a que se utiliza para realizar estudios

en la vida silvestre capturando imágenes fijas y videos a todos los animales que pasan frente a ellas (Díaz et al., 2024).

### **2.2.2. NICHO ECOLÓGICO**

Es el conjunto de condiciones y recursos ambientales que una especie requiere para reproducirse, sobrevivir y persistir en un hábitat determinado (Maciel-Mata et al., 2015).

### **2.2.3. MONITOREO DE ESPECIES DE FELINOS**

Obtiene datos de manera eficaz y de manera actualizada en la distribución de todas las especies que se puede registrar en un área de estudio, también es el proceso de recopilación sistemática y continuada (Llerena, 2020).

### **2.2.4. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL**

Se refiere a las regiones que presentan factores ambientales muy parecidos a las zonas donde actualmente se desarrollan las especies, lo cual indica una gran probabilidad de que estas áreas también están habitadas por dichas especies. En tales contextos, es prácticamente inviable obtener datos detallados para todo el territorio, y la idea de distribución potencial posibilita superar esta limitación al proporcionar una herramienta para identificar áreas con características propicias para la presencia de las especies, basándose en las condiciones conocidas de sus hábitats actuales (Mateo et al., 2011).

### **2.2.5. TIGRILLO (*Leopardus tigrinus*)**

Es el felino más pequeño de América y el único miembro del género *Leopardus* en el continente (@NatGeoES, 2024).

## Figura 1

*Tigrillo (Leopardus tigrinus)*



*Nota.* La Figura muestra la especie *L. tigrinus*. Fuente: Andersom (2024).

## Tabla 1

*Taxonomía de la especie L. tigrinus*

TAXONOMÍA	
<b>Clasificación</b>	Nombre
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Clase</b>	Mammalia
<b>Orden</b>	Carnivora
<b>Familia</b>	Felidae
<b>Género</b>	<i>Leopardus</i>
<b>Especie</b>	<i>Leopardus tigrinus</i>

*Nota.* La Tabla muestra la taxonomía de la especie *L. tigrinus*. Fuente: Jiménez (2008).

### 2.2.6. CARACTERÍSTICAS

Es la especie más pequeña entre los felinos con manchas. Son delgados y pequeños, con un pelaje suave, aunque algunos los tienen ásperos. Su dorso es de color amarillo, con manchas alargadas de bordes negros o rosetas. La parte ventral es de tono blanquecino, con manchas negras bien definidas. Las orejas son largas y el hocico no

presenta un abultamiento donde nacen los bigotes. Su cola es pequeña, aproximadamente la mitad del tamaño combinado de la cabeza y el cuerpo, y tiene entre 7 y 13 bandas oscuras. Sus patas son cortas. En total, posee 30 dientes (Salazar, 2024).

#### **2.2.7. RANGO ALTITUDINAL**

Su rango altitudinal no es bien conocido; se cree que la especie se encuentra entre los 0 y 3.000 m. (Salazar, 2024).

#### **2.2.8. HÁBITAT Y BIOLOGÍA**

Es un felino solitario, nocturno y terrestre. Se alimenta principalmente de marsupiales y roedores, en menor medida en reptiles y aves, y ocasionalmente de plantas. Se tiene poca información sobre su historia natural; especialmente en relación con los individuos en cautiverio, se estima que el celo dura de 3 a 9 días. La gestación dura entre 62 y 76 días, y la hembra da a luz de 1 a 2 crías. Su desarrollo es lento como otras especies del género. Su actividad es generalmente nocturna y crepuscular. Son animales principalmente nocturnos cuando no hay otros felinos cerca, pero tienden a volverse más activos durante el día en presencia de otros gatos, probablemente como una estrategia para evitar conflictos o encuentros con ellos. Su densidad disminuye en presencia del ocelote. Habita en diversos tipos de bosques, desde semiáridos hasta nublados, y también se les ha registrado en bosques secundarios, prefiriendo áreas boscosas (Salazar, 2024).

#### **2.2.9. OTORONGO O JAGUAR (*Panthera onca*)**

Es el felino más grande de América y único miembro del género *Panthera* en el continente (SERFOR, 2022).

## Figura 2

Otorongo o Jaguar (*Panthera onca*)



*Nota.* La Figura muestra la especie *P. onca*. Fuente: Moller (2020).

## Tabla 2

*Taxonomía de la especie P. onca*

TAXONOMÍA	
Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Carnivora
Familia:	Felidae
Género:	Panthera Oken, 1816
Especie:	Panthera onca (Linnaeus, 1758)
Nombre común:	Jaguar u Otorongo

*Nota.* La Tabla muestra la taxonomía de la especie *P. onca*. Fuente: GBIF (2023).

### 2.2.10. CARACTERÍSTICAS

Su pelaje es pardo amarillento en el dorso con manchas en todo el cuerpo, mide hasta 1.8 m., puede llegar a pesar 130 kg. El jaguar posee una visión excepcional, tanto de noche como de día. Es particularmente eficiente en la oscuridad y tiene visión binocular, lo que

le permite una percepción más precisa de su entorno. Las manchas de su pelaje, conocidas como rosetas, son una característica distintiva de la especie. Además, la mordida de dicha especie es considerada poderosa en el reino animal; su mandíbula es capaz de romper el caparazón de una tortuga. El jaguar también tiene un olfato altamente desarrollado, que le permite detectar a sus presas a mayor distancia. Sus bigotes perciben las vibraciones del aire de manera sensible, lo que le ayuda a cazar eficazmente incluso en el agua (SERFOR, 2022).

#### **2.2.11. ALIMENTACIÓN**

Es una especie carnívora. Se alimenta de especies pequeñas, como aves, peces, tapires, carpinchos y ciervos. Incluso, caza caimanes, puercoespines y anacondas adultas (SERFOR, 2022).

#### **2.2.12. HÁBITAT**

Vive en los bosques tropicales y bosques templados con densa vegetación y cuerpos de agua cercanos (SERFOR, 2022).

#### **2.2.13. AMENAZA**

Su principal amenaza es la cacería y la deforestación y destrucción de su hábitat, se encuentra en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en la categoría Casi amenazada (SERFOR, 2022).

#### **2.2.14. CICLO DE VIDA**

La temporada de apareamiento del jaguar tiende a intensificarse durante la época de lluvias, cuando hay una alta disponibilidad de alimento. Las hembras suelen tener dos crías tras un período de gestación de tres meses y medio, aunque en algunas ocasiones tiene hasta tres cachorros. Estos pequeños son amamantados hasta aproximadamente los seis meses de edad, aunque comienzan a



consumir carne aproximadamente tres meses antes. Cuando las crías alcanzan el año y medio la madre las abandona. Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 14 y 24 meses, mientras que los machos lo hacen entre los 24 y 36 meses de edad (SERFOR, 2022).

### 2.2.15. PUMA (*Puma concolor*)

El puma es un felino de gran tamaño en América y pertenece al género *Puma concolor* (Nicté, 2021).

**Figura 3**

*Puma (Puma concolor)*



*Nota.* La Figura muestra a la especie de *P. concolor*. Fuente: Castellanos (2022).

**Tabla 3**

*Taxonomía de la especie P. concolor*

<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filo:</b>	Chordata
<b>Clase:</b>	Mammalia
<b>Orden:</b>	Carnivora
<b>Suborden:</b>	Feliformia
<b>Familia:</b>	Felidae
<b>Subfamilia:</b>	Felinae
<b>Género</b>	Puma
<b>Especie:</b>	<i>P. concolor</i>

*Nota.* La Tabla muestra la taxonomía de la especie *P. concolor*. Fuente: Espinosa (2021).

### **2.2.16. CARACTERÍSTICAS**

Su cabeza tiene forma redonda y sus orejas son levantadas, son ágiles y esbeltos, la talla adulta de su pie es alrededor de 70 a 90 cm de altura en los hombros, su nariz es de 2,7 m de largo a punta de la cola, su peso de los machos es de 55 a 75 kg y el de las hembras es de 40 a 62 kg, tiene unas poderosas patas delanteras, mandíbula, colmillos y cuello, que son para matar a sus presas, también esta especie vocaliza silbidos agudos, gruñidos y ronroneos, su coloración puede variar, su pelaje es de color dorado, pero puede ser rojizo o gris plateado, sus crías nacen con anillos en la cola y con ojos azules, de estos cachorros sus manchas siguen en sus flancos y son pálidos. Además, sus patas le permiten un gran salto hasta 5,4 metros (Culver et al., 2000).

### **2.2.17. CAZA Y DIETA**

Es un carnívoro obligado, cuya dieta incluye una variedad de presas, como alces, venados, castores, armadillos, entre otros. Prefiere cazar mamíferos pequeños y medianos. En condiciones de viento, dicha especie suele ser un cazador de acecho: se oculta en repisas rocosas o árboles, esperando pacientemente antes de saltar por parte de atrás de su presa, para luego asfixiarla con una mordida en el cuello. Su columna es especialmente elástica, lo que le permite realizar saltos rápidos y efectivos para capturar a sus víctimas. Además, esta especie caza aproximadamente cada dos semanas (Palmeira et al., 2008).

### **2.2.18. HÁBITAT**

Las estimaciones sobre el tamaño del territorio del puma varían considerablemente. En el caso de los machos, su territorio abarca entre 150 y 1000 km<sup>2</sup>, mientras que las hembras ocupan áreas más pequeñas, aproximadamente la mitad de ese tamaño. Para marcar su territorio, utilizan arañazos en árboles, heces y orina. Esta especie

habita una amplia variedad de ecosistemas, incluyendo todo tipo de bosques, desiertos montañosos y tierras bajas. Prefiere terrenos rocosos y selvas densas. Además, su distribución en América del Norte es extensa, aunque, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), la población total dicha especie se estima alrededor de 50,000 individuos (Morales Mijahuanca et al., 2017).

#### **2.2.19. AMENAZA**

La UICN señala que el puma está actualmente clasificado como una especie amenazada, probablemente será catalogado como vulnerable en el futuro (Castellanos, 2022).

#### **2.2.20. REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA**

Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 18 meses y los 3 años de edad. Su ciclo reproductivo ocurre cada dos o tres años a lo largo de su vida. El celo dura 8 días aproximadamente dentro de un período de 23 días, y el ciclo de embarazo es de unos 91 días. Es relevante destacar que solo las hembras se encargan de la crianza de los cachorros. El tamaño de la camada puede variar entre uno y seis cachorros, y suelen utilizar cuevas, madrigueras u otras zonas que les ofrezcan protección. Los cachorros nacen dependientes de su madre y son ciegos. Empiezan a ser destetados a los tres meses, y a los seis meses ya empiezan a cazar por su cuenta. El ciclo de vida de los pumas en la naturaleza se estima entre 8 y 13 años (Castellanos, 2022).

#### **2.2.21. YAGUARUNDÍ (*Herpailurus yagouaroundi*)**

Esta especie está casi relacionada con el puma debido a que es su hermano del guepardo (Vallejo, 2022).

#### Figura 4

*Yaguarundí (Herpailurus yagouaroundi)*



Nota. La Figura muestra a la especie *H. yagouaroundi*. Fuente: Vallejo (2022).

#### Tabla 4

*Taxonomía de la especie H. yagouaroundi*

TAXONOMÍA	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Carnivora
Familia	Felidae
Género	<i>Puma</i>
Especie	<i>Puma yagouaroundi</i>

Nota. La Tabla muestra la taxonomía de la especie *H. yagouaroundi*. Fuente: Molina (2021).

#### 2.2.22. CARACTERÍSTICAS

Es de tamaño pequeño, tiene dos formas de color en su pelaje, una es de color casi negra y la otra es de castaño rojizo, puede medir desde los 50 a 70 cm de largo y su cola alcanza desde 30 a 60 cm de largo, su peso está entre los 3,5 y 9,1 kg, tiene las patas cortas y no poseen manchas (González et al., 2021).

### **2.2.23. DIETA**

Su alimento son las aves y mamíferos, pero también es cazador de anfibios y reptiles, y sale beneficiado con los peces que se encuentran muertos alrededor de los lagos. Se activan más en el día (Vallejo, 2022).

### **2.2.24. DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT**

Su área de distribución incluye América Central y en América del Sur, habita en zonas de tierras altas, bosques húmedos, matorrales, pastizales, mayormente habitan cerca de una corriente de agua, generalmente vive en tierras más bajas, pero también se encontraron en altitudes de hasta 3200 m.s.n.m. (González et al., 2021).

### **2.2.25. AMENAZA**

Los principales riesgos son la pérdida de su hábitat debido a actividades pecuarias y agrícolas. Aunque no es perseguido comercialmente por su pelaje, debido a que su piel es de calidad mala, está experimentando un declive poblacional debido principalmente a la destrucción de su hábitat y a la persecución por devorar aves de corral. En cuanto a su estatus de conservación, los evaluadores de la Lista Roja de la UICN señalaron en 2002 que la especie debería ser catalogada como casi amenazada. Sin embargo, en ese momento no había suficientes datos para respaldar esta clasificación (Vallejo, 2022).

### **2.2.26. REPRODUCCIÓN Y CICLO DE VIDA**

Las madres llegan a tener 1 a 4 crías, su período de gestación varía entre 70 y 75 días, y alcanzan la adultez entre los 2 y 3 años de edad. Se estima que su longevidad en la naturaleza puede llegar hasta los 15 años (Arosemena et al., 2022).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Máxima Entropía (MaxEnt):** es un modelo predictivo cuando se dispone de información incompleta. Este algoritmo se emplea con datos de presencia, que consisten en puntos o coordenadas donde han sido registradas las presencias de una especie, junto con capas ambientales. La función de este modelo es calcular la probabilidad de presencia de especies basándose en la distribución, que se aproxima al patrón más uniforme posible (Elith et al., 2006). MaxEnt es ampliamente utilizado en el modelamiento de la distribución de especies y ha mostrado un desempeño consistente, superando en ocasiones a otros modelos que también utilizan datos solo de presencia (Phillips et al., 2006).

**Especies:** es el conjunto de organismos que se pueden reproducir entre sí, y se clasifican según sus características morfológicas, genéticas y ecológicas (CONABIO, 2022b).

**Biodiversidad:** la biodiversidad es todos los seres vivos como animales, plantas, seres humanos, también ecosistemas terrestres, marinos en los que se interactúan (CONABIO, 2022a).

**Ecosistemas:** es una comunidad biológica que abarca todos los seres vivos como también los seres no vivos y estos interactúan entre sí, en un área determinada. Estas interacciones ocurren dentro de un entorno físico específico, en el cual los organismos y el ambiente están mutuamente influenciados y dependen uno del otro (Di Pace et al., 2012).

**PlanetScope:** la constelación de satélites PlanetScope está compuesta por una serie de lanzamientos de grupos de satélites individuales, lo que implica una mejora continua en la capacidad y la cantidad de satélites en órbita, gracias a avances tecnológicos

implementados rápidamente. Cada satélite PlanetScope tiene un formato CubeSat 3U (10 cm por 10 cm por 30 cm). Con alrededor de 130 satélites en total, la constelación completa puede capturar imágenes de toda la superficie terrestre diariamente, lo que equivale a una capacidad de recolección diaria de 200 millones de km<sup>2</sup> (Frazier & Hemingway, 2021).

**NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada):** son combinaciones de las señales obtenidas en distintas bandas espectrales por los satélites de teledetección. Su propósito es resaltar la vegetación al analizar su respuesta espectral y reducir la interferencia de otros elementos como la luz solar, el suelo o el agua. Estas imágenes se generan mediante cálculos algebraicos entre distintas bandas espectrales, dando como resultado una representación gráfica donde se destacan los píxeles asociados a la vegetación y sus características (Gamon et al., 1995).

**NDWI (índice de agua de diferencia normalizada):** se emplea para realzar las áreas de agua en imágenes de satélite al reducir la reflectancia del suelo y la vegetación, lo que permite que estas áreas acuáticas sobresalgan en la imagen. Este índice, al medir la humedad efectivamente, se compara a menudo con NDVI. Sin embargo, hay notables diferencias en cómo se calculan y utilizan ambos índices. Mientras que el NDVI utiliza la combinación NIR-RED para resaltar la humedad en las hojas de las plantas, el NDWI se basa en la combinación GREEN-NIR, lo que le permite detectar incluso cambios sutiles en la cantidad de agua en las masas acuáticas (EOS DATA ANALYTICS, 2021).

**DEM (Modelo de Elevación Digital):** consta en una representación tanto matemática como visual de las altitudes con respecto al nivel medio del mar. Esto permite describir las

características del terreno y los elementos que lo componen. Estos datos se organizan en un archivo de tipo raster con una estructura regular, generado mediante software y equipo especializado. En los modelos digitales de elevación, dos aspectos esenciales son la precisión y la resolución horizontal, que determinan el nivel de detalle en la representación digital. Estas cualidades varían según el método utilizado para su creación (Burgos & Salcedo, 2014).

## **2.4. HIPÓTESIS GENERAL**

La distribución de cada especie de felinos presenta características únicas, vinculadas a los hábitos específicos de cada una, y que está influenciada por las variables ambientales. Esta distribución puede ser analizada de manera confiable a través de las cámaras trampa, las imágenes satelitales de alta resolución y los índices espectrales, los cuales permitieron determinar una distribución espacial confiable de las especies estudiadas.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Probabilidad de presencia de los felinos

Probabilidad de las cuatro especies de felinos:

- *L. tigrinus*
- *P. onca*
- *P. concolor*
- *H. yagouaroundi*

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Presencia registrada de los felinos

19 variables bioclimáticas

4 variables vectoriales



## Imágenes e índice espectrales desde enero hasta septiembre

- ◆ Cuatro bandas espectrales de una imagen de alta resolución de PlanetScope
  - Banda azul (B)
  - Banda verde (G)
  - Banda (R)
  - Banda NIR (infrarrojo)
  
- ◆ NDVI
- ◆ NDWI
- ◆ Tres variables topográficas derivadas del modelo digital de elevación (DEM).

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 5**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala	Instrumentos de medición
Variable independiente: distribución potencial de las especies de felinos	Se refiere al rango geográfico teórico en el cual una determinada especie de felino podría habitar, basado en factores biológicos, ecológicos y ambientales.	Se establece a través del uso de modelos de distribución de especies que integran datos biológicos, ambientales y geoespaciales para predecir las áreas geográficas donde es probable que las especies de felinos se encuentren presentes.	Dimensión espacial	Área con actividades antropogénicas	Probabilidad o porcentajes	Proporcional	El algoritmo Maxent
Variable dependiente: puntos de presencia de las especies de felinos ubicados mediante cámaras trampa	Se refieren a las ubicaciones específicas en el área de estudio donde se han registrado la presencia de cada especie de felinos.	Se evalúan mediante imágenes y videos capturados por las cámaras trampa colocadas estratégicamente en el área de estudio.	Dimensión espacial	Probabilidad de presencia de una especie determinada de mamíferos en el área de estudio	Las imágenes en reflectancia, puntos en coordenadas, altitud y los índices espectrales	Proporcional	Imágenes, cámaras trampa, GPS, imágenes de alta resolución y sensor planet scope

*Nota.* La Tabla muestra la operacionalización de las variables de la investigación.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Es observacional, porque el investigador no está interviniendo sobre los datos. Es de tipo Prospectivo, porque durante el proceso los datos se recogen. Es Longitudinal, porque las variables se obtendrán en tiempos diferentes varias veces. Es Analítico porque el estudio analiza al menos dos variables (Maza & Villanueva, 2011).

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Se centra en una investigación cuantitativa, porque comprende la evolución de variables discretas y continuas (Maza & Villanueva, 2011).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Se encuentra a nivel Explicativo, debido a que intenta explicar una variable en función de otra (Maza & Villanueva, 2011).

##### **3.1.3. DISEÑO**

Es un diseño no experimental longitudinal, debido a que no se están manipulando las variables y se extrae los datos tal y como se encuentran. Estas serán analizadas a través del tiempo, evaluando los cambios sucedidos (Maza & Villanueva, 2011).

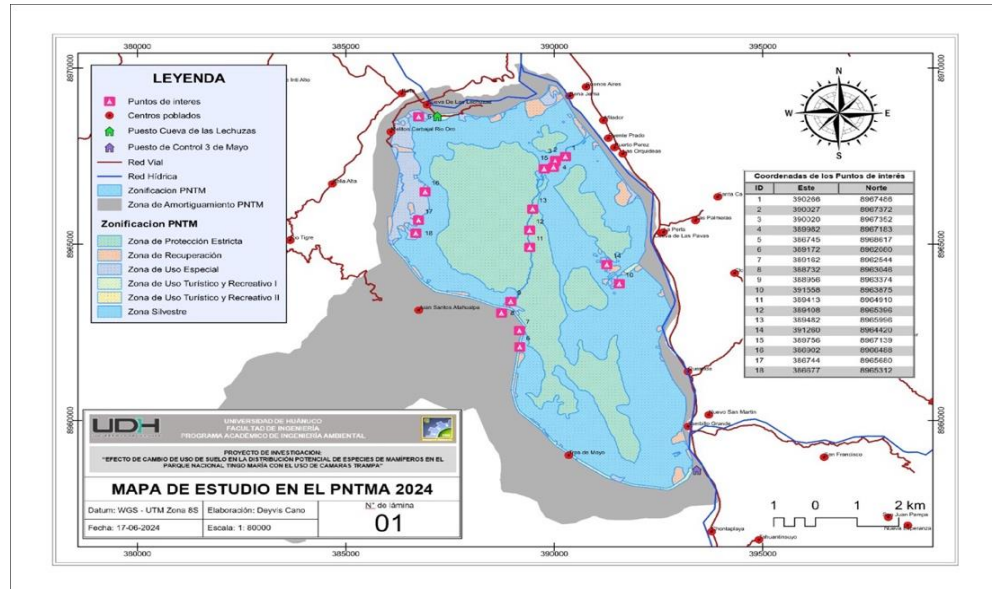
#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Todas las especies de felinos en el Parque Nacional de Tingo María.

Las especies de felinos detectados por las cámaras trampa halladas en los puntos donde se ubicaran las cámaras trampa.

**Figura 5**

*Mapa de Ubicación del PNTM y Zona de Amortiguamiento*



*Nota.* La Figura representa el Mapa de Ubicación del PNTM y su Zona de Amortiguamiento, localizados en la región central del Perú. El parque se encuentra específicamente en la provincia de Leoncio Prado, en el departamento de Huánuco. En el centro del mapa se destaca el contorno del PNTM, con el color azul para denotar los límites precisos de esta área protegida. A su alrededor, se extiende la Zona de Amortiguamiento, representada con un tono plomo para indicar su función de protección y transición hacia las áreas circundantes; asimismo, los puntos de color rosado representan las posiciones de las cámaras trampa que se utilizarán para monitorear la presencia de felinos, con coordenadas específicas detalladas en la tabla adjunta. Los centros poblados cercanos están indicados por puntos rojos, facilitando la identificación de las comunidades locales en los alrededores del parque. La red hídrica, crucial para el estudio de la fauna local, está representada por líneas azules que delinear los ríos y cuerpos de agua principales. Las líneas rojas muestran las carreteras y caminos que proporcionan acceso al parque y sus alrededores, destacando las rutas logísticas esenciales para la implementación del proyecto. Finalmente, las zonas de protección estricta dentro del parque, sombreadas en verde, indican las áreas donde se aplican medidas de conservación rigurosas para preservar el hábitat natural de los felinos y otras especies.

**Tabla 6***Coordenadas de ubicación del área estudiada*

<b>PARQUE NACIONAL DE TINGO MARIA</b>	
Zona	18L
Coordenadas Este	388096.139 E
Coordenadas Norte	8963616.454 N

*Nota.* La Tabla representa las coordenadas del PNTM, debido a que estas permiten ubicar con precisión un punto específico en el parque, facilitando tareas como la instalación de equipos de monitoreo, estudios de campo, y la planificación de rutas y actividades dentro del parque. La precisión de las coordenadas UTM es esencial para asegurar la exactitud en este proyecto.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para estimar la distribución potencial de especies se iniciará mediante la recolección de datos en campo a través de las cámaras trampa, para ello se realizará los siguientes pasos: (i) imprimir un mapa físico topográfico de ubicación del Parque Nacional de Tingo María; (ii) consultar al guardaparque para determinar los espacios seguros y accesibles para el monitoreo de las especies de felinos; (iii) determinación de 19 puntos de muestreo aleatorio con separación mínimo de 500 m de radio entre punto y punto. Antes de proceder a colocar las cámaras trampa se tendrá que registrar las coordenadas (GPS) de los puntos de muestreo. Estos puntos con cámaras trampa, irán rotando cada mes por un periodo de seis meses. las características de su ubicación comprenden lo siguiente: (i) determinar la altura adecuada según las características del lugar; (ii) proteger y colocar en un lugar estable para la custodia de la cámara; (iii) configurar según las especificaciones de las cámaras trampa para el registro mediante fotografías y videos. Posteriormente, durante los cambios de lugar de muestreo, se considera cambiar de cámara trampa para la descarga y para analizar los datos en gabinete, así como recarga de batería

### 3.3.1. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Durante el proceso de registros de datos en gabinete de las cuatro especies de felinos que, según registro de avistamiento por parte del personal del SERNANP y la investigación realizada por el *L. tigrinus*, *P. onca*, *P. concolor* y *H. yagouaroundi*, con el uso de las cámaras trampa, se procederá a descargar y registrar todos los datos tomados en MS Excel considerando la ubicación, el número de cámara, número de código (foto o video), el formato (foto o video), la fecha, la especie, el nombre común, el nombre científico, el cebo utilizado, el número de individuos registrados, la hora, la temperatura y las observaciones adicionales de cada especie registrada por las cámaras trampa. Para ello se contará con la ayuda de expertos del parque y personas externas en el reconocimiento de las especies.

Para el análisis de la información con todos los datos obtenidos, se procederá a analizar los SDM de las tres especies de felinos desde el mes de enero a septiembre, como se muestra en la **(Fig. 6)** y de la siguiente manera:

Primero, las imágenes espectrales de alta resolución, con sus respectivas bandas espectrales de la constelación de satélites PlanetScope, (Blue, Green, Red, NIR), debido a que consta de múltiples lanzamientos de grupos de satélites individuales, además cuenta con datos básicos mostrados en la **(Tabla 7)**.

**Tabla 7***Datos básicos sobre PlanetScope*

<b>Propiedad</b>	<b>Información</b>
<b>Resolución espacial</b>	3 m (remuestreado)
<b>Sensor</b>	Imagen de fotogramas de cuatro bandas: banda azul, roja, verde y de infrarrojo cercano.
<b>Tiempo de revisión</b>	1 día
<b>Cobertura espacial</b>	Global
<b>Disponibilidad de datos</b>	Global desde 2016
<b>Medidas disponibles</b>	La parte superior de la reflectancia de la atmósfera, Reflectancia de la superficie
<b>Uso/propósito común</b>	Mapas de cobertura terrestre, mapas de detección de cambios de tierra, monitoreo de vegetación

*Nota.* La Tabla representa los datos básicos sobre PlanetScope. Fuente: Sentinelhub, (2023).

Segundo, con las imágenes espectrales obtenidas en la constelación de satélites PlanetScope (<https://www.planet.com/nicfi/>), se generará el NDVI que es un indicador que señala la densidad, la salud y el verdor de la vegetación en cada píxel de una imagen de satélite, así este índice es adecuado para estimar en cómo refleja la luz y la energía. Utiliza las bandas infrarrojos cercanos y roja del espectro electromagnético para estimar un indicador adimensional que varía entre -1 y 1. Los valores más cercanos a 1 indican una mayor intensidad del verde, lo que refleja una mayor vigorosidad en la vegetación y en la cobertura vegetal (Auravant, 2024). Para calcular el NDVI, se emplea la siguiente fórmula estándar:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{red}) / (\text{NIR} + \text{red})$$

Tercero, del mismo modo se procederá a evaluar el NDWI, que es una herramienta crucial para monitorear el estado de humedad de los cultivos. Su función principal es detectar tanto deficiencias como excesos de agua en la vegetación. Está basado en el análisis de las bandas verde y cercana al infrarrojo en imágenes satelitales, lo que le permite proporcionar información precisa sobre el contenido hídrico en la mayoría de los casos. Es importante tener en cuenta que el NDWI puede ser afectado por la presencia de tierra acumulada, lo que puede resultar en una sobreestimación de los cuerpos de agua. Sin embargo, a pesar de esta limitación, los productos derivados del NDWI son extremadamente útiles cuando se combinan con los productos de cambio basados en el NDVI. Esta combinación permite una evaluación más completa del contexto de las áreas donde se observan cambios aparentes (EOS DATA ANALYTICS, 2021), entonces para poder calcular el NDWI, se utiliza la siguiente fórmula estándar:

$$\text{NDWI} = (\text{NIR} - \text{GREEN}) / (\text{NIR} + \text{GREEN})$$

Cuarto, adicional a todas las bandas obtenidas, se generó tres variables topográficas (pendiente, orientación y elevación) derivados a partir de un DEM (Modelo de Elevación Digital), que es un tipo de representación en ráster, con valor de altitud (Guth et al., 2021). Esta se obtendrá a partir de un ráster DEM de resolución de 4.5 m proveniente de Landviewer (<https://eos.com/landviewer/?lat=-9.53330&lng=-77.53330&z=11&menuitem=search>), para uniformizar la resolución de las imágenes de PlanetScope.

Quinto, se incluyó 19 variables bioclimáticas extraídas de la Geodatabase del Clima Mundial, WorldClim (<https://www.worldclim.org>), con una resolución espacial de 30 segundos (equivalente a 1 km). Adicionalmente, se generaron 4



variables basadas en datos vectoriales relacionados con carreteras, caminos, centros poblados y cuerpos de agua, obtenidos mediante el SERNANP, utilizando análisis de distancia euclidiana como se muestra en la **tabla 8**. Todas las variables ambientales fueron estandarizadas a una resolución espacial de 4.5 m, correspondiente a la resolución nativa de las imágenes PlanetScope, y proyectadas en el sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 18S mediante el software QGIS, versión 3.34.9.

**Tabla 8**

*Variables ambientales para modelar la distribución de especies de felinos*

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Bio 1	Temperatura media anual
Bio 2	Rango de temperatura diurno medio
Bio 3	Isotermalidad (Bio2/Bio7 x 100)
Bio 4	Temperatura estacional (desviación estándar x100)
Bio 5	Máxima temperatura del cuarto más cálido
Bio 6	Mínima temperatura del cuarto más frío
Bio 7	Rango de temperatura anual (Bio5 – Bio6)
Bio 8	Temperatura media del cuarto más lluvioso
Bio 9	Temperatura media del cuarto más seco
Bio 10	Temperatura media del del cuarto más cálido
Bio 11	Temperatura media del cuarto más frío
Bio 12	Precipitación media anual
Bio 13	Precipitación del mes más lluvioso
Bio 14	Precipitación del mes más seco
Bio 15	Precipitación estacional (Coeficiente de variación)
Bio 16	Precipitación del cuarto más lluvioso
Bio 17	Precipitación del cuarto más seco
Bio 18	Precipitación del cuarto más caluroso
Bio 19	Precipitación del cuarto más frío
NDVI	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada
NDWI	Índice de Agua de Diferencia Normalizada
Banda 2	Reflectancia espectral en espectro visible azul entre 450 y 495nm.

Banda 3	Reflectancia espectral en espectro visible verde entre 495 y 570nm.
Banda 4	Reflectancia espectral en espectro visible rojo entre 620 y 750nm.
NIR	Infrarrojo cercano
Elevación	Elevación (m) sobre el nivel del mar
Pendiente	Inclinación de terreno expresado en %
Orientación	Dirección cardinal de la pendiente
Caminos	Distancia de los píxeles a caminos de acceso
Carreteras	Distancia de los píxeles a carreteras cercanas
Centros poblados	Distancia de los píxeles a centros poblados cercanos
Fuentes hídricas	Distancia de los píxeles a fuentes hídricas cercanas

---

*Nota.* La Tabla representa el significado de todas las variables ambientales que se generaron en el proyecto.

Sexto, con todas las variables ambientales ya obtenidas, se generará imágenes espectrales de alta resolución, y con los datos registrados en Excel de cada una de las especies con el uso de cámaras trampa, se implementará un algoritmo Maxent con la finalidad de predecir la distribución geográfica de cada una de las especies de la investigación (Cartaya et al., 2016). Por lo tanto, se obtendrá un mapa o imagen que será evaluada mediante un modelo estadístico denominado el Área Bajo la Curva (AUC) que arroja el Maxent, con la finalidad de que los valores AUC indican la fuerza de discriminación, que varía de cero a uno. Un valor de 1 significa una discriminación excelente, un valor de 0,5 significa presencia aleatoria y valores de 0,5 a 1 indican una discriminación gradual de las áreas adecuadas de las no adecuadas (Reddy et al., 2015), como se demuestra en la **(Tabla 8)**.

**Tabla 9**

*Rangos del Área Bajo la Curva*

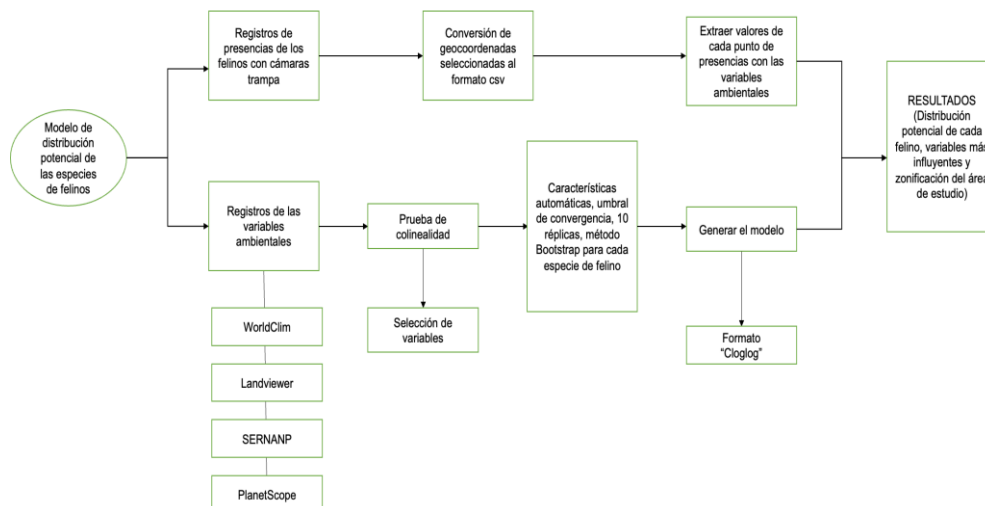
Niveles	Área Bajo la Curva
excelente	AUC>0.90;
bueno	0.80 > AUC > 0.90;
equitativo	0.70 > AUC > 0.80;
malo	0.60 > AUC > 0.70;
muy malo	0.50 > AUC > 0.60

*Nota.* La Tabla representa los niveles y rangos del Área Bajo la Curva del algoritmo Maxent.

Para un mejor detalle del procedimiento se detalla en el siguiente flujograma de procedimientos de la investigación.

**Figura 6**

*Flujograma de interpretación del procedimiento del proyecto de investigación*



*Nota.* La Figura representa un flujograma sobre el procedimiento del proyecto de investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

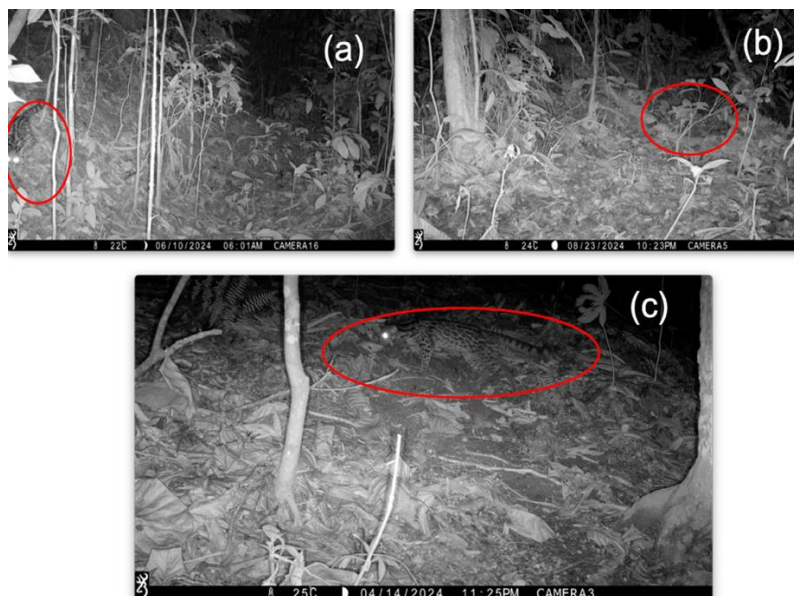
#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. RESULTADOS DE LAS PRESENCIAS DE CADA ESPECIE DE FELINOS REGISTRADOS CON CÁMARAS TRAMPA

Las cámaras trampa registraron la presencia de cuatro especies de felinos (*L. tigrinus*, *P. concolor*, *H. yagouaroundi* y *Panthera onca*). Pero para la especie *P. onca*, solo se desarrolló un mapa de calor, debido a que no se contó con datos suficientes para modelar su distribución potencial de manera precisa.

#### Figura 7

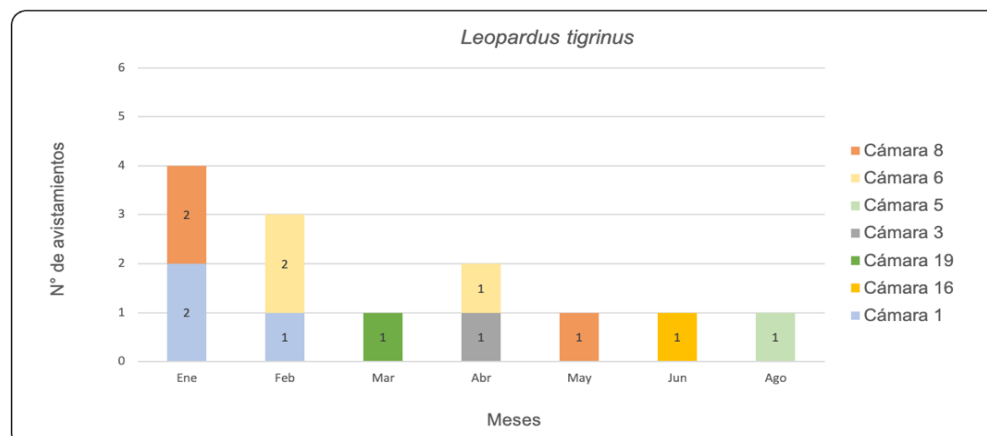
Imágenes del *L. tigrinus*



*Nota.* La Figura muestra las imágenes del *L. tigrinus* obtenidas mediante cámaras trampa ubicadas en distintos puntos. Las coordenadas corresponden en la (a) cámara 16 (X=386902, Y=8966488), (b) cámara 5 (X=386745, Y=8968617) y (c) cámara 3 (X=390020, Y=8967352).

**Figura 8**

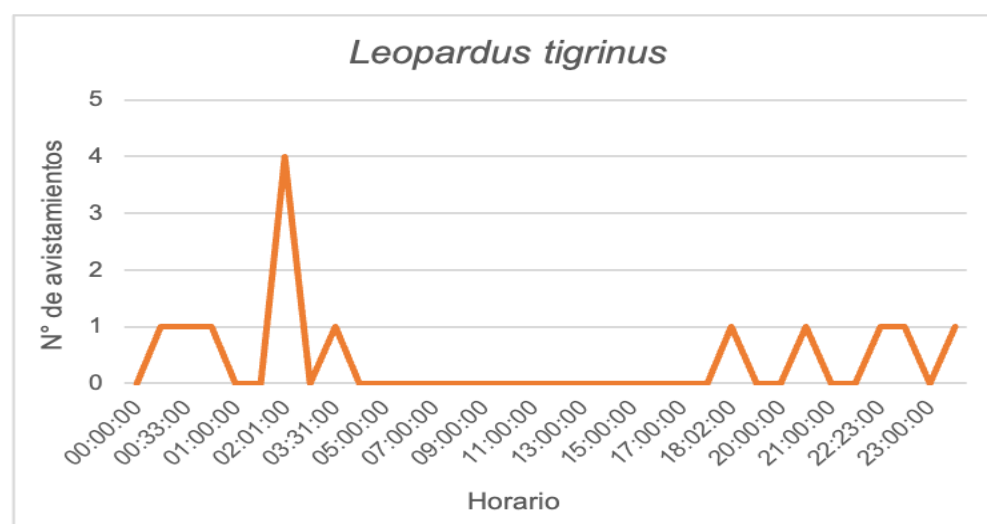
*Registro mensual de presencia del L. tigrinus*



*Nota.* La Figura muestra los registros del *L. tigrinus* captados por cámaras trampa distribuidas en diferentes ubicaciones y meses haciendo un total de 13 presencias. En el eje vertical se indican las cámaras y el número de avistamientos y en el eje horizontal se muestran los meses. Se observa que los mayores registros se obtuvieron en enero en las cámaras 1 y 8, en febrero la cámara 6, con un total de 2 registros en cada caso, mientras que las demás cámaras presentan valores constantes de 1 registro en los meses evaluados.

**Figura 9**

*Horario de actividad del L. tigrinus*

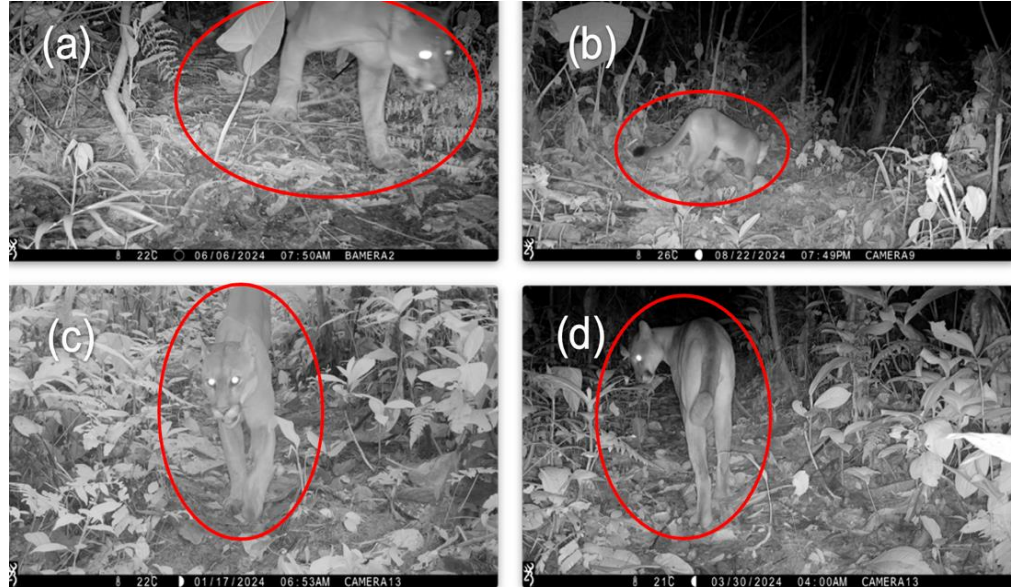


*Nota.* La Figura muestra la actividad del *L. tigrinus* a lo largo del tiempo, representada por una línea que indica el total de registros en diferentes momentos del día. En el eje horizontal se encuentran los horarios específicos (de 00:21:00 a 23:25:00), mientras que en el eje vertical se muestra el número de registros. El pico de actividad

se observa alrededor de las 02:01:00, con una detección máxima de 4, mientras que el resto del día presenta valores bajos o nulos. Esto sugiere un comportamiento mayormente nocturno y concentrado en ese horario.

**Figura 10**

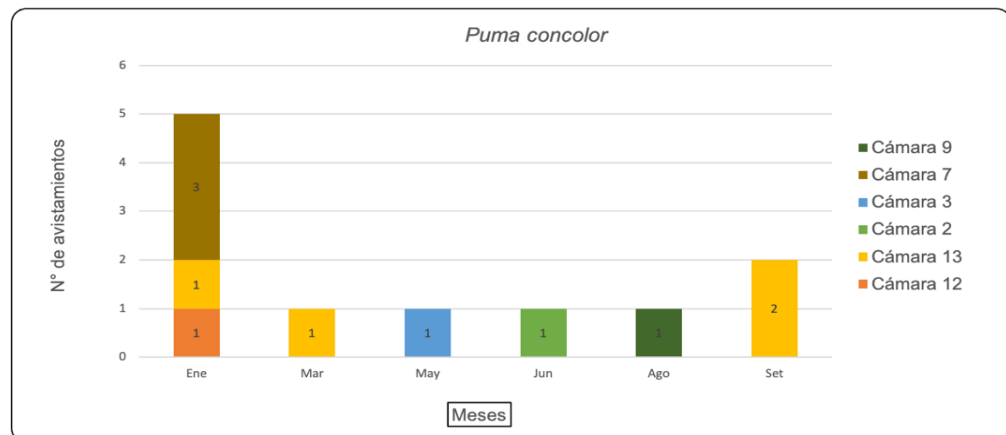
*Imágenes del P. concolor*



*Nota.* La Figura muestra las imágenes del *P. concolor* obtenidas mediante cámaras trampa ubicadas en distintos puntos. Las coordenadas corresponden en la (a) cámara 2 (X=390027, Y=8967372), (b) cámara 9 (X=388956, Y=8963374) y (c y d) cámara 13 (X=389482, Y=8965996).

**Figura 11**

*Registro mensual de presencia del P. concolor*

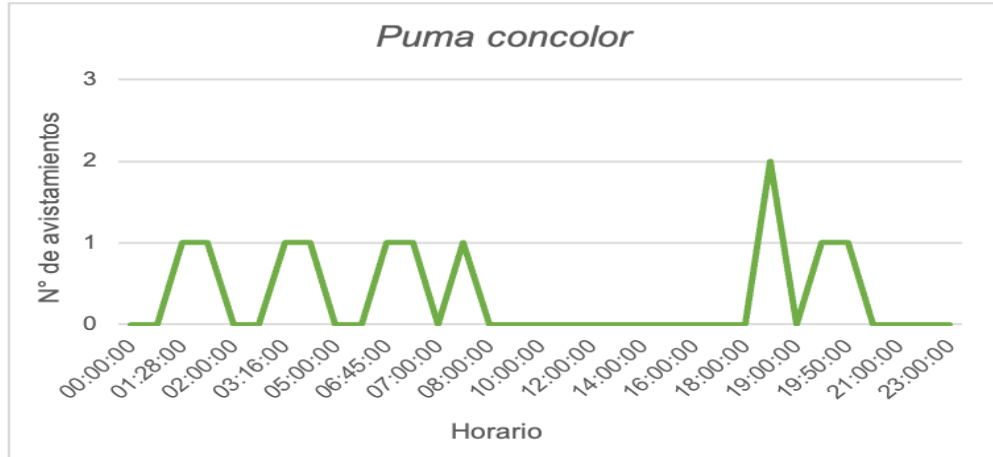


*Nota.* La Figura muestra los registros del *P. concolor* captados por cámaras trampa en diferentes ubicaciones y meses haciendo un total de 11 presencias. El eje vertical indica las cámaras y el número de avistamientos, mientras que el eje horizontal representa los meses. Los registros más altos se observan en la cámara 7 en enero

con 3 detecciones y en la cámara 13 en septiembre con 2 detecciones, en enero y marzo con una detección cada mes, mientras que las demás cámaras presentan valores cercanos a una 1 detección en los meses evaluados.

**Figura 12**

*Horario de actividad del P. concolor*



*Nota.* La Figura muestra la distribución temporal de eventos a lo largo del día del *P. concolor*. En el eje horizontal (X) se representan las horas del día, mientras que en el eje vertical (Y) se indica el número total de avistamientos. El dato más relevante es el pico de actividad a las 18:45 horas, con un máximo de 2 presencias, indicando un incremento notable en este horario. Además, se observa actividad constante en intervalos desde las 01:28 hasta las 07:21 horas, alternando con periodos de inactividad. Fuera de estos horarios, los eventos son esporádicos y limitados.

**Figura 13**

*Imágenes del H. yagouaroundi*



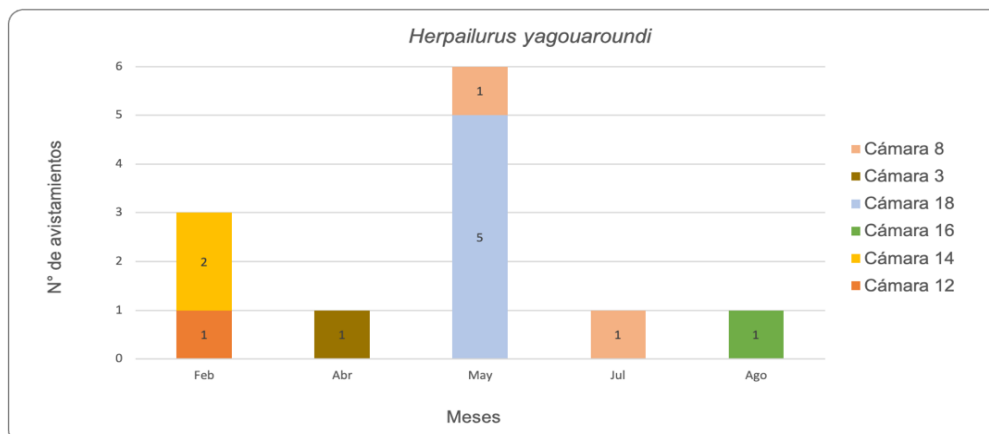
*Nota.* La Figura muestra las imágenes del *H. yagouaroundi* obtenidas mediante cámaras trampa ubicadas en distintos puntos. Las coordenadas corresponden en la



(a y d) cámara 18 (X=386677, Y=8965312), (b) cámara 12 (X=389408, Y=8965396) y (c) cámara 3 (X=390020, Y=8967352).

**Figura 14**

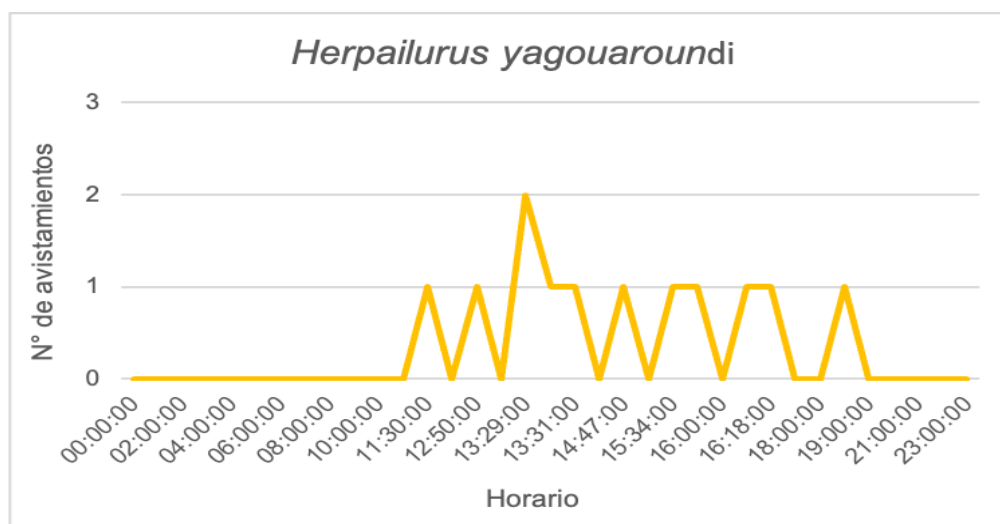
*Registro mensual de presencia del H. yagouaroundi*



*Nota.* La Figura muestra los registros de *H. yagouaroundi* captados por cámaras trampa en distintos meses y ubicaciones haciendo un total de 12 presencias. El mayor número de avistamientos ocurrió en mayo 6 registros, en las cámaras 18 y 8, seguido de registros moderados en febrero 3 registros en las cámaras 12 y 14. Otros meses como abril, julio y agosto tuvieron detecciones aisladas un registro cada uno.

**Figura 15**

*Horario de actividad del H. yagouaroundi*



*Nota.* La Figura muestra la actividad diaria del *H. yagouaroundi*, destacando un pico máximo a las 13:29 horas con 2 registros, indicando mayor actividad al mediodía. Fuera de este horario, los eventos son dispersos y escasos. Este patrón es clave para analizar su comportamiento y planificar estrategias de conservación.



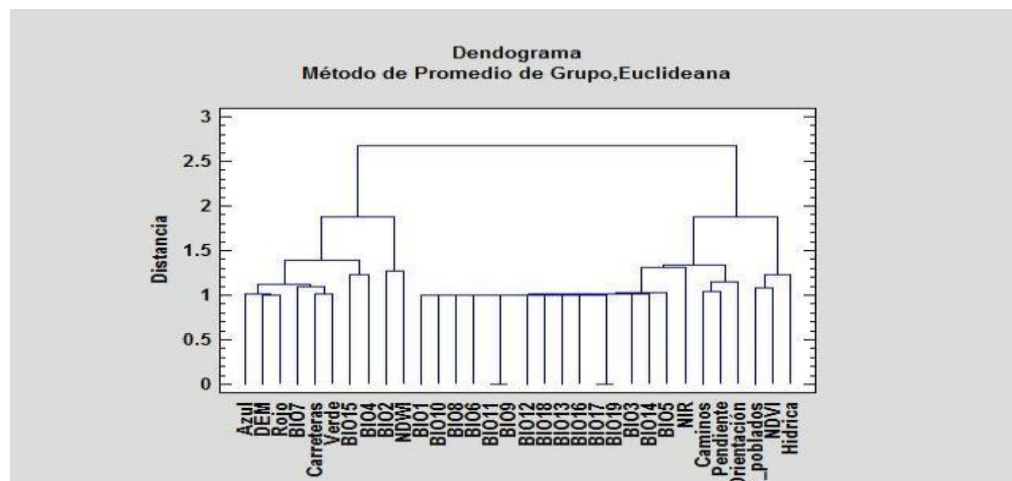
#### 4.1.2. ELECCIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES INICIALES

Para el procesamiento de datos de las tres especies de felinos, se evaluó la colinealidad entre las variables ambientales, debido a que esta puede generar problemas como el sobreajuste, la reducción del poder estadístico y el incremento en la incertidumbre del modelo (Júnior & Nóbrega, 2018). Con base en las coordenadas de los registros georreferenciados del *L. tigrinus*, *P. concolor* y el *H. yagouaroundi*, se extrajeron los valores correspondientes a las 32 capas temáticas de las variables ambientales mediante el uso de Point Sampling Tools, un complemento del software QGIS. Posteriormente, se determinó el número óptimo de grupos empleando análisis de clúster basado en distancias euclidianas, realizado en el programa Statgraphics. Este análisis permitió la construcción de un dendrograma que evidenció ciertas correlaciones entre las variables (Mori et al., 2020), agrupándolas en conjuntos correlacionados internamente. Finalmente, dentro de cada grupo, se seleccionó la variable con la puntuación más baja como representativa.

Para el *L. tigrinus* solo se consideró 12 variables ambientales las cuales son: carreteras, DEM, reflectancia espectral en espectro visible azul entre 450 y 495 nm (banda 2), cuerpos de agua (hídrica), NDWI, NDVI, caminos, orientación, NIR, Estacionalidad de temperatura (Bio4), Precipitación del cuarto más frío (Bio19) y Rango anual de temperatura (Bio7), mostrados en la **(Figura 16)**.

**Figura 16**

*Dendograma utilizado para evitar la colinealidad de las variables ambientales con respecto a la especie L. tigrinus*

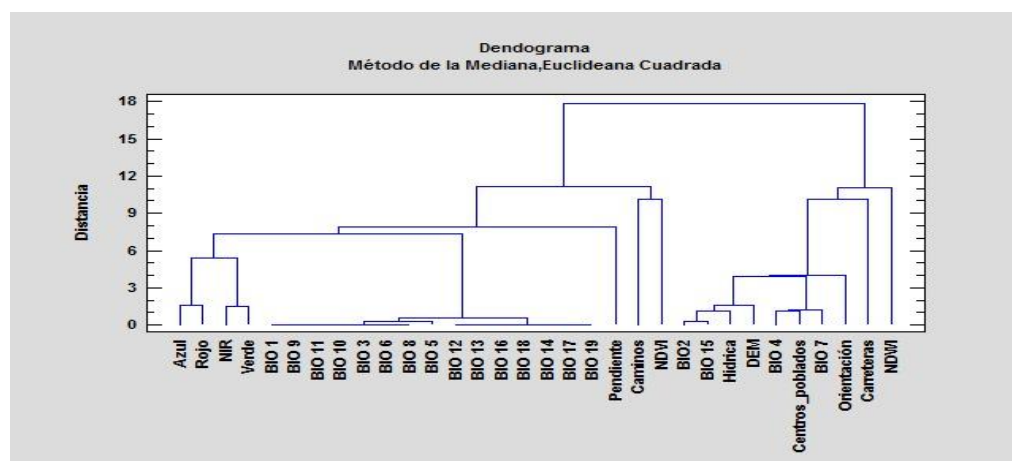


*Nota.* La Figura muestra un dendrograma del análisis de clúster a través de las distancias euclidianas.

Para el *P. concolor* solo se consideró 9 variables ambientales las cuales son: Reflectancia espectral en espectro visible rojo entre 620 y 750 nm (banda 4), carreteras, centros poblados, NDVI, NDWI, orientación, pendiente, reflectancia espectral en espectro visible verde entre 495 y 570 nm (banda 3) y Rango de temperatura diurno medio (Bio2), mostrados en la (**Figura 17**).

**Figura 17**

*Dendrograma utilizado para evitar la colinealidad de las variables ambientales con respecto a la especie P. concolor*

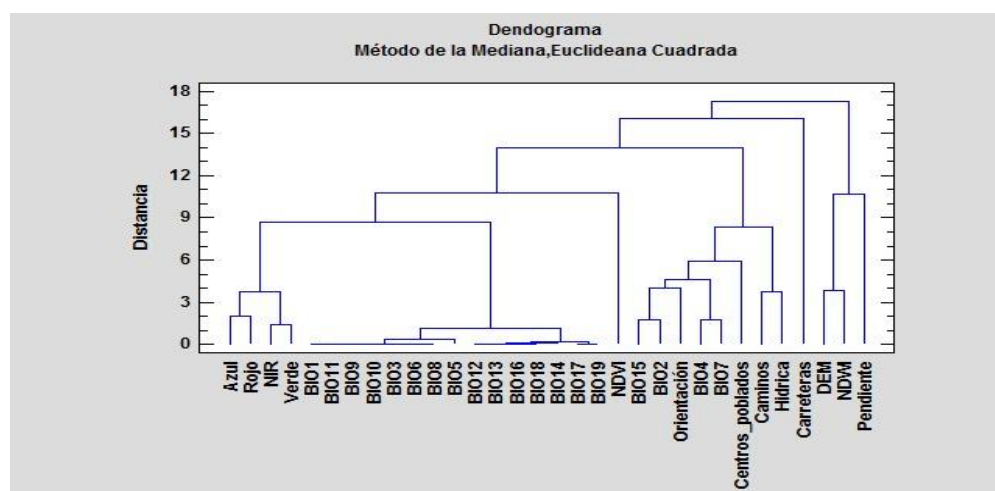


*Nota.* La Figura muestra un dendograma del análisis de clúster a través de las distancias euclidianas.

Para el *H. yagouaroundi* solo se consideró 12 variables ambientales las cuales son: Precipitación del cuarto más frío (Bio19), Rango de temperatura diurno medio (Bio2), Rango de temperatura anual (Bio7), caminos, carreteras, centros poblados, NDVI, NDWI, orientación, pendiente, reflectancia espectral en espectro visible verde entre 495 y 570 nm (banda 3) y la reflectancia espectral en espectro visible rojo entre 620 y 750 nm (banda 4), mostrados en la **(Figura 18)**.

### Figura 18

*Dendograma utilizado para evitar la colinealidad de las variables ambientales con respecto a la especie H. yagouaroundi*



*Nota.* La Figura muestra un dendograma del análisis de clúster a través de las distancias euclidianas.

### 4.1.3. MÉTODO DE MODELADO MAXENT Y POSIBLES VARIACIONES EN LA DISTRIBUCIÓN

Se elaboraron modelos de distribución potencial usando el algoritmo de máxima entropía (Phillips et al., 2006). Para la construcción de cada modelo, los registros georreferenciados se dividieron aleatoriamente, asignando el 75% a la fase de entrenamiento y el 25% a la validación. El algoritmo se ejecutó en 10 réplicas,

realizando 1000 iteraciones por réplica y aplicando particiones aleatorias bajo el método Bootstrap. Se fijó un umbral de convergencia de 0.00001 y un máximo de 10,000 puntos de fondo. Manteniendo las configuraciones por defecto del software, ya que MaxEnt selecciona automáticamente las funciones más apropiadas según la cantidad de muestras disponibles (Merow et al., 2013).

Para validar los modelos, se empleó el método Área Bajo la Curva (AUC), obteniendo un valor de 0.995 para *L. tigrinus*, 0.935 para *P. concolor* y 0.975 para *H. yagouaroundi*, los cuales fueron calculados mediante la curva característica operativa del receptor (ROC). Araújo (2005), menciona que los valores de AUC se clasifican en cinco niveles de desempeño: excelente (>0.9), bueno (0.8-0.9), aceptable (0.7-0.8), deficiente (0.6-0.7) e inválido (<0.6). Su ventaja es que este enfoque es autónomo de un umbral específico, permitiendo evaluaciones más objetivas.

El formato de salida Cloglog generó mapas con valores continuos de probabilidad de distribución, que oscilan entre 0 y 1. Estos valores reflejan los hábitats adecuados para las especies estudiadas, y fueron reclasificados en cuatro categorías: alto (>0.6), moderado (0.4-0.6), bajo (0.2-0.4) y hábitat no potencial (<0.2) (Cotrina Sánchez et al., 2022). Para hacer más sencilla su interpretación, los valores se presentaron en un rango del 0 al 100%.

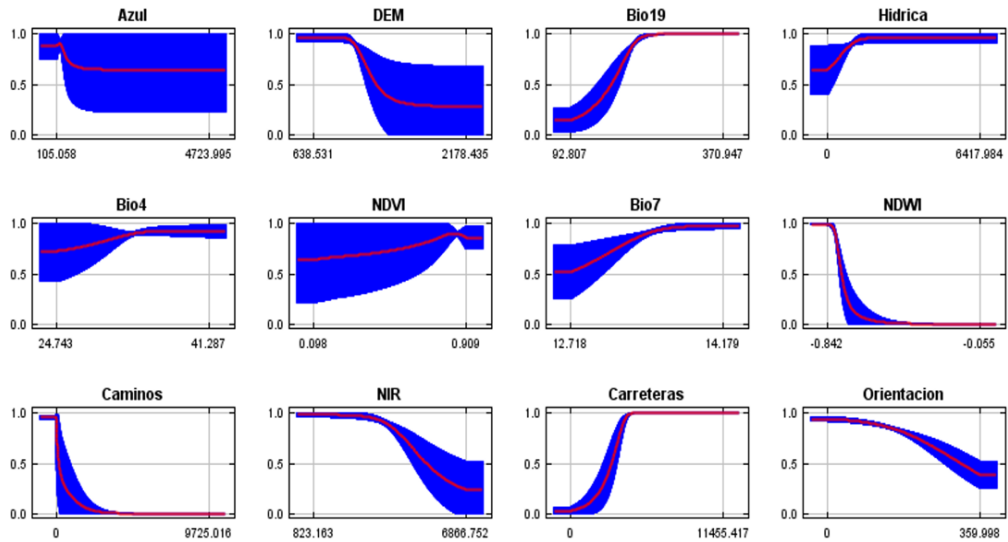
#### **4.1.4. CURVAS DE RESPUESTAS GENERADAS A PARTIR DEL MAXENT**

Las curvas de respuesta reflejan cómo cada variable influye individualmente en el modelo, manteniendo constantes las demás variables mediante el uso de su valor promedio. En las **Figuras 19, 20 y 21**, se observa que las variables representadas aumentan en el eje x, mientras que la probabilidad de presencia del tigrillo varía de 0 a 1 en el eje y. Este análisis tiene como objetivo comprender cómo se

modifica la idoneidad del hábitat al ajustar únicamente esa variable específica, sin afectar las demás (Lóriga, 2012).

**Figura 19**

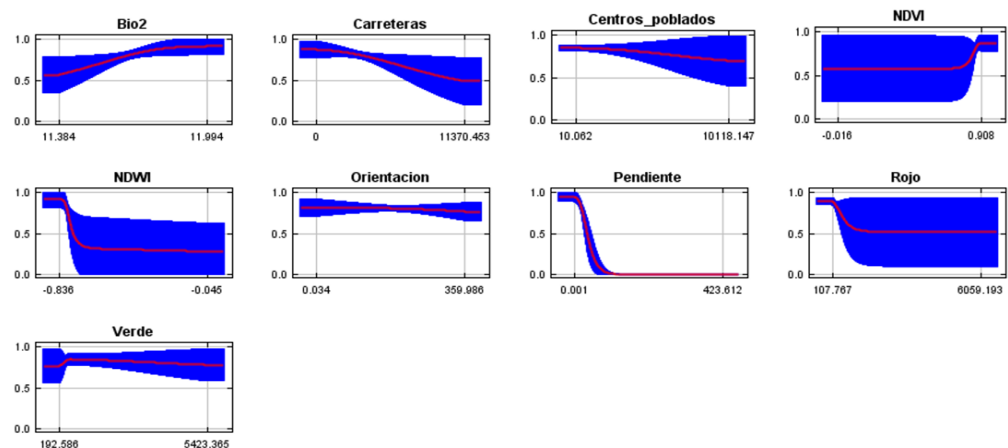
*Curvas de Respuesta para el L. tigrinus*



*Nota.* La Figura representa las curvas de respuesta promedio de las 10 réplicas generadas con MaxEnt (en rojo) y su desviación estándar (en azul). Estas curvas ilustran las relaciones entre las variables ambientales y la probabilidad de presencia del *L. tigrinus*, permitiendo identificar cómo cada variable afecta la idoneidad del hábitat. Por lo tanto, la especie tiene alta preferencia a valores altos de precipitación del cuarto más frío Bio 19) y disponibilidad hídrica, así como también prefiere áreas con mayor vegetación (NDVI) y evita áreas cercanas a los caminos y carreteras.

**Figura 20**

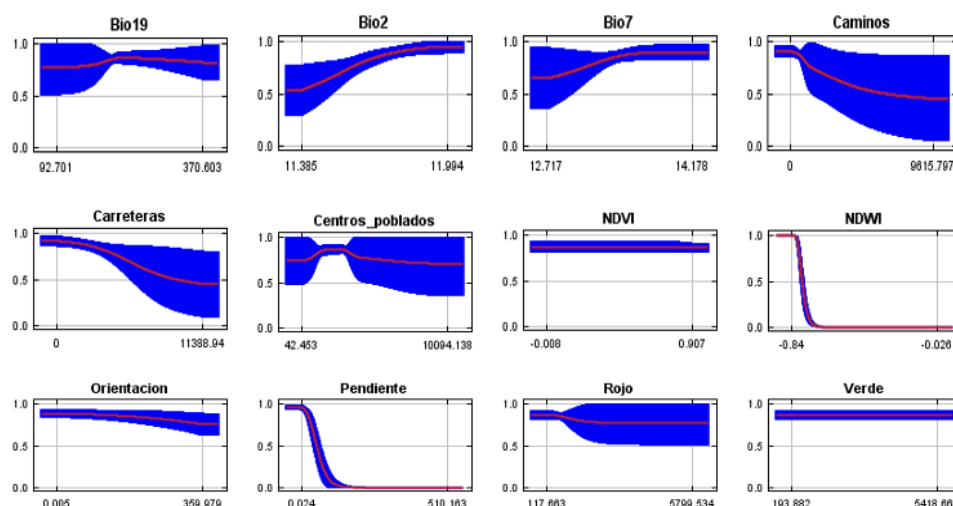
*Curvas de Respuesta para el P. concolor*



*Nota.* La Figura representa las curvas de respuesta promedio de las 10 réplicas generadas con MaxEnt (en rojo) y su desviación estándar (en azul). Estas curvas ilustran las relaciones entre las variables ambientales y la probabilidad de presencia del *P. concolor*, permitiendo identificar cómo cada variable afecta la idoneidad del hábitat. Por lo tanto, el puma prefiere hábitats con vegetación densa (alto NDVI), terrenos accidentados (pendiente inclinada), y lejos de disturbios humanos como carreteras y centros poblados. Estas preferencias podrían estar relacionadas con la necesidad de refugio, recursos alimenticios y evitar interacciones con humanos.

**Figura 21**

*Curvas de Respuesta para el H. yagouaroundi*



*Nota.* La Figura representa las curvas de respuesta promedio de las 10 réplicas generadas con MaxEnt (en rojo) y su desviación estándar (en azul). Estas curvas ilustran las relaciones entre las variables ambientales y la probabilidad de presencia del *H. yagouaroundi*, permitiendo identificar cómo cada variable afecta la idoneidad del hábitat. Por lo tanto, el yaguarundi prefiere hábitats con alta humedad (NDWI), vegetación densa (NDVI), terrenos inclinados (pendiente) y evita áreas cercanas a infraestructuras humanas, como carreteras, caminos y centros poblados. Estas preferencias reflejan la necesidad de refugio, recursos alimenticios y la evitación de disturbios humanos.

#### 4.1.5. LAS VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DE PERMUTACIÓN

Las tablas muestran qué tan importantes son las variables ambientales en el modelo MaxEnt, según su porcentaje de

contribución, que indica la importancia relativa de cada variable para construir el modelo, basada en la ganancia regularizada, que ayuda a medir qué tanto mejora el modelo cuando se incluyen variables individuales. Asimismo, según su importancia de permutación que mide cómo afecta desordenar cada variable al desempeño del modelo. Los valores altos indican que la variable es fundamental para las predicciones.

**Tabla 10**

*Las variables más influyentes en la distribución para el *L. tigrinus**

<b>Variable</b>	<b>Porcentaje de contribución</b>	<b>Importancia de la permutación</b>
Caminos	50.1	88.2
Bio 19	20	0.5
Carreteras	9.8	3.1
DEM	4.4	0.5
NDWI	4.3	4.9
Bio 7	3.3	0.4
Hídrica	2.3	1.9
Orientación	2.2	0.1
NIR	1.8	0.3
NDVI	1	0.1
Bio 4	0.9	0
Banda 2	0	0

*Nota.* La Tabla presenta las variables más influyentes en el modelo, destacando las siguientes: caminos con (50 %) de contribución y (88.2 %) de permutación y la precipitación del cuarto mes más frío (Bio19), que registra una contribución significativa del (20 %), aunque con una baja importancia por permutación (0.5 %). Esto sugiere que el modelo utiliza esta variable para ajustar los datos de presencia, pero podría ser redundante con otras variables. Por otro lado, la variable carreteras muestra una contribución del (9.8 %) y una importancia por permutación moderada (3.1 %), lo que indica que las infraestructuras humanas influyen en la distribución del *L. tigrinus*. Por último, se resalta el NDWI como un factor relevante en el modelo.

**Tabla 11**

*Las variables más influyentes en la distribución para el P. concolor*

<b>Variable</b>	<b>Porcentaje de contribución</b>	<b>Importancia de la permutación</b>
Pendiente	32.2	76
Centros poblados	16.3	3.5
Bio 2	12	0.1
NDWI	10.2	0
Carreteras	9.7	14.5
Orientación	8.5	0.1
NDVI	5.4	0
Banda 4	5	5.8
Banda 3	0.7	0

*Nota.* La Tabla presenta las variables más influyentes en el modelo, destacando las siguientes: la pendiente, que registra una contribución del (32.2 %) y una importancia por permutación de (76 %), lo que demuestra su impacto significativo en el desempeño del modelo. Los centros poblados, por su parte, tienen una contribución del (16.3 %) y una importancia por permutación de (3.5 %), lo que indica que, aunque aportan al modelo, su influencia en la precisión es moderada. Las carreteras muestran una alta importancia por permutación (14.5 %) a pesar de una contribución menor (9.7 %), evidenciando su rol crítico en las predicciones. Por último, se resalta la reflectancia espectral en el espectro visible rojo (banda 4), correspondiente a longitudes de onda entre 620 y 750 nm, como una variable relevante.



**Tabla 12***Las variables más influyentes en la distribución para el H. yagouaroundi*

<b>Variable</b>	<b>Porcentaje de contribución</b>	<b>Importancia de la permutación</b>
NDWI	32.7	58.6
Pendiente	20.1	9.7
Bio 2	13.6	2.8
Caminos	10.5	10.6
Bio 19	5.6	0.7
Centros poblados	4.7	3.6
NDVI	4.5	0.1
Carreteras	4.3	10.1
Orientación	2.9	0.2
Bio 7	0.9	3.7
Banda 3	0	0
Banda 4	0	0

*Nota.* La Tabla presenta las variables más influyentes en el modelo, destacando las siguientes: el NDWI con una contribución del (32.7 %) y una importancia por permutación de (58.6 %), lo que subraya el rol crucial de la humedad en la idoneidad del hábitat. La pendiente también es relevante, con una contribución del (20.1%) y una importancia por permutación de (9.7 %), reflejando la preferencia de la especie por terrenos inclinados. Asimismo, el rango de temperatura diurna promedio (Bio 2) aporta un (13.6 %), aunque su importancia por permutación es menor (2.8 %), indicando un papel secundario. Los caminos, con una contribución del (10.5 %) y una importancia por permutación de (10.6 %), influyen significativamente en la precisión del modelo. Otras variables tienen aportes menores, pero alguna relevancia en las predicciones.

#### **4.1.6. PRUEBAS DE JACKKNIFE GENERADAS A PARTIR DE MAXENT**

La prueba de Jackknife facilita analizar las variables ambientales con mayor influencia en la distribución de cada especie de felinos como se muestra en las (**Fig. 22,23 y 24**). Donde se comparan tres escenarios: sin la variable ambiental evaluada (verde), utilizando

únicamente esa variable (azul) y considerando todas las variables del modelo (rojo).

**Figura 22**

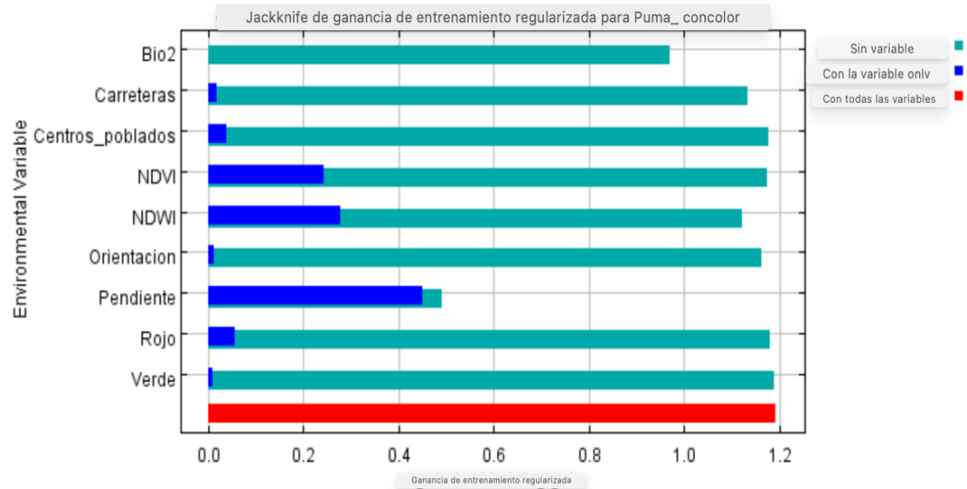
*Prueba de Jackknife para el L. tigrinus*



*Nota.* La Figura muestra la prueba Jackknife del modelo donde los resultados evidencian que la variable caminos aporta la mayor cantidad de información por sí sola y su exclusión genera la mayor reducción en la ganancia de entrenamiento. En contraste, la variable Bio7 tiene una influencia considerablemente menor, tanto al incluirse como al excluirse del modelo.

**Figura 23**

*Prueba de Jackknife para el P. concolor*

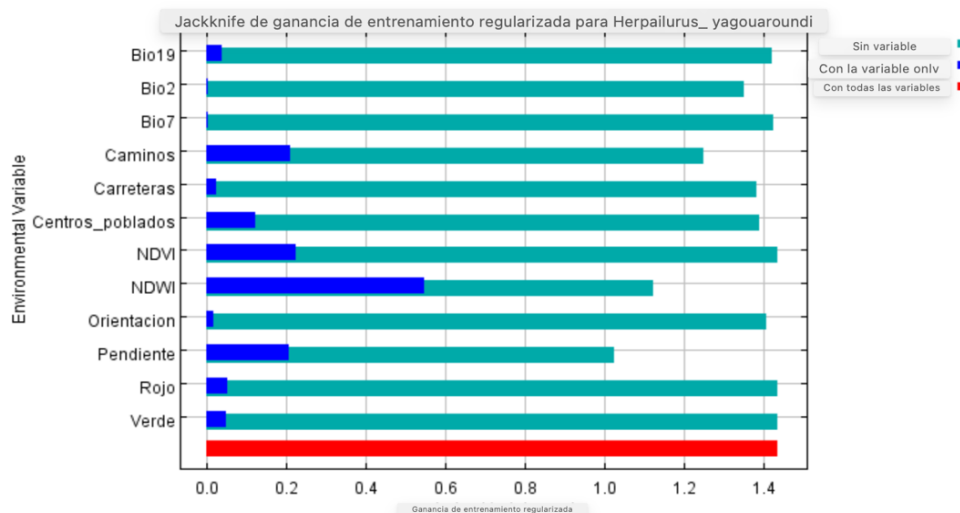


*Nota.* La Figura muestra el análisis Jackknife del modelo donde la variable pendiente es la variable más importante, con la mayor ganancia cuando se usa de manera individual, subrayando la topografía en la distribución del *P. concolor* NDVI y NDWI

también tienen una contribución significativa sobre la disponibilidad de agua y vegetación. En contraste, las otras variables no son tan relevantes.

**Figura 24**

*Prueba de Jackknife para el H. yagouarundi*



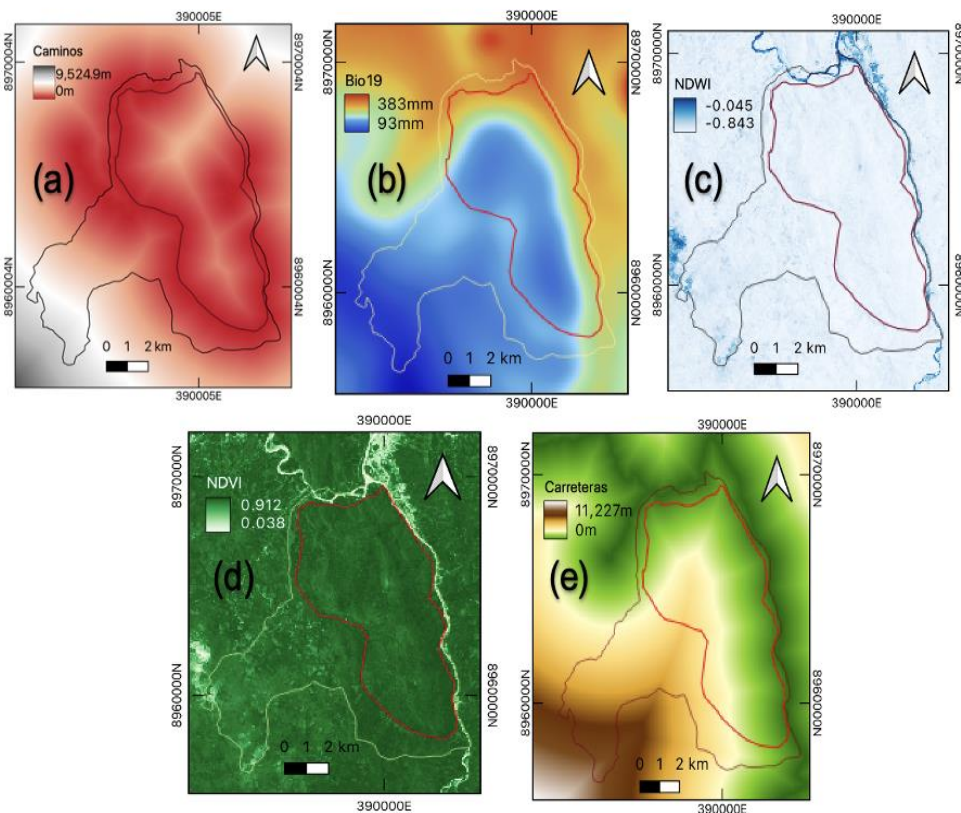
*Nota.* La Figura muestra el análisis Jackknife del modelo donde el NDWI es la variable más importante, con la mayor ganancia tanto de forma individual como combinada, lo que destaca la relevancia de la humedad para el hábitat del yaguarundi. La pendiente y los caminos también tienen una influencia significativa, reflejando la preferencia por terrenos inclinados y su relación con infraestructuras humanas. Otras variables como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) aportan información complementaria, mientras que las otras variables no son tan relevantes para el modelo.

#### 4.1.7. LAS VARIABLES MÁS INFLUYENTES DE CADA ESPECIE DE FELINOS

Las figuras muestran las variables ambientales más influyentes al realizar el SDM de cada especie de felinos dentro de MaxEnt.

**Figura 25**

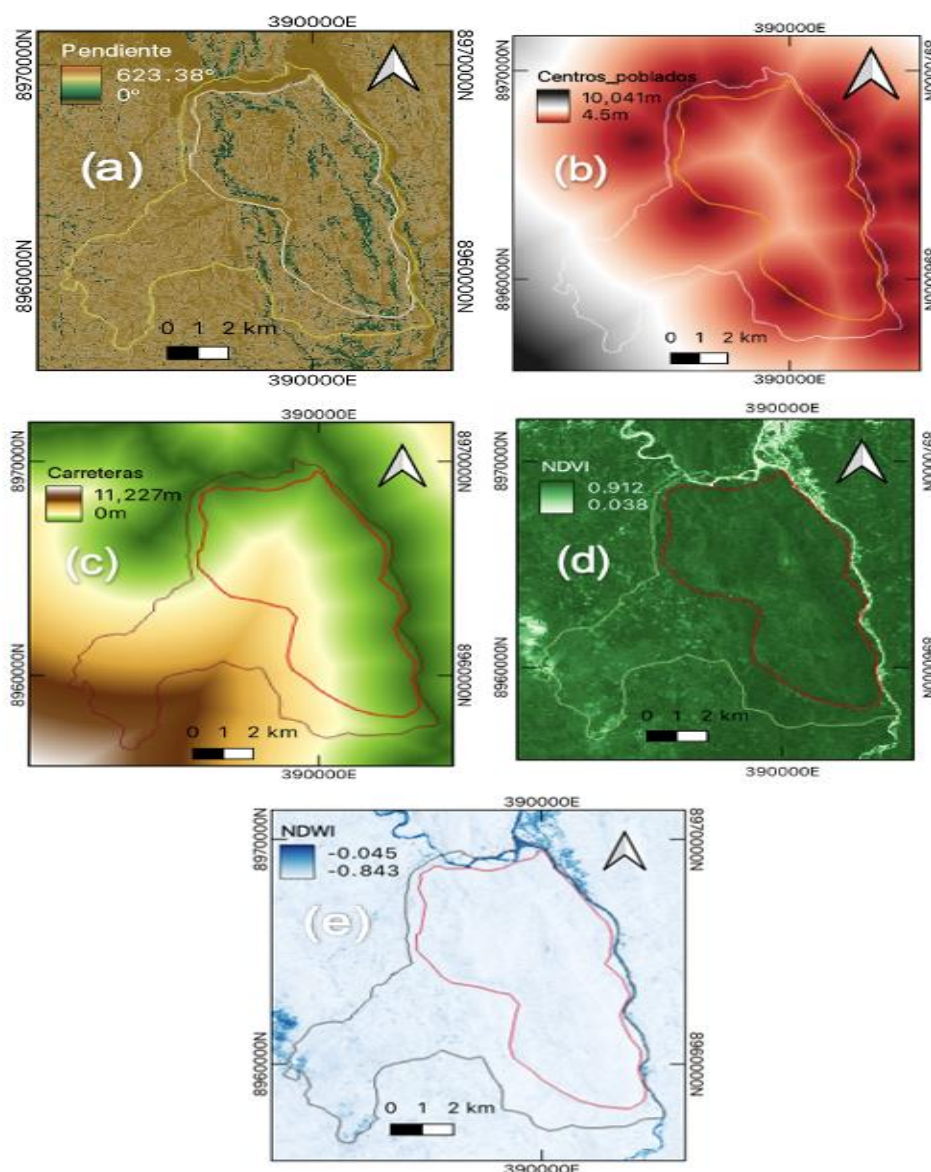
*Las variables más influyentes en la distribución para el L. tigrinus*



*Nota.* La Figura muestra las variables ambientales más influyentes para el *L. tigrinus*, entre las cuales destaca (Caminos, Fig. 25a), debido a que es identificada como la variable que aporta la mayor cantidad de información en el análisis Jackknife. Su exclusión genera la mayor reducción en la ganancia de entrenamiento, lo que la convierte en un factor clave para entender su distribución. Otra variable relevante es (Bio 19, Fig. 25b), que contribuye con un (20 %) al modelo, indicando una fuerte relación con el hábitat del *L. tigrinus*, aunque su baja importancia por permutación (0,5 %) podría reflejar redundancia con otras variables. Él (NDWI, Fig. 25c) es un factor influyente, ya que representa la disponibilidad hídrica, esencial para él tigrillo, aunque no se detalla su contribución cuantitativa, se menciona como importante en el modelo. Asimismo, el (NDVI, Fig. 25d) refleja la preferencia del *L. tigrinus* por áreas con mayor vegetación, lo cual está relacionado con refugio y recursos, aunque no se menciona explícitamente en el análisis Jackknife como una de las variables con mayor contribución numérica. Por último, las (Carreteras, Fig. 25e) contribuyen con un (9,8 %) al modelo, con una importancia moderada por permutación (3,1 %), lo que refleja la influencia de las infraestructuras humanas en la distribución del tigrillo, probablemente debido a la necesidad de evitar áreas perturbadas.

**Figura 26**

*Las variables más influyentes en la distribución para el P. concolor*



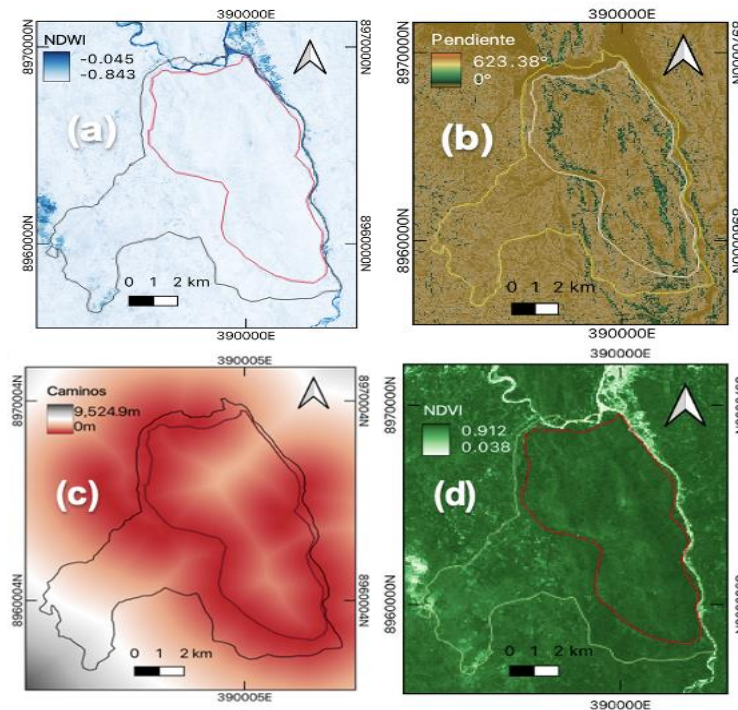
*Nota.* La Figura muestra las variables ambientales más influyentes para el *P. concolor*, destacando la (Pendiente, Fig. 26a) como la más importante, con una contribución del (32,2 %) y una alta importancia por permutación (76 %), además de generar la mayor ganancia en el análisis Jackknife, lo que subraya la relevancia de los terrenos accidentados para esta especie. Los (Centros poblados, Fig. 26b), aunque con una contribución moderada (16,3 %) y baja importancia por permutación (3,5 %), siguen siendo influyentes, indicando la necesidad del *P. concolor* de evitar áreas con alta actividad humana. Las (Carreteras, Fig. 26c) tienen una alta



importancia por permutación (14,5 %) pero una contribución más baja (9,7 %), reflejando él impacto de los disturbios humanos en la idoneidad del hábitat. Finalmente, el (NDVI, Fig. 26d) y el (NDWI, Fig. 26e), aunque no se diferencia cuál es más relevante en el análisis Jackknife, son ambos importantes para evaluar la disponibilidad de vegetación y agua, factores esenciales para el refugio y los recursos del puma.

**Figura 27**

*Las variables más influyentes en la distribución para el H. yagouaroundi*

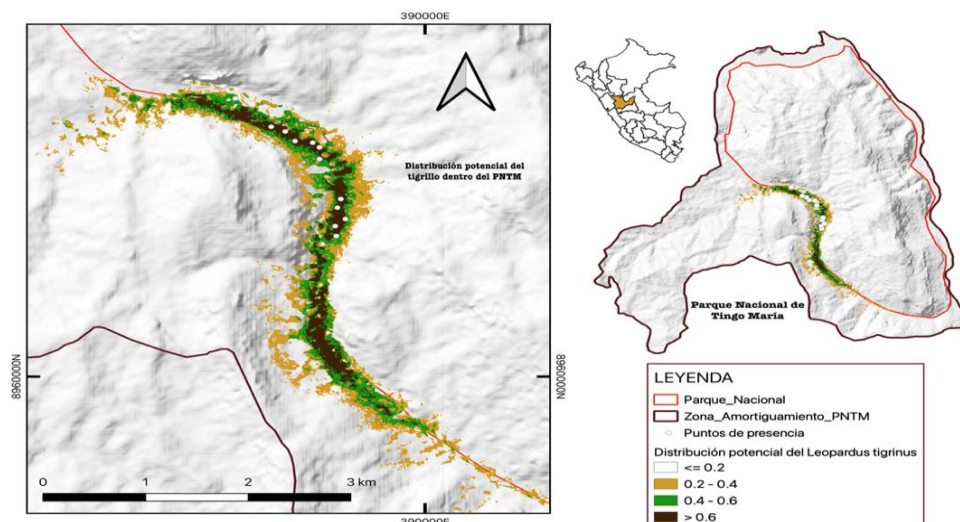


*Nota.* La Figura muestra las variables ambientales más influyentes para el *H. yagouaroundi*, siendo él (NDWI, Fig. 27a) la más importante, con una contribución del (32,7 %) y una alta importancia por permutación del (58,6 %), lo que resalta la preferencia de la especie por ambientes con suficiente agua. La (Pendiente, Fig. 27b) también juega un papel significativo, con una contribución del (20,1 %) y una importancia por permutación del (9,7 %), reflejando la inclinación del *H. yagouaroundi* por terrenos accidentados. Los (Caminos, Fig. 27c) tienen una contribución del (10,5 %) y una importancia por permutación del (10,6 %), lo que sugiere que la especie evita infraestructuras humanas que podrían ser perturbadoras. Por último, el (NDVI, Fig. 27d) aunque con una contribución menor, sigue siendo relevante al indicar la preferencia del *H. yagouaroundi* por hábitats con vegetación densa, esencial para su refugio y recursos alimenticios.

#### 4.1.8. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ESPECIES DE FELINOS

**Figura 28**

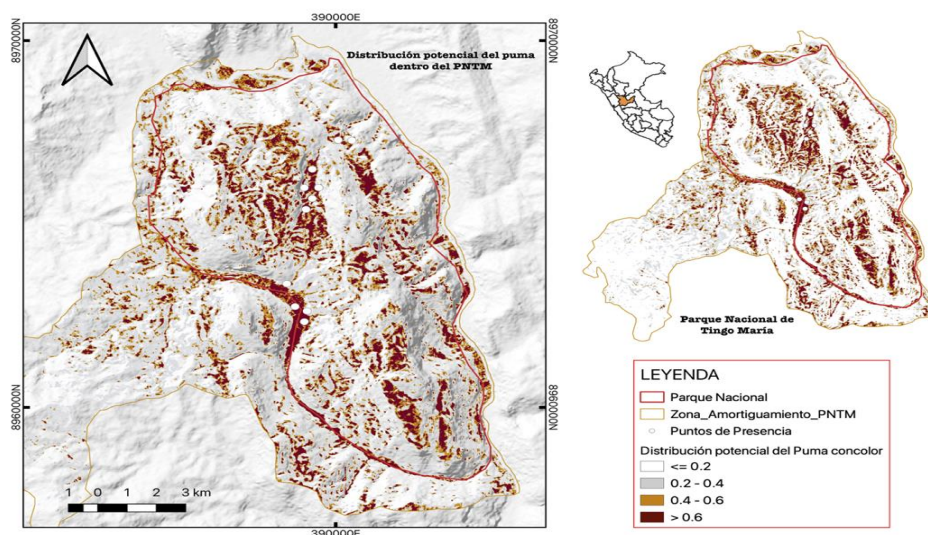
*Distribución potencial del L. tigrinus*



*Nota.* La Figura muestra la distribución potencial actual del *L. tigrinus*, dividida en cuatro categorías según la proporción: hábitat no potencial (<0.2), bajo (0.2-0.4), moderado (0.4-0.6) y alto (>0.6).

**Figura 29**

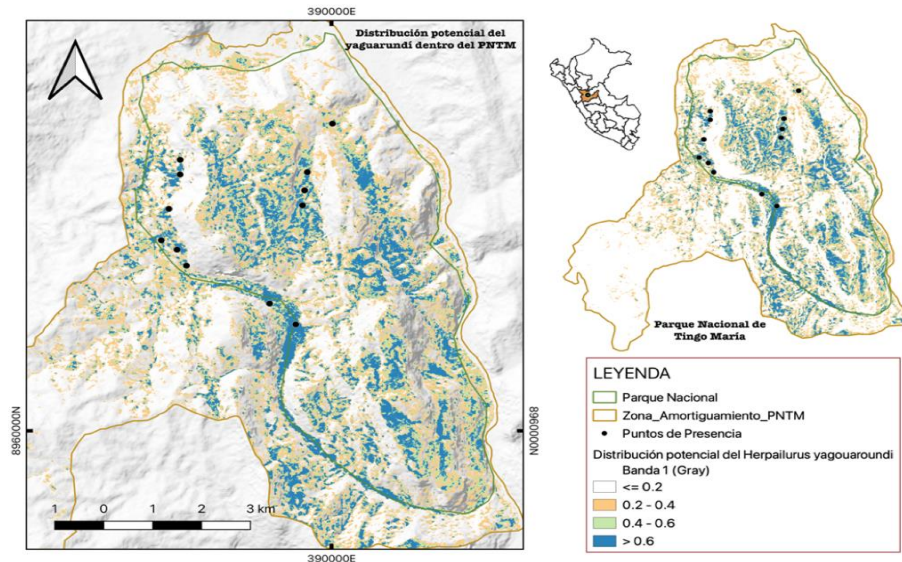
*Distribución potencial del P. concolor*



*Nota.* La Figura muestra la distribución potencial actual del *P. concolor*, dividida en cuatro categorías según la proporción: hábitat no potencial (<0.2), bajo (0.2-0.4), moderado (0.4-0.6) y alto (>0.6).

**Figura 30**

*Distribución potencial del H. yagouaroundi*

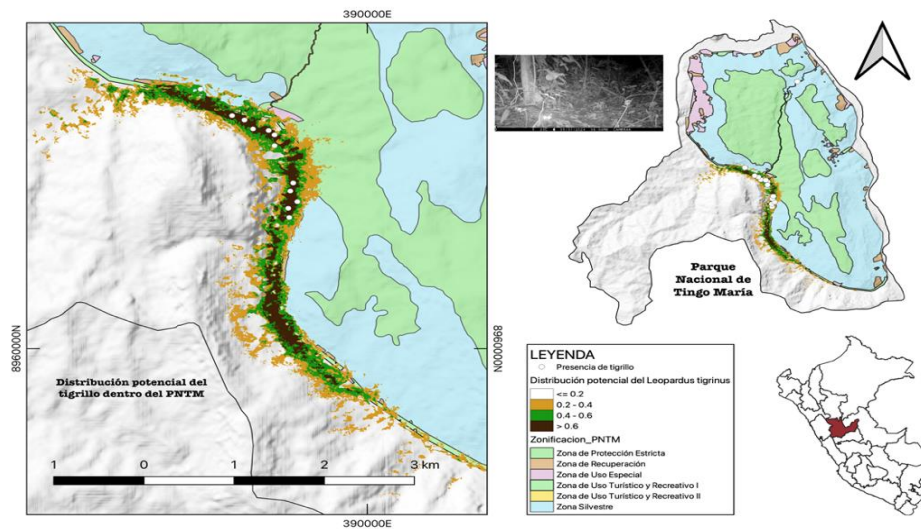


*Nota.* La Figura muestra la distribución potencial actual del *H. yagouaroundi* dividida en cuatro categorías según la proporción: hábitat no potencial (<0.2), bajo (0.2-0.4), moderado (0.4-0.6) y alto (>0.6).

#### 4.1.9. ZONIFICACIÓN DEL PNTM Y LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE FELINOS

**Figura 31**

*Superposición entre la zonificación del área de estudio y el modelo de distribución del L. tigrinus*

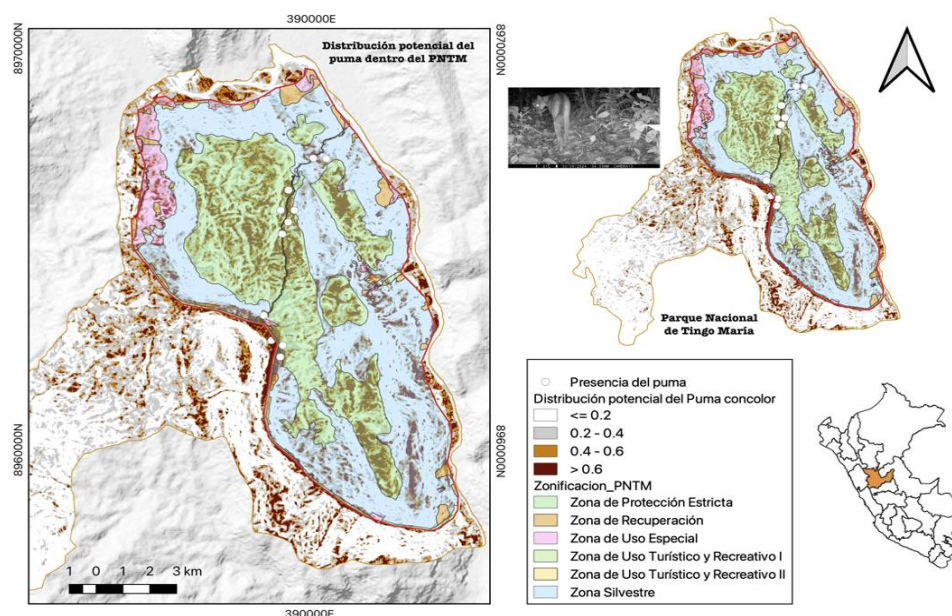




*Nota.* La Figura muestra la distribución potencial del *L. tigrinus* en relación con la zonificación del PNTM. La mayor parte de su área de distribución está localizada en la zona de amortiguamiento, con un (72,06 %). Además, se encuentra en la zona de uso turístico I con un (10,66 %); en la zona silvestre con un (9,4 %); en la zona de protección estricta con un (3,93 %); en la zona de recuperación con un (3,41 %); en la zona de uso especial con un (0,54 %) y en la zona de uso turístico II no se evidenció su distribución.

### Figura 32

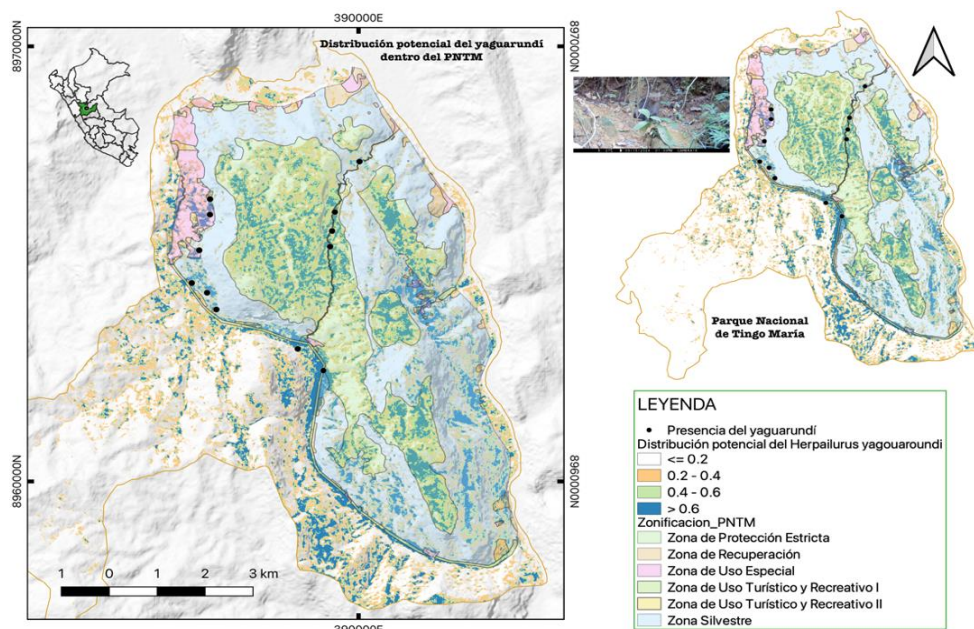
*Superposición entre la zonificación del área de estudio y el modelo de distribución del *P. concolor**



*Nota.* La Figura muestra la distribución potencial del *P. concolor* en relación con la zonificación del PNTM. La mayor parte de su área de distribución se localiza en la zona de amortiguamiento, que representa el (39.48 %). Además, se encuentra en la zona de protección estricta con un (30.45 %); en la zona silvestre con un (22.80 %); en la zona de uso especial con un (3,82 %); en la zona de recuperación con un (1.88 %); en la zona de uso turístico I con un (1.43 %) y en la zona de uso turístico II con un (0,14 %).

**Figura 33**

*Superposición entre la zonificación del área de estudio y el modelo de distribución del *H. yagouarundi**



*Nota.* La Figura muestra la distribución potencial del *H. yagouarundi* en relación con la zonificación del PNTM. La mayor parte de su área de distribución está localizada en la zona de protección estricta, que representa el (38.45 %). Además, se encuentra en la zona de amortiguamiento con un (28.60 %); en la zona silvestre con un (24.57 %); en la zona de uso especial con un (3,35 %); en la zona de uso turístico I con un (2.89 %); en la zona de recuperación con un (1.97 %) y en la zona de uso turístico II con un (0,17 %).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los SDM son herramientas efectivas para determinar la distribución potencial y realizar estudios de especies en peligro de extinción, así como también para analizar las variables que las afectan, debido a que están basadas en solo datos de presencia (Baldwin, 2009). Asimismo, la predicción de las distribuciones de felinos son cada vez más importantes, debido a que es relevante para la gestión de la biodiversidad, la conservación del ambiente y la evaluación de recursos (Liu et al., 2005). Un estudio similar, que fue realizado en el Centro-oeste de México evaluó los modelos de distribución de estos felinos compartiendo un enfoque similar al de este trabajo al utilizar modelos para estimar la distribución y la abundancia relativa de estas especies en áreas remotas y de difícil acceso. Ambos estudios tuvieron como objetivo generar información crucial para la conservación de felinos en territorios poco monitoreados o inaccesibles, siendo esencial para diseñar estrategias de protección en esas zonas (Charre- Medellín et al., 2023). En ese sentido, para llevar a cabo una predicción precisa son importantes los estudios con cámaras trampa y el uso de datos de alta resolución debido a que ayudan a la posibilidad de identificación individual de felinos, también brindan información y ubicación exacta en su distribución (Gruber et al., 2025).

Este estudio realizó el modelamiento de distribución potencial del *L. tigrinus* con 13 registros de presencias y solo se seleccionó 12 variables ambientales de las 32, para evitar la colinealidad debido a que dos o más variables predictoras están estrechamente relacionadas (Dormann et al., 2013). Obteniendo un AUC de 0.995, lo que indica una buena estimación en la distribución de dicha especie. Cuyckens & Perovic (2013), obtuvieron un valor similar con un AUC de 0.996 en la

distribución potencial de la misma especie en las Yungas, Argentina. Asimismo, en un estudio similar realizado en el Sur de Brasil. Araújo (2023), también empleó el mismo enfoque para identificar las variables ambientales más influyentes las cuales fueron el NDVI, Bio 19, Bio 7 y Bio 8 en esta especie, demostrando que este método es eficaz para optimizar la selección de variables y mejorar la precisión en la predicción de su distribución potencial. Por lo tanto, al modelar su distribución de dicha especie, se muestra que la mayor parte de su concentración está localizada en la zona de amortiguamiento con una extensión de 72.06%, mientras que una pequeña parte se localiza dentro del PNTM. Según Pasa (2021), esto se debe a la presencia de presas y la interacción con depredadores más grandes, que podrían influir en la distribución y ocupación del hábitat por parte de los tigrillos. Si hay suficiente alimento disponible, estos felinos pueden establecerse en ciertas áreas; sin embargo, si compiten con depredadores más grandes, su presencia podría verse limitada o desplazada. Además, el consumo habitual de aves silvestres y domésticas juega un papel importante, ya que esto podría hacer que los tigrillos se ubiquen en áreas de amortiguamiento, donde encuentran un suministro constante de alimento.

Del mismo modo, se realizó el modelamiento de distribución potencial del *P. concolor* con 11 registros de presencias y solo se seleccionó 9 variables ambientales de las 32 para evitar la colinealidad, la cual podría conducir a un bajo rendimiento del modelo y a interpretaciones erróneas (Medina-Amaya et al., 2021). Obteniendo un AUC de 0.935, lo que indica una buena estimación en la distribución de dicha especie. Estudios similares como el De la Torre & Torres (2014), quienes obtuvieron un valor similar con un AUC de 0.988 en la distribución potencial de la misma especie en el estado de Aguascalientes, México. Las variables más influyentes dentro del SDM de dicha especie fueron la pendiente, los centros poblados, las

carreteras, el NDVI y el NDWI. En un estudio similar realizado en el estado de São Paulo. Angelieri (2016), también empleó el mismo enfoque para identificar las variables ambientales más influyentes en esta especie, demostrando que la distribución del puma fue influenciada positivamente por el porcentaje de vegetación, la elevación y la pendiente. Respondiendo negativamente a la densidad de la carretera. En ese sentido, la mayor parte de su área de distribución se localiza en la zona de amortiguamiento con un 39.48 %, seguidamente se encuentra en la zona de protección estricta con un 30.45 %, al parecer que las variaciones en la dieta del puma son el resultado de la depredación oportunista por distintas especies, adaptando su comportamiento alimentario de acuerdo con la disponibilidad de especies presa tanto a nivel latitudinal como altitudinal. Además, en elevaciones altas los pumas tienden a depredar con mayor frecuencia especies de tamaño mediano y aparentemente solo depredan mamíferos grandes y otras especies pequeñas para complementar su dieta (Pacheco Jaimes et al., 2018).

Asimismo, se realizó el modelamiento de distribución potencial del *H. yagouaroundi* con 12 registros de presencias y solo se seleccionó 12 variables ambientales de las 32, debido a que al eliminar variables altamente correlacionadas no influye en el rendimiento del modelo MaxEnt. Sin embargo, cuando los modelos se aplican a nuevos entornos, pueden surgir cambios en la colinealidad de las variables, lo que sí puede afectar negativamente su desempeño (Feng et al., 2019). Obteniendo un AUC de 0.975, lo que indica una buena estimación en la distribución de dicha especie. Estudios similares como el de Coronado (2019), quien obtuvo un valor similar con un AUC de 0.912 en la distribución potencial de la misma especie en México. Las variables más influyentes dentro del SDM de dicha especie fueron el NDWI, la pendiente, los caminos y el NDVI, la cual indica que esta especie prefiere lugares accidentados. En un estudio similar realizado

por Harmsen (2024), quien también empleó el mismo enfoque para identificar las variables ambientales más influyentes las cuales fueron la pendiente, el NDVI y la rugosidad del terreno en esta especie, demostrando que los terrenos accidentados pueden ofrecer refugio frente a la competencia con otras especies y la depredación, como se ha observado en algunos carnívoros. Además, estos terrenos pueden proporcionar ventajas para acechar presas. En el caso del yaguarundí, se encontró que la rugosidad del terreno y la cobertura de vegetación fueron los factores más influyentes en su ocupación, con un impacto relevante. Por lo tanto, la mayor parte de su área de distribución está localizada en la zona de protección estricta con un 38.45 %, debido a que es posible que la relación entre la preferencia del yaguarundí por áreas de protección estricta y los factores ambientales que favorecen su ocupación. Dado que la rugosidad del terreno y la cobertura de vegetación fueron los factores más influyentes en su distribución, es posible que estas condiciones sean más comunes en áreas protegidas estrictas, donde hay menor alteración humana y mayor disponibilidad de refugios. Además, el hecho de que especies más grandes y amenazadas se beneficien de una protección estricta refuerza la idea de que el yaguarundí, al compartir ciertos hábitats con estos depredadores, podría encontrar mejores condiciones en estas áreas (Ferreira et al., 2020).

El desarrollo del presente estudio se vio condicionado por diversas limitaciones que afectaron tanto la recolección de datos como la precisión de los SDM. Una de las principales dificultades fue que los resultados obtenidos indicaron la falta de conocimiento e información sobre los SDM de los felinos dentro del PNTM. Investigaciones similares, como el de Carneiro (2016), quien señala que tuvo la misma dificultad y esto se debe a que la mayoría de estas especies fueron descritas recientemente, lo que implica que su distribución aún no está bien documentada. Esta falta de información impide que los modelos

puedan generar predicciones precisas y confiables sobre la posible presencia de estas especies en diferentes áreas. Asimismo, la carencia de experiencia en la instalación y mantenimiento de cámaras trampa representó un desafío significativo, un estudio por parte de Newey (2015), quien señaló tener similares complicaciones debido a que los botones eran pequeños y la pantalla era difícil de leer con poca luz o luz solar brillante. Otro aspecto relevante del estudio fue la seguridad de las cámaras trampa, que se vio afectada por factores tanto humanos como ambientales. Según estudios previos, como el de Meek (2019), quien menciona que el vandalismo y el robo de las cámaras trampa se han incrementado, lo que representa una preocupación creciente para estos estudios. Además, señaló que estos actos de vandalismo no solo ponen en riesgo los equipos, sino que también generan una carga financiera significativa, debido a que los costos asociados con la protección del equipo y las pérdidas derivadas de estos incidentes están desviando recursos valiosos que podrían haberse utilizado para otros aspectos del estudio. A pesar de estas limitaciones, esta investigación es fundamental para la conservación y preservación de la integridad ecológica del PNTM. Los resultados obtenidos tienen un impacto directo en la toma de decisiones y en el diseño de estrategias de conservación específicas para esta área. Además, esta investigación representa un avance importante en el uso de herramientas tecnológicas y metodológicas, como los SDM y las cámaras trampa, en un contexto que es novedoso para la región. El análisis de los SDM de felinos proporciona datos clave para la gestión y conservación de especies, y este conocimiento se convierte en una referencia valiosa para futuros esfuerzos de conservación en el PNTM (Guisan et al., 2013). Por ejemplo, los datos generados podrían usarse para reducir los conflictos entre los pobladores locales y la vida silvestre, uno de los problemas más comunes en el parque. Además, esta información podría facilitar la expansión de áreas protegidas y la

creación de un sistema de gestión más eficaz. La integración de los SDM, las técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), sensores remotos y las cámaras trampa constituye un enfoque prometedor para estudiar las relaciones entre las especies y sus requisitos ambientales. El uso combinado de estas herramientas no solo permite una mejor comprensión de la presencia de los felinos en el parque, sino que también optimiza la ubicación de las cámaras trampa, aumentando la probabilidad de detección y aprovechando al máximo los recursos disponibles para el monitoreo. Este enfoque innovador no solo mejora la efectividad de los estudios, sino que también fortalece la capacidad de gestión y conservación en el PNTM (Franklin, 2023).



## CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio resaltan la efectividad de los SDM de cada especie de felino y la precisión de las cámaras trampa para monitorear su presencia, demostrando que es posible aplicar estos modelos en áreas pequeñas. Las curvas generadas a partir de las variables ambientales se ajustaron adecuadamente al modelo, obteniendo un buen resultado para cada especie. La distribución observada coincide con características del área que favorecen el hábitat del *L. tigrinus*, del *P. concolor* y del *H. yagouaroundi*.

Las variables ambientales clave para la distribución del *L. tigrinus*, entre ellas están los caminos se destacan como la variable más influyente, otra variable importante es Bio 19, el NDWI, relacionado con la disponibilidad de agua, y el NDVI que refleja la preferencia de dicha especie por áreas con más vegetación, las carreteras reflejan la influencia de las infraestructuras humanas, debido a que el *L. tigrinus* tiende a evitar áreas perturbadas. La mayor parte de su distribución se encuentra en la zona de amortiguamiento, abarcando un 72,06%. También se localiza en la zona de uso turístico I con un 10,66%, en la zona silvestre con un 9,4%, en la zona de protección estricta con un 3,93%, en la zona de recuperación con un 3,41%, y en la zona de uso especial con un 0,54%. En la zona de uso turístico II no se observó su presencia. Por lo tanto, los resultados indican que la zonificación actual del PNTM puede no ser adecuada para salvaguardar todos los hábitats esenciales para el tigrillo.

Las variables ambientales más influyentes para el *P. concolor* incluyen la pendiente, que es la más relevante, destacando la preferencia de esta especie por terrenos accidentados. Los centros poblados sugieren que el *P. concolor* evite áreas con alta actividad humana. Las carreteras reflejan el impacto de los disturbios humanos en el hábitat adecuado para el *P. concolor*. Finalmente, tanto el NDVI como

el NDWI son variables clave para evaluar la disponibilidad de vegetación y agua, factores esenciales para el refugio y los recursos del *P. concolor*. La distribución potencial de *P. concolor* en relación con la zonificación del PNTM muestra que la mayor parte de su área de distribución se encuentra en la zona de amortiguamiento, que abarca el 39,48%. También se distribuye en la zona de protección estricta con un 30,45%, en la zona silvestre con un 22,80%, en la zona de uso especial con un 3,82%, en la zona de recuperación con un 1,88%, en la zona de uso turístico I con un 1,43% y en la zona de uso turístico II con un 0,14%. Por lo tanto, los resultados indican que la zonificación actual del PNTM puede no ser adecuada para salvaguardar todos los hábitats esenciales para el puma.

Las variables ambientales más influyentes para *H. yagouaroundi* incluyen el NDWI, que es la más importante destacando la preferencia de la especie por ambientes con abundante agua. La pendiente también es significativa, lo que refleja la inclinación del *H. yagouaroundi* hacia terrenos accidentados. Los caminos sugieren que la especie tiende a evitar las infraestructuras humanas, el NDVI es relevante al mostrar la preferencia de la especie por hábitats con vegetación densa, importante para su refugio y recursos alimenticios. La distribución potencial de *H. yagouaroundi* en relación con la zonificación del PNTM muestra que la mayor parte de su área de distribución se encuentra en la zona de protección estricta, que abarca el 38,45%. También se localiza en la zona de amortiguamiento con un 28,60%, en la zona silvestre con un 24,57%, en la zona de uso especial con un 3,35%, en la zona de uso turístico I con un 2,89%, en la zona de recuperación con un 1,97% y en la zona de uso turístico II con un 0,17%. Por lo tanto, los resultados indican que dicha especie prefiere zonas de protección estricta, debido a la menor alteración humana y la mayor disponibilidad de refugios en estas áreas las cuales favorecen su presencia. La influencia de la rugosidad del terreno y la cobertura vegetal en su distribución refuerza

la importancia de estos factores en la conservación de la especie. Además, al compartir hábitat con depredadores más grandes y amenazados, el *H. yagouaroundi* también podría beneficiarse de las medidas de protección implementadas en estos espacios, destacando la relevancia de mantener y fortalecer estas zonas para su preservación.

Finalmente, esta investigación aporta información fundamental para la protección de los felinos dentro del PNTM y resalta la eficacia de las medidas de manejo aplicadas en la zona. Los resultados reflejan un alto grado de conservación en el parque, favoreciendo tanto a la biodiversidad animal como vegetal. Para reforzar estos hallazgos, se sugiere ampliar el estudio de las poblaciones de felinos, determinando su estado de salud, la cantidad de individuos y su distribución por sexo a través de los registros evidenciados por las cámaras trampa. Además, investigaciones futuras sobre los hábitos de actividad relacionadas con otras especies del *L. tigrinus*, del *P. concolor* y del *H. yagouaroundi*, facilitarían una comprensión más profunda de su ecología y contribuirían al desarrollo de estrategias de conservación más eficientes.

## RECOMENDACIONES

Al concluir el presente estudio, se sugiere implementar las siguientes recomendaciones:

**Fortalecer la zonificación del PNTM:** los resultados sugieren que la actual zonificación del parque podría no ser completamente adecuada para proteger todos los hábitats esenciales de los felinos estudiados. Se recomienda evaluar y, si es necesario, ajustar las categorías de manejo, priorizando áreas clave para la conservación del *L. tigrinus*, *P. concolor* y *H. yagouaroundi*.

**Ampliar el monitoreo de felinos en el PNTM:** se sugiere continuar con el uso de cámaras trampa para recopilar datos a largo plazo. Asimismo, se recomienda complementar monitoreos en los análisis genéticos para determinar la estructura poblacional, la diversidad genética y el grado de conectividad entre sus poblaciones.

**Analizar la influencia de las infraestructuras antrópicas:** la presencia de carreteras y centros poblados afecta la distribución de los felinos en el PNTM. Es importante realizar estudios adicionales sobre los impactos de estas infraestructuras en los patrones de movimiento y supervivencia de las especies, con el fin de diseñar estrategias de mitigación, como la implementación de corredores ecológicos o pasos de fauna.

**Estudios ecológicos complementarios:** se recomienda realizar investigaciones sobre las presas de las especies como el *L. tigrinus*, *P. concolor* y *H. yagouaroundi*, para comprender mejor su ecología trófica y posibles interacciones con otros depredadores. Además, sería útil estudiar sus patrones de actividad y el uso del hábitat en distintas épocas del año.

**Integrar los SDM en la gestión del parque:** los SDM demostraron ser herramientas eficaces para predecir la presencia de felinos en áreas protegidas. Se recomienda que los gestores del PNTM incorporen estos modelos en la planificación de la conservación, utilizando datos actualizados y ajustando estrategias de manejo en función de los resultados obtenidos.

**Sensibilización y participación comunitaria:** para garantizar la conservación a largo plazo de estas especies, es fundamental involucrar a las comunidades locales en programas de educación ambiental. Se recomienda desarrollar campañas informativas sobre la importancia de los felinos en los ecosistemas y fomentar prácticas sostenibles que minimicen la fragmentación del hábitat y los conflictos entre humanos y fauna silvestre.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersom. (2024). *Scientists Identify Cryptic New Species of Tiger Cat | Sci.News.* <https://www.sci.news/biology/leopardus-pardinoides-12649.html>
- Angelier, C. C. S., Adams-Hosking, C., Ferraz, K. M. P. M. de B., Souza, M. P. de, & McAlpine, C. A. (2016). Using Species Distribution Models to Predict Potential Landscape Restoration Effects on Puma Conservation. *PLOS ONE*, 11(1), e0145232. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145232>
- Antonio. (2021, junio 23). *Bosques Tropicales: Cada día es más urgente su conservación.* Noticias ambientales. <https://es.mongabay.com/2021/06/bosques-tropicales-urgente-su-conservacion/>
- Aquino, R., Pezo, E., Arévalo, I., Aquino, R., Pezo, E., & Arévalo, I. (2022). Diversidad y amenazas de los mamíferos mayores en los bosques montanos de Huánuco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 29(3). <https://doi.org/10.15381/rpb.v29i3.22963>
- Ararat, K., Khwarahm, N., & Ahmed, S. (2023). Predicting the geographical distribution of the Persian leopard, *Panthera pardus tulliana*, a rare and endangered species. *Journal for Nature Conservation*, 76, 126505. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2023.126505>
- Araújo, L. D., Peters, F. B., Mazim, F. D., Favarini, M. O., L. C. Corrêa, L., & Tirelli, F. P. (2023). D. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 58(2), 334-343. <https://doi.org/10.1080/01650521.2021.1961472>
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species–climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11(9), 1504-1513. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x>
- Arosemena, L. E., Saucedo, E., & Camarena, F. (2022). REGISTRO DE YAGUARUNDI (*Herpailurus yagouarondi*) EN EL BOSQUE COMUNAL EL COLMÓN DE MACARACAS, LOS SANTOS, PANAMÁ. *Tecnociencia*, 24(2), Article 2.

- Auravant. (2024). *Índices de vegetación y su interpretación: NDVI, GNDVI, MSAVI2, NDRE y NDWI*. Auravant. <https://www.auravant.com/blog/agricultura-de-precision/indices-de-vegetacion-y-como-interpretarlos/>
- Baldwin, R. A. (2009). Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. *Entropy*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/e11040854>
- Burgos, V., & Salcedo, A. (2014, octubre 8). *Modelos digitales de elevación: Tendencias, correcciones hidrológicas y nuevas fuentes de información*.
- Caribe, C. E. para A. L. y el. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44785-recursos-naturales-medio-ambiente-sostenibilidad-70-anos-pensamiento-la-cepal>
- Carneiro, L. R. de A., Lima, A. P., Machado, R. B., & Magnusson, W. E. (2016). Limitations to the Use of Species-Distribution Models for Environmental-Impact Assessments in the Amazon. *PLoS ONE*, 11(1), e0146543. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146543>
- Cartaya, S., Anchundia, C., & Mantuano, R. (2016). DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA POTENCIAL DE LA ESPECIE *Cuniculus paca* EN EL OCCIDENTE DE ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2), 134-149.
- Castellanos. (2022). *Puma concolor*. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Puma%20concolor>
- Charre-Medellín, J. F., Ferrer-Ferrando, D., Monterrubio-Rico, T. C., Fernández-López, J., & Acevedo, P. (2023). Using species distribution modeling to generate relative abundance information in socio-politically unstable territories: Conservation of Felidae in the central-western region of Mexico. *Ecology and Evolution*, 13(9), e10534. <https://doi.org/10.1002/ece3.10534>

- CONABIO. (2022a). *¿Qué es la biodiversidad?* Biodiversidad Mexicana. [https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que\\_es](https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es)
- CONABIO. (2022b). *¿Qué son las especies?* Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/queson>
- Coronado-Quibrera, W. P., Olmos-Oropeza, G., Bender, L. C., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, L. A., Herrera-Haro, J. G., Coronado-Quibrera, W. P., Olmos-Oropeza, G., Bender, L. C., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, L. A., & Herrera-Haro, J. G. (2019). Adaptability of the threatened Jaguarundi (*Herpailurus Yagouaroundi* Schreber, 1777) to human-altered environments in San Luis Potosí, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 35. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502210>
- Cotrina Sánchez, A., Bandopadhyay, S., Rojas Briceño, N. B., Banerjee, P., Torres Guzmán, C., & Oliva, M. (2021). Peruvian Amazon disappearing: Transformation of protected areas during the last two decades (2001–2019) and potential future deforestation modelling using cloud computing and MaxEnt approach. *Journal for Nature Conservation*, 64, 126081. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126081>
- Cotrina Sánchez, A., Meza Mori, G., Bandopadhyay, S., Oviedo, C., Rojas Briceño, N. B., Oliva, M., García, L., & Torres Guzmán, C. (2022). The Challenge of Wildlife Conservation from Its Biogeographical Distribution Perspectives, with Implications for Integrated Management in Peru. *Biology and Life Sciences Forum*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/IECD2022-12436>
- Culver, M., Johnson, W., Pecon-Slattery, J., & O'Brien, S. (2000). Genomic ancestry of the American puma (*Puma concolor*). *Journal of Heredity*, 91(3), 186-197. <https://doi.org/10.1093/jhered/91.3.186>
- Cuyckens, G. A. E., & Perovic, P. G. (2013). *Distribución y conservación del Tirica (Leopardus tigrinus) en las Yungas, Argentina*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/15691>



- Daniel Cossios, E., & Ricra Zevallos, A. (2019). Diversidad y actividad horaria de mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 26(3), 325-332. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16776>
- De la Torre, J. A., & Torres Knoop, L. (2014). Distribución potencial del puma (puma concolor) en el estado de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 4(2), 45-56.
- Di Pace, M. J., Caride Bartrons, H., Alsina, M. G., Barsky, A., Calello, T., Crojethovich Martin, A. D., Fernández, L., Herrero, A. C., Isuani, F., Ruggiero, C. A., Suárez, F. M., & Zuberma, F. (2012). *Ecología urbana*. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Díaz, L. H. L., Galindo, D. A. G., & Páez, A. M. R. (2024). CÁMARAS TRAMPA, UNA VENTANA A LA VIDA SILVESTRE EN RESERVAS NATURALES. REVISIÓN DE LITERATURA Y TENDENCIAS. *Saperes universitas*, VII(1), 6-29.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J. R. G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P. E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D., & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27-46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>
- Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L., Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J., Peterson, A., & Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129-151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>
- Environment, U. N. (2020, mayo 21). *El estado de los bosques del mundo: Los bosques, la biodiversidad y las personas | UNEP - UN Environment*

- Programme. <https://www.unep.org/es/resources/el-estado-de-los-bosques-del-mundo-los-bosques-la-biodiversidad-y-las-personas>
- EOS DATA ANALYTICS. (2021, septiembre 29). *NDWI: Fórmula Del Índice E Interpretación De Valores*. <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndwi/>
- Espinosa. (2021). *Mamíferos libro Rojo*. <https://bioweb.bio/faunaweb/mamiferoslibrorojo/FichaEspecie/Panthera%20onca/%5BPoblaci%C3%B3n%20de%20la%20Costa%5D>
- Feng, X., Park, D. S., Liang, Y., Pandey, R., & Papeş, M. (2019). Collinearity in ecological niche modeling: Confusions and challenges. *Ecology and Evolution*, 9(18), 10365-10376. <https://doi.org/10.1002/ece3.5555>
- Ferreira, G. B., Collen, B., Newbold, T., Oliveira, M. J. R., Pinheiro, M. S., de Pinho, F. F., Rowcliffe, M., & Carbone, C. (2020). Strict protected areas are essential for the conservation of larger and threatened mammals in a priority region of the Brazilian Cerrado. *Biological Conservation*, 251, 108762. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108762>
- Franklin, J. (2023). Species distribution modelling supports the study of past, present and future biogeographies. *Journal of Biogeography*, 50(9), 1533-1545. <https://doi.org/10.1111/jbi.14617>
- Frazier, A. E., & Hemingway, B. L. (2021). A Technical Review of Planet Smallsat Data: Practical Considerations for Processing and Using PlanetScope Imagery. *Remote Sensing*, 13(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/rs13193930>
- Gamon, J. A., Field, C. B., Goulden, M. L., Griffin, K. L., Hartley, A. E., Joel, G., Penuelas, J., & Valentini, R. (1995). Relationships Between NDVI, Canopy Structure, and Photosynthesis in Three Californian Vegetation Types. *Ecological Applications*, 5(1), 28-41. <https://doi.org/10.2307/1942049>
- GBIF. (2023). *Panthera onca (Linnaeus, 1758)*. <https://www.gbif.org/es/species/5219426>
- González, E. M., Martínez-Lanfranco, J. A., Cravino, A., Bou, N., Montenegro, F., Coitiño, H., & Cancelo, C. (2021). EL YAGUARUNDÍ, *Herpailurus*

- yagouarondi (CARNIVORA: FELIDAE) EN URUGUAY: SITUACIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL. *Mastozoología Neotropical*, 28(1), 536.
- Gruber, Á., Cserkés, T., Kiss, C., & Lanszki, J. (2025). Vivir en el borde: Detecciones y patrón de actividad de gatos salvajes (*Felis silvestris*) y gatos domésticos (*Felis catus*) mediante cámaras trampa en áreas de baja densidad de población de gatos salvajes. *Applied Animal Behaviour Science*, 282, 106472. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106472>
- Guasca, J. E. T. (2023). *Modelo de Distribución Geográfica de la Especie Leopardus tigrinus (VU) Bajo Escenarios de Cambio Climático en Colombia*.
- Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J. B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P. R., Tulloch, A. I. T., Regan, T. J., Brotons, L., McDonald-Madden, E., Mantyka-Pringle, C., Martin, T. G., Rhodes, J. R., Maggini, R., Setterfield, S. A., Elith, J., Schwartz, M. W., Wintle, B. A., Broennimann, O., Austin, M., ... Buckley, Y. M. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters*, 16(12), 1424-1435. <https://doi.org/10.1111/ele.12189>
- Guth, P. L., Van Niekerk, A., Grohmann, C. H., Muller, J.-P., Hawker, L., Florinsky, I. V., Gesch, D., Reuter, H. I., Herrera-Cruz, V., Riazanoff, S., López-Vázquez, C., Carabajal, C. C., Albinet, C., & Strobl, P. (2021). Digital Elevation Models: Terminology and Definitions. *Remote Sensing*, 13(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/rs13183581>
- Harmsen, B. J., Williams, S., Abarca, M., Álvarez Calderón, F. S., Araya-Gamboa, D., Avila, H. D., Barrantes-Núñez, M., Bravata-de la Cruz, Y., Broadfield, J., Cabral-Araújo, V., Calderón, A. P., Castañeda, F., Corrales-Gutiérrez, D., do Couto-Peret Dias, B., Dantas Marinho, P. H., Devlin, A. L., Escobar-Anleu, B. I., Espinoza-Muñoz, D., Esser, H. J., ... Robinson, H. (2024). Estimating species distribution from camera trap by-catch data, using jaguarundi (*Herpailurus yagouarondi*) as an example. *Diversity and Distributions*, 30(10), e13831. <https://doi.org/10.1111/ddi.13831>

- Jiménez. (2008). *Clasificación del Tigrillo (Leopardus tigrinus)*.  
<https://www.damisela.com/zoo/mam/carnivora/felidae/tigrinus/taxa.htm>
- Júnior, P. D. M., & Nóbrega, C. C. (2018). Evaluating collinearity effects on species distribution models: An approach based on virtual species simulation. *PLOS ONE*, 13(9), e0202403.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202403>
- Liu, C., Berry, P. M., Dawson, T. P., & Pearson, R. G. (2005). Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, 28(3), 385-393. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.03957.x>
- Llerena Cayo, C. (2020). *¿Cuál es el resultado de las concesiones para la conservación?: Análisis de los monitoreos de mamíferos mayores en los años siguientes al establecimiento de la Concesión para Conservación Los Amigos (2005-2008 y 2015-2017), Madre de Dios*.  
<https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/8372>
- Lóriga, J. (2012). *Diversidad, distribución geográfica y áreas prioritarias para la conservación del género Elaphoglossum (Dryopteridaceae) en Cuba*.
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P., & Sánchez-Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: Revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19.  
<https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Maza & Villanueva. (2011). *Diseño de investigación aplicado a las ciencias del medio ambiente de Maza, Carmen Luz de la - Villanueva, Liliana ( Editoras): Excelente Encuadernación de tapa blanda (2011) 1ª Edición | Librería Monte Sarmiento*. <https://www.iberlibro.com/primer-edicion/Dise%C3%B1o-investigaci%C3%B3n-aplicado-ciencias-medio-ambiente/10620453415/bd>

- Medina-Amaya, M., Ruiz-Gómez, M. G., Gómez Díaz, J. A., Medina-Amaya, M., Ruiz-Gómez, M. G., & Gómez Díaz, J. A. (2021). Análisis de la distribución de *Cedrela salvadorensis* Standl. (Meliaceae) e implicaciones para su conservación. *Gayana. Botánica*, 78(2), 172-183. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432021000200172>
- Meek, P. D., Ballard, G. A., Sparkes, J., Robinson, M., Nesbitt, B., & Fleming, P. J. S. (2019). Camera trap theft and vandalism: Occurrence, cost, prevention and implications for wildlife research and management. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 5(2), 160-168. <https://doi.org/10.1002/rse2.96>
- Merow, C., Smith, M. J., & Silander Jr, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058-1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- Meza Mori, G., Barboza Castillo, E., Torres Guzmán, C., Cotrina Sánchez, D. A., Guzman Valqui, B. K., Oliva, M., Bandopadhyay, S., Salas López, R., & Rojas Briceño, N. B. (2020). Predictive Modelling of Current and Future Potential Distribution of the Spectacled Bear (*Tremarctos ornatus*) in Amazonas, Northeast Peru. *Animals*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ani10101816>
- Meza Mori, G., Rojas-Briceño, N. B., Cotrina Sánchez, A., Oliva-Cruz, M., Olivera Tarifeño, C. M., Hoyos Cerna, M. Y., Ramos Sandoval, J. D., & Torres Guzmán, C. (2022). Potential Current and Future Distribution of the Long-Whiskered Owlet (*Xenoglaux loweryi*) in Amazonas and San Martín, NW Peru. *Animals*, 12(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/ani12141794>
- Molina. (2021). *Mamíferos libro Rojo*. <https://bioweb.bio/faunaweb/mamiferoslibrorojo/FichaEspecie/Herpailurus%20yagouaroundi%20panamensis/%5BPoblaci%C3%B3n%20de%20la%20Costa%5D>

- Moller. (2020). *Yaguareté (Panthera onca)*.  
<https://www.ecoregistros.org/site/imagen.php?id=380749>
- Morales Mijahuanca, C. J., Machaca M, R., Quispe Peña, E., Cano Fuentes, V., Escobedo Enriquez, M. H., Corredor, F. A., & Machaca Machaca, V. (2017). Conducta del puma andino *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) en cautiverio bajo un programa de enriquecimiento ambiental en el parque zoológico «Taraccasa» (Apurímac, Perú). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(4), 1063-1070.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13869>
- Morales-Delgado, L. M., Farías-González, V., Téllez-Valdés, O., Morales-Delgado, L. M., Farías-González, V., & Téllez-Valdés, O. (2021). Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en las áreas naturales protegidas de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 92.  
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3322>
- Mori, G. M., Castillo, E. B., Guzmán, C. T., Cotrina Sánchez, D. A., Guzman Valqui, B. K., Oliva, M., Bandopadhyay, S., López, R. S., & Rojas Briceño, N. B. (2020). Predictive modelling of current and future potential distribution of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) in Amazonas, northeast Peru. *Animals*, 10(10), 1-21. Scopus.  
<https://doi.org/10.3390/ani10101816>
- @NatGeoES. (2024, abril 24). El tigrillo nebuloso acaba de ser descubierto por la ciencia, pero ya está amenazado. National Geographic.  
<https://www.nationalgeographic.es/animales/2024/04/tigrillo-nebuloso-felino-nuevo-esta-amenazado-sudamerica-centroamerica>
- Navarrete Macedo, C. E. (2019). *Distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nicho ecológico*.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/4038>
- Nazir, S., & Kaleem, M. (2021). Advances in image acquisition and processing technologies transforming animal ecological studies. *Ecological Informatics*, 61, 101212. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101212>

- Newey, S., Davidson, P., Nazir, S., Fairhurst, G., Verdicchio, F., Irvine, R. J., & van der Wal, R. (2015). Limitations of recreational camera traps for wildlife management and conservation research: A practitioner's perspective. *Ambio*, 44(4), 624-635. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0713-1>
- Nicté Vega. (2021). Densidad de puma (*Puma concolor*) y gato montés (*Lynx rufus*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México. <https://www.redalyc.org/journal/425/42571635068/html/>
- O'Connell, A., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses (p. 271). <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>
- Pacheco Jaimes, R., Cáceres-Martínez, C. H., Acevedo, A. A., Arias-Alzate, A., González-Maya, J. F., Pacheco Jaimes, R., Cáceres-Martínez, C. H., Acevedo, A. A., Arias-Alzate, A., & González-Maya, J. F. (2018). Food habits of puma (*Puma concolor*) in the Andean areas and the buffer zone of the Tamá National Natural Park, Colombia. *Therya*, 9(3), 201-208. <https://doi.org/10.12933/therya-18-589>
- Pacheco, V., & Noblecilla, M. (2019). Diversidad de mamíferos en el bosque montano de Carpish, Huánuco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 26(2), 217-226. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i2.16372>
- Palmeira, F., Crawshaw, P., Haddad, C., Ferraz, K., & Verdade, L. (2008). Cattle depredation by puma (*Puma concolor*) and jaguar (*Panthera onca*) in central-western Brazil. *Biological Conservation*, 141, 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.09.015>
- Pasa, J. B., Arrais, R. C., Massara, R. L., Pereira, G., & de Azevedo, F. C. C. (2021). Factors influencing the habitat use by ocelots in one of the last large Atlantic Forest remnants in southeastern Brazil. *Ecology and Evolution*, 11(9), 4631-4643. <https://doi.org/10.1002/ece3.7363>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3), 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

- Quispe Rojas, W. (2022). *Modelamiento de los efectos del cambio climático en la distribución potencial de seis especies del género polylepis en los Andes Peruanos*.
- Reddy, M. T., Begum, H., Sunil, N., Rao, P. S., Sivaraj, N., & Kumar, S. (2015). Predicting Potential Habitat Distribution of Sorrel (*Rumex vesicarius L.*) in India from Presence-Only Data Using Maximum Entropy Model. *Open Access Library Journal*, 2(6), Article 6. <https://doi.org/10.4236/oalib.1101590>
- Ribeiro-Souza, P., Haji, J., Oshima, J., Lima, F., Lima-Silva, B., Pires, J., Ribeiro, M., & Graipel, M. (2024). Under pressure: Suitable areas for neotropical cats within an under protected biodiversity hotspot. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 34, 101155. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101155>
- Salazar, M. A. (2024, abril 26). El planeta ahora tiene tres tigrillos: Describen nueva especie para Centro y Sudamérica. Noticias ambientales. <https://es.mongabay.com/2024/04/describen-nueva-especie-tigrillo-para-centro-sudamerica/>
- Sentinelhub. (2023). *PlanetScope*. <https://docs.sentinelhub.com/api/latest/data/planet/planet-scope/>
- SERFOR. (2022). Plan Nacional de Conservación del Jaguar (*Panthera onca*) en el Perú, período 2022—2031. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/4882745-plan-nacional-de-conservacion-del-jaguar-panthera-onca-en-el-peru-periodo-2022-2031>
- Vallejo. (2022). *Herpailurus yagouaroundi*. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Herpailurus%20yagouaroundi>
- Vázquez García, P., Zarzo-Arias, A., Vigón Álvarez, E., Alambiaga, I., & Monrós, J. S. (2024). Modelling the Distribution and Habitat Suitability of the European Wildcat (*Felis silvestris*) in North-Western Spain and Its



Conservation Implications. *Animals*, 14(18), Article 18.  
<https://doi.org/10.3390/ani14182708>

Veneros, J., García, L., Morales, E., Gómez, V., Torres, M., López-Morales, F., Veneros, J., García, L., Morales, E., Gómez, V., Torres, M., & López-Morales, F. (2020). Aplicación de sensores remotos para el análisis de cobertura vegetal y cuerpos de agua. *Idesia (Arica)*, 38(4), 99-107.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000400099>

Zhang, D., An, B., Chen, L., Sun, Z., Mao, R., Zhao, C., & Zhang, L. (2022). Camera Trapping Reveals Spatiotemporal Partitioning Patterns and Conservation Implications for Two Sympatric Pheasant Species in the Qilian Mountains, Northwestern China. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(13), 1657. <https://doi.org/10.3390/ani12131657>

Zuloaga-Obregón, J. L., & Gabriel-Campos, E. N. (2023). Cambio de uso de tierra y su impacto en la cobertura vegetal del Parque Nacional Tingo María entre los años 2006-2021. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 12.  
<https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202302.A009>

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Briceño Peñaloza, S. (2025). *Distribución potencial de felinos con el uso de cámaras trampa y teledetección en el Parque Nacional de Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

# ANEXOS

**ANEXO 1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables/Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
¿Cuál es la distribución potencial de las especies de felinos con el uso de cámaras trampa y teledetección dentro del PNTM?	Evaluar la distribución potencial de felinos con el uso de cámaras trampa y teledetección dentro del PNTM.	La distribución potencial de cada especie de felinos presenta características únicas, vinculadas a los hábitos específicos de cada una, y que está influenciada por las variables ambientales. Esta distribución puede ser analizada de manera confiable a través de las cámaras trampa, las imágenes satelitales de alta resolución y los índices espectrales, los cuales permitieron determinar una distribución espacial confiable de las especies estudiadas.	Variable independiente: Probabilidad de presencia de los felinos	Tipo: Es Observacional, Prospectivo, Longitudinal y Analítico. Enfoque: Cuantitativo Alcance: Explicativo Diseño: No experimental longitudinal Población: Todas las especies de felinos en el Parque Nacional de Tingo María. Muestra: Las especies de felinos detectados por las cámaras trampa halladas en los puntos donde se ubicaron las cámaras trampa.
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>			
¿Cómo analizar la distribución potencial de felinos dentro del PNTM con el uso de cámaras trampa?	Analizar la distribución potencial de felinos dentro del PNTM con el uso de cámaras trampa.		Variable dependiente: presencia registrada de los felinos, 19 variables bioclimáticas, cuatro variables vectoriales, cuatro bandas espectrales de una imagen de alta resolución, banda de índice de NDVI, banda de índice de vegetación NDWI, tres variables topográficas derivadas del modelo digital de elevación (DEM). Imágenes e índices espectrales desde enero a septiembre.	
¿Cómo identificar las variables más influyentes en la distribución de cada uno de los felinos evaluados?	Identificar las variables más influyentes en la distribución de cada uno de los felinos evaluados.			
¿Cómo mapear la distribución potencial de cada una de las especies de felinos que se encuentran dentro del PNTM?	Mapear la distribución potencial de cada una de las especies que se encuentran dentro del PNTM.		Representación de la distribución potencial de los felinos mediante mapas.	

**ANEXO 2**  
**IMÁGENES DEL LEOPARDUS TIGRINUS REGISTRADAS**  
**MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA DENTRO DEL**  
**PNTM**







**ANEXO 3**  
**IMÁGENES DEL PUMA CONCOLOR REGISTRADAS**  
**MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA DENTRO DEL**  
**PNTM**





**ANEXO 4**  
**IMÁGENES DEL HERPAILURUS YAGOUAROUNDI**  
**REGISTRADAS MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA**  
**DENTRO DEL PNTM**













**ANEXO 5**  
**IMÁGENES DEL PANTHERA ONCA REGISTRADAS**  
**MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA DENTRO DEL**  
**PNTM**



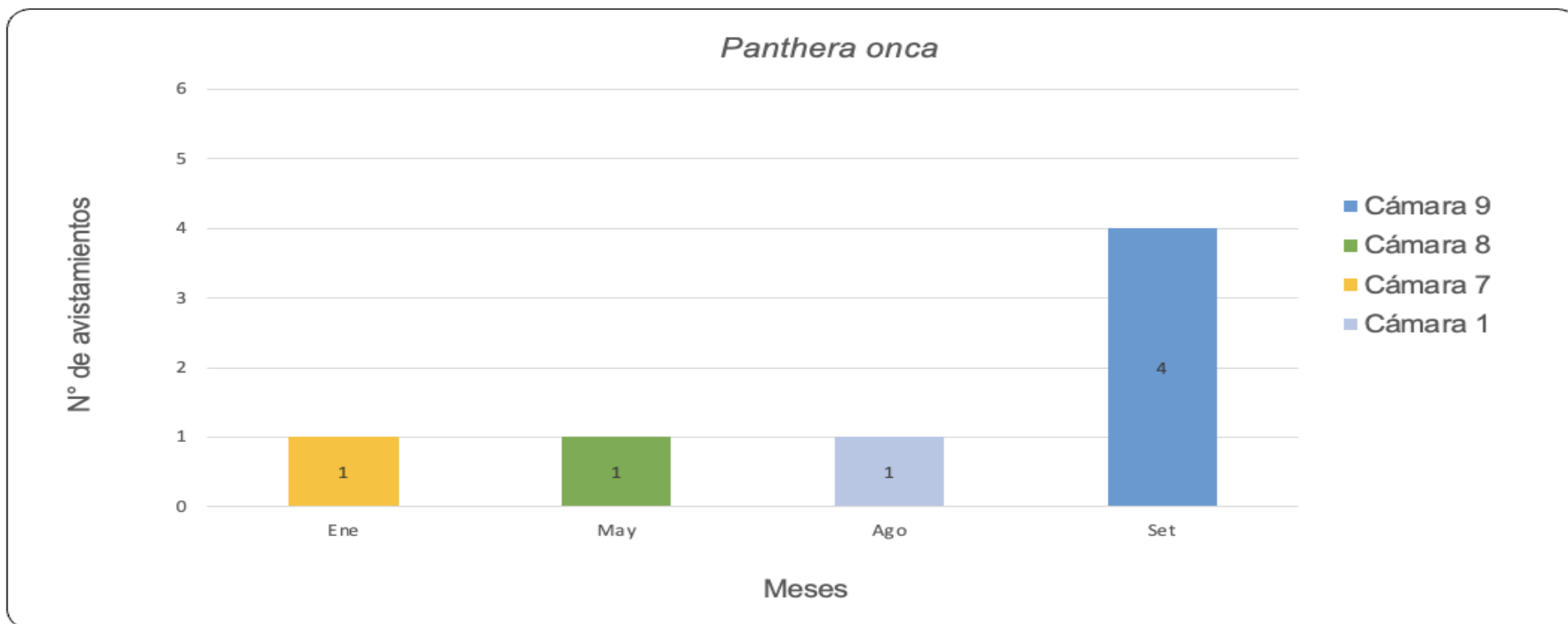




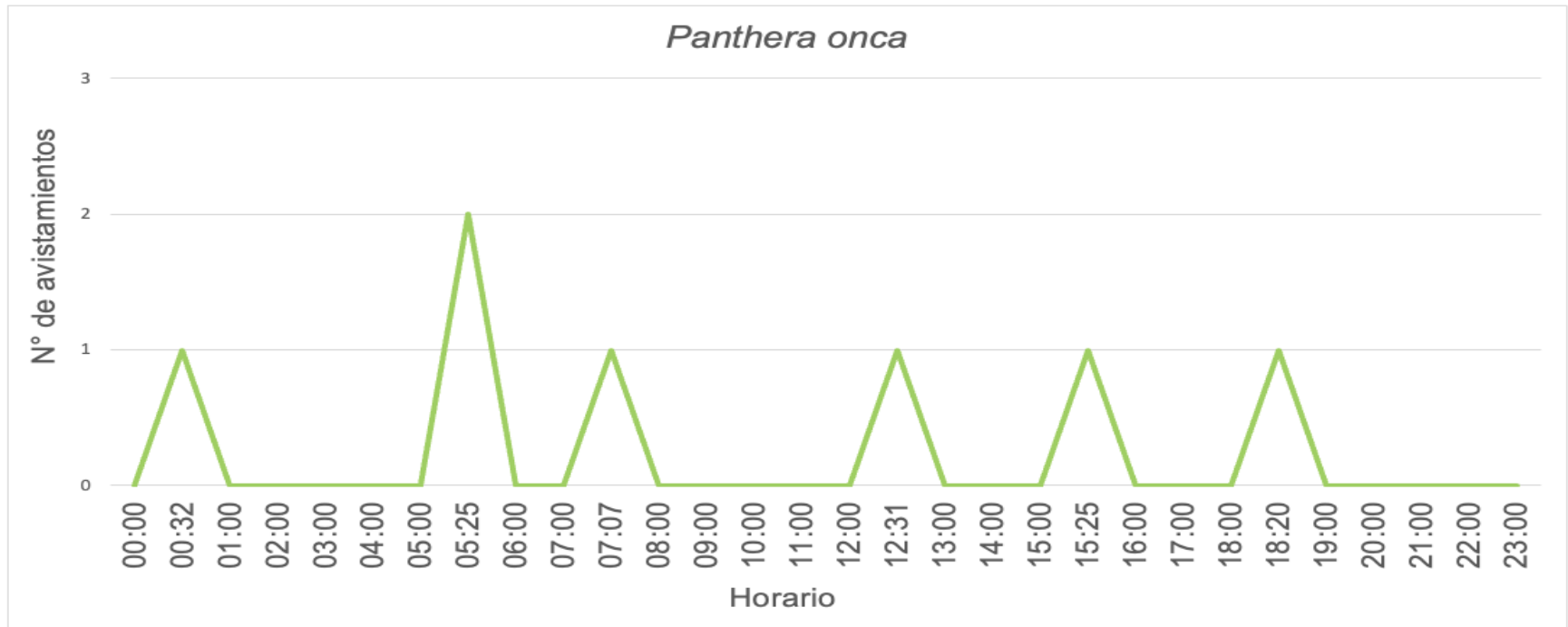




**ANEXO 6**  
**REGISTRO MENSUAL DE PRESENCIA DEL PANTHERA ONCA**

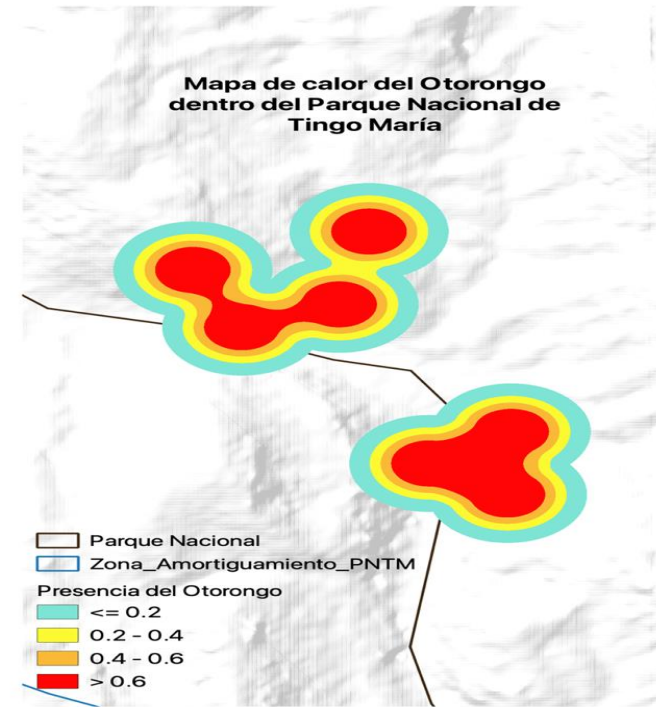
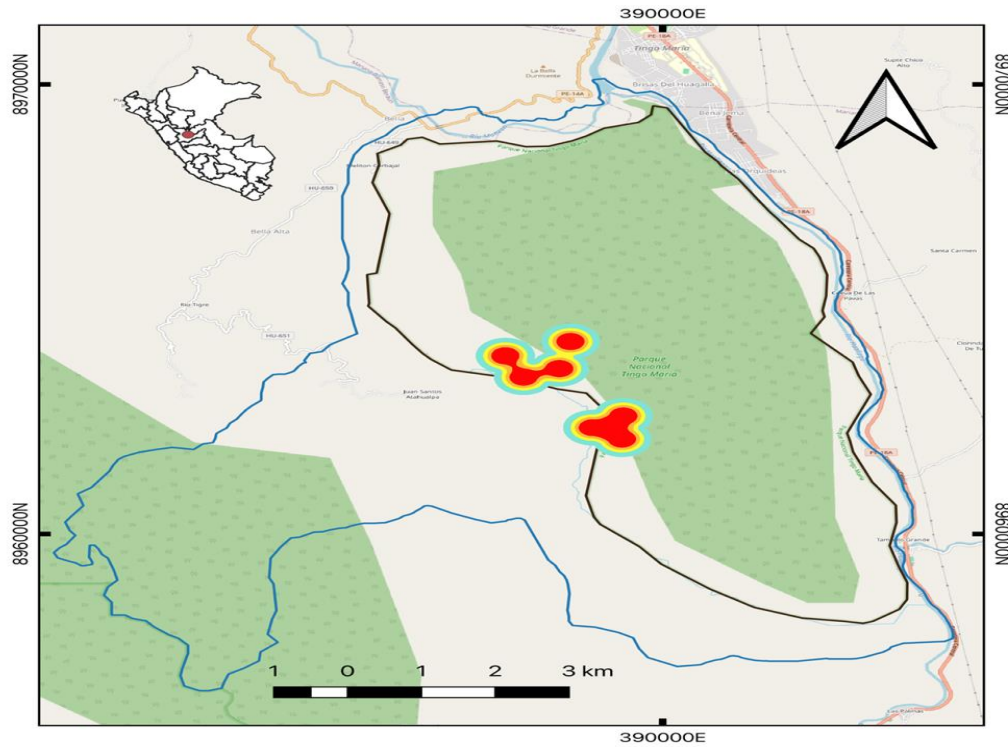


**ANEXO 7**  
**HORARIO DE ACTIVIDAD DEL PANTHERA ONCA**



## ANEXO 8

### MAPA DE CALOR DEL PANTHERA ONCA DENTRO DEL PNTM





## ANEXO 9

### REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO DE CAMPO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS



Instalando las cámaras trampa dentro del Parque Nacional de Tingo María.



Registrando las coordenadas de ubicación de cada una de las cámaras trampa.



Verificando si están correctamente instaladas y configuradas.







Extrayendo datos de las memorias de cada cámara trampa.