UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MODELADO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA SACHAVACA *(tapirus terrestris)* CON EL ALGORITMO MAXENT EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DEL DIVISOR, DEPARTAMENTO DE UCAYALI Y LORETO – 2021.

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

ROGGER ILIANOFF INCHAUSTEGUI FLORES

CARLA LIMAS CAGNA

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

Comisión de Grados y Títulos

Acta de sustentación de Tesis N°164

En el auditorio de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, siendo las 14:05 horas del día jueves 16 de Marzo del 2023, se reunieron los miembros del jurado evaluador, nombrados con **MEMORANDUM MÚLTIPLE N°003-2023-UNU-FCsFYA-CGT** conformado por los siguientes docentes:

Dr. Roly Baldoceda Astete	**Presidente**
Dr. Gabriel Mercado Jáuregui	**Miembro**
Ing. M.Sc Moisés Torres Velasco	**Miembro**

Para evaluar la sustentación de tesis: **"MODELADO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA SACHAVACA (TAPIRUS TERRESTRIS) CON EL ALGORITMO MAXENT EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DEL DIVISOR, DEPARTAMENTO DE UCAYALI Y LORETO - 2021"**, presentado por los Bachilleres en Ciencias Ambientales **ROGGER ILIANOFF INCHAUSTEGUI FLORES y CARLA LIMAS CAGNA**. Asesorados por el Dr. Fernando Velásquez de la Cruz.

Terminada la sustentación se procedió a realizar preguntas por parte de los miembros del jurado evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes. En consecuencia, la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD,** quedando los sustentantes APTOS para el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Siendo las 15:29 horas del mismo día se dio por finalizado el acto académico, firmadlos los miembros en señal de conformidad.

Dr. Roly Baldoceda Astete
Presidente

Dr. Gabriel Mercado Jauregui
Miembro

Ing. M.Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Roly Baldoceda Astete

Presidente

Dr. Gabriel Mercado Jáuregui

Miembro

Ing. M.Sc. Moisés Torres Velasco

Miembro

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz

Asesor

Bach. Rogger Ilianoff Inchaustegui Flores

Tesista

Bach. Carla Limas Cagna

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº **V/0105-2023**.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado: "**MODELADO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA SACHAVACA (Tapirus terrestris) CON EL ALGORITMO MAXENT EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DEL DIVISOR, DEPARTAMENTO DE UCAYALI Y LORETO - 2021**"

Autor(es)	:	**INCHAUSTEGUI FLORES, ROGGER ILIANOFF** **LIMAS CAGNA, CARLA**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. VELASQUEZ DE LA CRUZ, FERNANDO**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud 8%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 22/02/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Rogger Elianoff Inchaustegui Flores.
Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:
"Modelado de distribución potencial de la sachavaca (Tapirus terrestris) con el algoritmo MAXENT en el Parque Nacional Sierra de Divisor, departamento de Ucayali y Loreto - 2021."

Sustentada el año: 2023.
Con la asesoría de: Dr. Fernando Velásquez de la Cruz.
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.
Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempoy las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 03 / 2023.

Email: rinchausteguil0@gmail.com
Teléfono: 988406785

Firma:
DNI: 46790011

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Carla Limas Cagna.

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:
"Modelado de distribución potencial de la sachavaca (Tapirus terrestris) con el algoritmo MAXENT en el Parque Nacional Sierra del Divisor, departamento de Ucayali y Loreto - 2021."

Sustentada el año: 2023.

Con la asesoría de: Dr. Fernando Velásquez de la Cruz.

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.

Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [x] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempoy las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 03 / 2023

Email: limas.cagna@gmail.com
Teléfono: 976966379

Firma:
DNI: 70872122

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones y demostrarnos su amor infinito en cada etapa de nuestras vidas. Por brindarnos sabiduría y paciencia para seguir siempre adelante.

A nuestras Madres, quienes nos dieron la vida, educación, apoyo, consejos y sobre todo la paciencia que nos han tenido, no tenemos palabras para agradecerles su amor incondicional. Gracias infinitas por darnos la libertad de desenvolvernos como seres humanos y su inmenso sacrificio por darnos una excelente educación.

A nuestros seres queridos que están en el cielo, que por la pandemia no están físicamente, pero de seguro que estarán felices por este gran logro. Gracias por tu apoyo por estar en cada etapa de nuestras vidas y por darnos aliento para seguir adelante.

Rogger Ilianoff Inchaustegui Flores

Carla Limas Cagna

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Ucayali y a sus docentes, por darnos la base de los conocimientos que hoy tenemos, por sembrar la duda y las ansias de conocimiento y por permitirnos crecer como personas y profesionales.

De especial manera al Dr. Fernando Velázquez de la Cruz asesor de tesis y docente en nuestros días de estudiantes, por su tiempo, apoyo, guía, confianza y respaldo durante todo el proceso de la tesis.

Al Dr. Gabriel Mercado Jáuregui quien nos motiva constantemente a culminar la tesis y siempre preguntarnos como vamos, por apoyarnos e impulsarnos cuando más lo necesitamos.

Al Dr. Roly Baldoceda Astete quien, con su sapiencia en sistemas de información geográfica y temas de investigación, nos orientó para mejor la ejecución de la tesis y obtener mejores resultados.

A nuestras familias por el apoyo, a cada una de nuestras mamás, por siempre apoyarnos a seguir adelante, por su amor y paciencia infinita.

A nuestros hermanos, por su lealtad y amor y por compartir junto a nosotros grandes momentos. Aunque no parezca que los amamos.

A nuestros amigos, por siempre preguntarnos como vamos con la tesis y no perder su fe en que la íbamos a terminar, aquellos amigos que nos apoyaron en todo momento y nos dieron todas las facilidades para lograrlo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA vii
AGRADECIMIENTOS viii
ÍNDICE DE CONTENIDO ix
ÍNDICE DE FIGURAS xi
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE MAPAS xii
SIGLAS / ACRÓNIMOS xiii
RESUMEN xiv
ABSTRACT xv
INTRODUCCIÓN xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Planteamiento del Problema 1
1.2. Formulación del Problema 2
1.2.1. Problema General 2
1.2.2. Problemas Específicos 2
1.3. Objetivos de la Investigación 3
1.3.1. Objetivo General 3
1.3.2. Objetivos Específicos 3
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO 4
2.1. Antecedentes del Problema 4
2.1.1. Internacional 4
2.1.2. Nacional 5
2.2. Fundamento Teórico 6
2.2.1. Parque Nacional Sierra del Divisor 6
2.2.2. Sachavaca o Tapir Amazónico “Tapirus Terrestris” 11
2.2.3. Biogeografía 17
2.2.4. Modelado de Máxima Entropía 17
2.3. Definición de Términos Básicos 19
CAPÍTULO III. METODOLOGIA 22
3.1. Localización del Área de Estudio 22
3.1.1. Ubicación Geográfica 22
3.1.2. Caracterización del Área de Estudio 23

3.2. Método de Investigación 32
3.3. Población y Muestra.....32
3.3.1. Población 32
3.3.2. Muestra 32
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 33
3.5. Procedimiento de Recolección de Datos.....33
3.6. Tratamiento de Datos.....35
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....40
4.1. Datos de Presencia.....41
4.2. Curva Receiver Operating Characteristics - ROC.....43
4.3. Análisis de Contribución de Variables 44
4.4. Análisis de Curvas de Respuesta.....46
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES 64
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES 65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 67
ANEXOS.....72

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Distribucion de la Especie *Tapirus terrestris* según GBIF 13
Figura 2: Estado de Conservacion *Tapirus terrestris* UICN 15
Figura 3: Ubicación del Parque Nacional Sierra del Divisor 22
Figura 4: Esquema de Modelamiento por Maxima Entropia 39
Figura 5: Curva Operacional ROC 43
Figura 6: Analisis Jackknife de las Variables de modelado 45
Figura 7: Rangos de Precipitacion Anual y Datos de Presencia (BIO 12)..... 47
Figura 8: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 12 (grupo B) 48
Figura 9: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 12 (grupo A) 48
Figura 10: Rangos de Precipitacion del mes mas seco y Datos de Presencia (BIO 14)..... 49
Figura 11: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 14 (grupo B) 50
Figura 12: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 14 (grupo A) 50
Figura 13: Rango de Precipitacion del trimestre mas calido y Datos de Presencia (BIO 18)..... 51
Figura 14: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 18 (grupo B) 52
Figura 15: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 18 (grupo A) 52
Figura 16: Rangos de Estacionalidad de Temperatura y Datos de Presencia (BIO 04)..... 53
Figura 17: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 04 (grupo B) 54
Figura 18: Curva de Respuesta Variable Bioclimatica BIO 04 (grupo A) 54
Figura 19: Rango Altitudinal y Datos de Presencia (Variable Topografica)..... 55
Figura 20: Curva de Respuesta Variable Altitud (grupo B) 56
Figura 21: Curva de Respuesta Variable Altitud (grupo A) 56
Figura 22: Tipo de Cobertura y Datos de Presencia (Variable Espacial) 58
Figura 23: Curva de Respuesta Variable Tipo de Cobertura (grupo B) 59
Figura 24: Tipo de Vegetacion y Datos de Presencia (Variable Espacial) 61
Figura 25: Curva de Respuesta Variable Tipo de Vegetacion (grupo B) 62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Zonificacion interna del Parque Nacional Sierra del Divisor..... 9
Tabla 2: Perfil Ecologico de la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)* 14
Tabla 3: Lista de Coordenada UTM del Parque Nacional Sierra del Divisor.... 23
Tabla 4: Tipo de Vegetacion predominante en el Parque Nacional Sierra del Divisor 26
Tabla 5: Categorias Territoriales en el Parque Nacional Sierra del Divisor..... 30
Tabla 6: Centros Poblados en el Parque Nacional Sierra del Divisor 30
Tabla 7: Fuente de Datos de Presencia *(Tapirus Terrestris)* en el Ambito de Estudio 41
Tabla 8: Datos de Presencia por Zonificacion del Parque Nacional Sierra del Divisor 41
Tabla 9: Tabla de Contribucion de Variables de modelado 44
Tabla 10: Código de Valores de Tipo de Cobertura 57
Tabla 11: Distribucion de Presencia en cursos de agua..... 60
Tabla 12: Código de Valores de Tipo de Vegetacion 62

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Mapa de Ubicación del Parque Nacional Sierra del Divisor..... 7
Mapa 2: Mapa de Zonificacion del del Parque Nacional Sierra del Divisor..... 10
Mapa 3: Mapa de Accesibilidad del Parque Nacional Sierra del Divisor..... 24
Mapa 4: Mapa Hidrografico del Parque Nacional Sierra del Divisor 25
Mapa 5: Mapa de Cobertura Vegetal del Parque Nacional Sierra del Divisor. 27
Mapa 6: Mapa de Zonas Climaticas del Parque Nacional Sierra del Divisor .. 29
Mapa 7: Mapa de Categorias Territoriales colindantes al PN Sierra del Divisor 31
Mapa 8: Mapa de Distribucion Potencial de la Sachavaca en el PNSD..... 40
Mapa 9: Mapa de Ubicación de los Datos de Presencia 42
Mapa 10: Mapa de Datos de Presencia con Cursos de Agua 60

SIGLAS / ACRÓNIMOS

ANP	Área Natural Protegida
PN	Parque Nacional
ZA	Zona de Amortiguamiento
PNSD	Parque Nacional Sierra del Divisor
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
MINAM	Ministerio del Ambiente
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
PNCB	Programa Nacional de Conservación de Bosque
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
GBIF	Global Biodiversity Information Facility / Servicio de Información sobre Biodiversidad Mundial
CCPP	Centros Poblados
CCNN	Comunidades Nativas
MAXENT	Máxima Entropía
SIG	Sistemas de Información Geográfica
NDVI	Índice Diferencial de Vegetación

RESUMEN

El trabajo de investigación Modelado de distribución potencial de la sachavaca (*Tapirus terrestris*) con el algoritmo MAXENT, se realizó en el Parque Nacional Sierra del Divisor, distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali. Este proyecto de investigación se hizo con el objetivo de determinar mediante modelamiento con el algoritmo de MAXENT la distribución potencial de la Sachavaca o Tapir Amazónico (*Tapirus Terrestris*) dentro del Parque nacional Sierra del Divisor en el Departamento de Ucayali. Teniendo como **Variable Independiente (X)** la Distribución de la Sachavaca o Tapir Amazónico *(Tapirus Terrestris)* y como **Variable Dependiente (Y) el** Algoritmo MAXENT. Para ello, se realizó la recolección de datos existentes (registros de avistamientos de especies, información bioclimática, otros) para el análisis climatológico, análisis topográfico, análisis espectral y espacial en el ámbito. Finalmente, se utilizó el algoritmo MAXENT con la finalidad de determinar las condiciones donde existen mayores probabilidades de presencia de sachavaca. Se comprobó que es posible determinar la distribución de la sachavaca mediante modelado de condiciones abióticas, registros de la especie y el algoritmo MAXENT. 7. Del resultado obtenido con Maxent, es posible realizar propuestas de transectos para monitoreo de la Sachavaca o Tapir Amazónico (Tapirus Terrestris) en zonas de uso especial y de recuperación del Parque Nacional Sierra del Divisor en el Departamento de Ucayali, ya que de acuerdo a la información se observa mayor probabilidad de presenciar esta especie.

Palabras claves: MAXENT, algoritmo modelado, análisis topográfico, análisis espectral y espacial, Sachavaca, biogeografía, Tapirus Terrestris

ABSTRACT

The research work Modeling the potential distribution of the sachavaca (Tapirus terrestris) with the MAXENT algorithm was carried out in the Sierra del Divisor National Park, district of Calleria, province of Coronel Portillo in the department of Ucayali. This research project was carried out with the objective of determining through modeling with the MAXENT algorithm the potential distribution of the Sachavaca or Amazonian Tapir (Tapirus Terrestris) within the Sierra del Divisor National Park in the Department of Ucayali. Having as Independent Variable (X) the Distribution of the Sachavaca or Amazonian Tapir (Tapirus Terrestris) and as Dependent Variable (Y) the MAXENT Algorithm. For this purpose, existing data (records of species sightings, bioclimatic information, etc.) were collected for climatological analysis, topographic analysis, spectral and spatial analysis in the area. Finally, the MAXENT algorithm was used to determine the conditions where sachavaca are most likely to be present. It was found that it is possible to determine the distribution of sachavaca by modeling abiotic conditions, records of the species and the MAXENT algorithm. 7. From the results obtained with Maxent, it is possible to make proposals of transects for monitoring the Sachavaca or Amazonian Tapir (Tapirus Terrestris) in special use and recovery areas of the Sierra del Divisor National Park in the Department of Ucayali, since according to the information, there is a greater probability of seeing this species.

Key words: MAXENT, modeling algorithm, topographic analysis, spectral and spatial analysis, Sachavaca, biogeography, Tapirus Terrestris.

INTRODUCCIÓN

La sachavaca *(Tapirus Terrestris)* suele ser conocida como arquitecto del bosque (Cardona, 2019). Se alimenta de plantas y frutas y son importantes dispersores de semillas pues defecan mientras caminan. La semilla abonada por sus excrementos germina y esto permite que árboles y plantas crezcan en diferentes lugares, asimismo, su carne posee gran valor económico, por lo que viene siendo cazado indiscriminadamente disminuyendo de esta forma su población (Chávez, 2014), clasificándose como una especie vulnerable (V) según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN.

El Parque Nacional Sierra del Divisor, tiene como elemento ambiental y especie priorizada a la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)* como principal dispersor e indicador del estado de conservación de los ecosistemas del Área Natural Protegida. Asimismo, en el ANP se aprobó el Protocolo de monitoreo de abundancia relativa para la Sachavaca, en marco a la planificación de acciones de monitoreo de la diversidad biológica de elemento ambientales y servicios ecosistémicos, sin embargo, a nivel nacional y regional no se cuenta con mayor información respecto a la distribución potencial de dicha especie, que permita el óptimo monitoreo, vigilancia del estado poblacional de la especie mediante la instalación de transectos y/o cámaras – Trampas.

Teniendo en consideración la poca información disponible para la planificación de acciones de monitoreo y la importancia de la sachavaca dentro de los ecosistemas del Área Natural Protegida, se plantea con esta investigación analizar estadísticamente diversas variables territoriales, espaciales y espectrales, juntamente con información de ocurrencia o presencia de la sachavaca, que nos permita entender la distribución potencial de dicha especie, con la finalidad de identificar o elaborar mecanismos de protección mediante la maximización de la detección en puntos de mayor vulnerabilidad.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El tapir *(Tapirus Terrestris)* cumple un rol importante para la distribución y dispersión de especies que faciliten la recuperación de áreas intervenidas por actividades antrópicas, haciendo un rol de indicador de áreas recuperadas, en caso del Parque Nacional Sierra del Divisor, a pesar de ser intangible, presentan áreas afectadas por actividades antrópicas las que principalmente se ubican en zonas de uso especial del mismo.

El Parque Nacional Sierra del Divisor, ha implementado un programa de monitoreo para especies de fauna como indicadores de recuperación de áreas degradadas por actividades antrópicas, en función a ello definieron transectos de monitoreo de Tapirus Terrestris en tres sectores del Parque Nacional Sierra del Divisor ubicados en la zona sur del mismo debido a sus características sociales, es decir dichos puntos de monitoreo presentan presión antrópica (cercanía a zonas de asentamiento poblacional y/o actividades antrópicas, productivas y de extracción), sin embargo, existen otros puntos donde se identifica mayor afectación.

Al considerarse la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)* como un indicador de recuperación de áreas degradadas, la disminución poblacional de la especie en estas áreas es motivo de preocupación por su aporte e importancia ecológica. Se ha identifica que la disminución poblacional de la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)*, se debe a: la baja tasa reproductiva (se reproduce cada dos años) y el aumento de amenazas a su hábitat natural (pérdida y deterioro del hábitat natural) como resultado de la cacería indiscriminada, la agricultura, la presencia de ganado y otros animales domésticos, además de las obras de infraestructura.

Teniendo en consideración la poca información disponible de la distribución de la sachavaca *(Tapirus Terrestris)* para la planificación de acciones de monitoreo y la importancia de su conservación se plantea con

esta investigación analizar estadísticamente diversas variables territoriales, espaciales y espectrales, juntamente con información de ocurrencia o presencia de la sachavaca *(Tapirus Terrestris)*, que nos permita entender la distribución de dicha especie, para eso se contó con la aplicación de uno de los programas más empleados para la modelización de distribución potencial de especies dentro del mundo de los Sistemas de Información Geográfica – SIG como MAXENT, con el que obtendremos un conjunto de gráficas, tablas y mapas que nos advierten de la distribución potencial de la especie y las variables que tienen mayor influencia en su distribución, el cual servirá de herramienta para la planificación de actividades enfocadas en la conservación e implementación de más transectos de monitoreo los cuales brinden mecanismos de protección, en puntos de mayor vulnerabilidad para el Tapirus Terrestris.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Es posible identificar la distribución potencial de la Sachavaca o Tapir Amazónico *(Tapirus Terrestris)* con un algoritmo de máxima entropía MAXENT dentro del territorio del Parque Nacional Sierra del Divisor del departamento de Ucayali y Loreto?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Qué variables influyen en la precisión del modelado de distribución potencial de la Sachavaca o Tapir Amazónico *(Tapirus Terrestris)* dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor del departamento de Ucayali y Loreto?

- ¿De qué manera las variables territoriales y espectrales se comportan frente a los datos de datos de presencia inicial de la Sachavaca o Tapir Amazónico (*Tapirus Terrestris)*?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

- Determinar mediante modelamiento con el algoritmo de MAXENT la distribución potencial de la Sachavaca o Tapir Amazónico *(Tapirus Terrestris)* dentro del Parque nacional Sierra del Divisor en el departamento de Ucayali y Loreto.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las variables influyen en la precisión del modelado de distribución potencial de la Sachavaca o Tapir Amazónico *(Tapirus Terrestris)* dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor en el departamento de Ucayali y Loreto.

- Analizar en función a los valores obtenidos de las variables territoriales y espectrales en función a la distribución inicial de la Sachavaca o Tapir Amazónico *(Tapirus Terrestris)* dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor en el departamento de Ucayali y Loreto.

CAPÍTULO II
MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del Problema

2.1.1. Internacional

Iza, I. (2017). En su estudio de “Determinación de áreas de influencia de especies vulnerables registradas en las cámaras trampas ubicadas en la estación científica Yasuni (Parque Nacional de Yasuni, Ecuador) determina que, a través de modelos geoestadísticos y de máxima entropía”, se puede medir los cambios generados en un radio de hasta 9 km en el área de vida del Tapir, así como, medir el efecto en su supervivencia y, en consecuencia, en la densidad de la especie en el sitio. Asimismo, concluye que los resultados de modelado con máxima entropía deben considerarse como información de soporte para el desarrollo de acciones para su conservación como línea base y explica que los resultados obtenidos son escenarios plausibles que necesitan ser investigados.

Machado C. (2020), En su estudio de Zonas adecuadas para el Anta Brasileño (Tapirus Terrestris, Linnaeus 1758) en Mata – Atlántica: describe que los Factores Integrantes en diferentes escalas espaciales, desarrollada en la Amazonía brasileña, descubrió que estos mamíferos, que se alimentan de frutos, pasan mucho más tiempo en los bosques quemados que en los que están relativamente intactos. Como consecuencia, los tapires dejan más semillas en sus deposiciones en estos paisajes “degradados”. Asimismo, indica que los tapires defecaban más y distribuían tres veces más semillas en los lugares quemados que en los bosques intactos.

Martínez, et al., (2016) En su estudio de Modelado de nicho ecológico de las especies del género Abies (Pinaceae) en México, concluye que a través del algoritmo de máxima entropía (MAXENT) y utilizando variables bioclimáticas y topográficas provenientes de Worldclim, de Hydro1k y datos depurados de presencia de diversas

fuentes (CONABIO, GBIF, MEXU) determino el nicho ecológico de la especie Abies Concolor.

2.1.2. Nacional

Cardona, A. (2019), En su artículo de revista sobre el Tapir como Arquitecto de los Bosques Latinoamericanos, concluye que “Los tapires están entre las especies de caza preferidas para la subsistencia y la caza comercial en todo el Amazonas”. Estimaciones de la cosecha de tapires en el Estado de Loreto en la Selva Amazónica Peruana varía entre 15.447 a 17.886 individuos por año. Dado su estilo de vida individualista, baja tasa reproductiva, largo tiempo de gestación, y baja densidad poblacional el tapir brasileño raramente llega a tener una alta abundancia local, lo que los hace altamente susceptibles a la sobre explotación, y las poblaciones muestran grandes menguas cuando son cosechadas. Existen datos de individuos que se mueven hasta 10,3 km en línea recta y estimaciones de rangos hogareños mucho mayor de hasta 16,4 km2 (Herrera, et al. 1999). Los tapires son excelentes corredores, escaladores y nadadores (Hershkovitz, 1954).

Valdillo, (2017). Tiene como objetivo visualizar y dar cuenta de la distribución potencial actual y futura de veinte especies de aves de la vertiente del Pacífico del Perú. Asimismo, pretende visualizar los potenciales efectos del cambio climático al año 2050 sobre los centros de diversidad para tal comunidad de aves en estudio a modo de contribución para la elaboración de planes de conservación de la biodiversidad en el marco de iniciativas de desarrollo del ecoturismo en la vertiente del Pacífico del Perú. En tal sentido, haciendo uso del método de modelamiento espacial de especies (MDE) a través del software Maxent, y en base a registros de aves y variables bioclimáticas del área de estudio es posible localizar la distribución potencial actual de la avifauna objetivo, y los centros de diversidad de la avifauna objetivo. Los resultados mostraron, en primer lugar, centros de diversidad a través de la superposición de los resultados del modelamiento espacial, tanto para la distribución presente y la distribución potencial futura para cada especie.

En segundo lugar, se observó el grado de influencia del cambio climático sobre la distribución potencial futura de la avifauna. En tercer lugar, se determinaron las áreas con potencial para el avistamiento de aves, y más específicamente, si los centros de diversidad estarían afectados a futuro por el efecto del cambio climático.

Arias, (2016). Huancayo. Tiene como objetivo generar un modelo del nicho actual y realizado de Prumnopitys harmsiana (diablo fuerte), Retrophyllum rospigliosii (ulcumano) y Juglans neotropica (nogal), con distribución en la ecorregión yunga del Perú, por lo que aplico. Inicialmente se recolecto los datos geográficos de los especímenes encontrados de las especies estudiadas de los principales herbarios del país, donde se obtuvo los puntos de presencia real, coordenadas, localidades de colecta, con estos datos obtenidos y con el fin de validar los registros encontrados en los herbarios, se georreferenciaron las distintas localidades, estos dos datos se procesaron por medio del programa Maxent , con lo que se estimó el modelo de distribución probable para cada especie, procediéndose a analizar los datos y construir los mapas, con aplicación de las herramientas de sistemas de información geográfica, estos mapas cartográficos fueron verificados, para lo cual se escogió al azar las zonas probables de presencia de las especie, los resultados obtenidos para el nicho actual son: una distribución de 1800 a 2900 msnm para Prumnopitys harmsiana, de 1500 a 2500 msnm para Retrophyllum rospigliosii, y de 1500 a 2500 msnm para Juglans neotropica. Obteniendo una probabilidad de distribución potencial de 75 -100 % de 2366.43 km2 para Prumnopitys harmsiana, 5329.14 km2 para Retrophyllum rospigliosii, y 3314.68 km2 para Juglans neotropica.

2.2. Fundamento Teórico

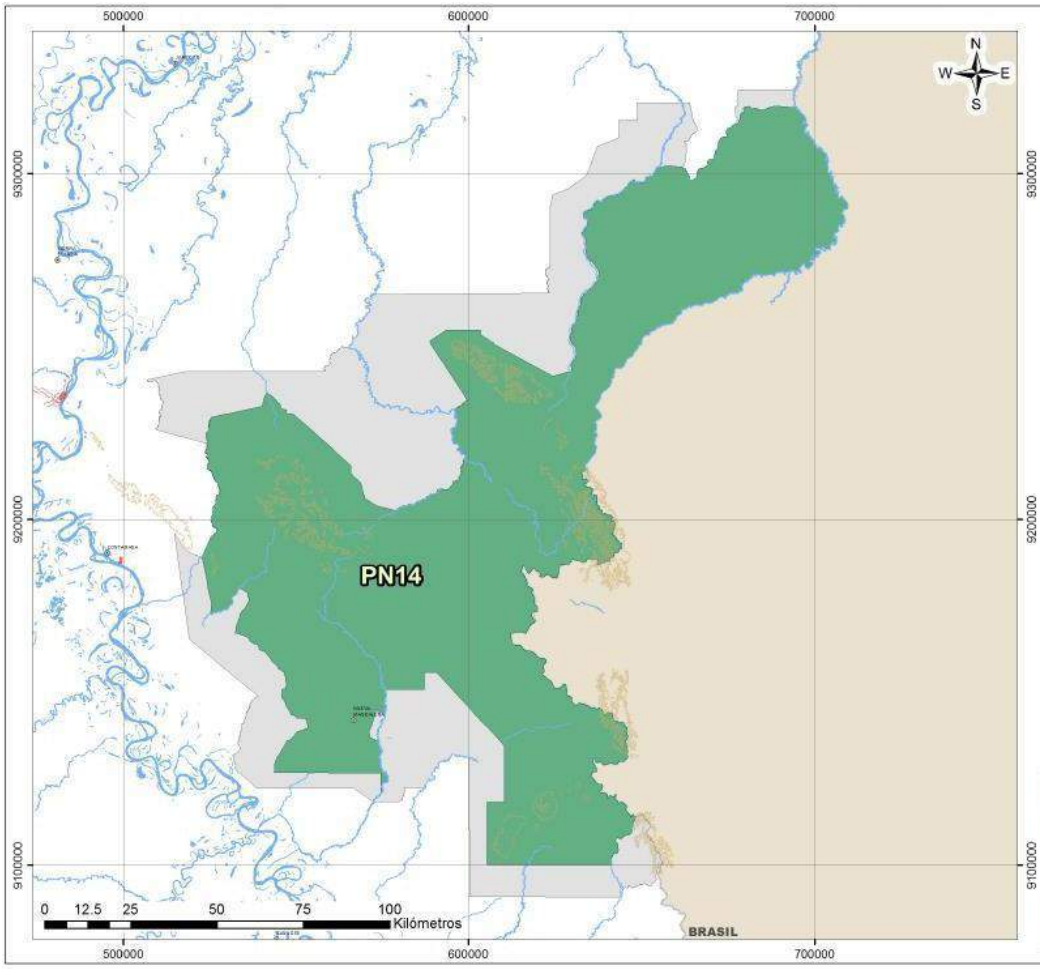
2.2.1. Parque Nacional Sierra del Divisor

El Parque Nacional Sierra del Divisor, con código PN14 establecido mediante Decreto Supremo N° 014-2015-MINAM, de fecha 09.11.2015 con un área total de 1 354 485.10 hectáreas ubicado ente el departamento de Ucayali y Loreto.

En el mapa 1, se muestra la extensión total del Parque Nacional Sierra del Divisor, que se ubica entre los departamentos de Ucayali y Loreto dentro del límite de Perú. Donde, las áreas de color verde, representa al área del Parque Nacional Sierra del Divisor, siendo las áreas de color gris correspondientes a su zona de amortiguamiento.

Mapa 1

Ubicación del Parque Nacional Sierra del Divisor



Fuente: SERNANP, 2015

Por su ubicación geográfica forma parte del corredor biológico internacional que inicia en el sur (norte de Bolivia) con el Parque Nacional Madidi en Bolivia, el Parque Nacional Bahuaja - Sonene, la Reserva Nacional Tambopata, la Reserva Comunal Amarakaeri, el Parque Nacional del Manu, el Parque Nacional Alto Purús, la Reserva Comunal Purús en Perú; la Estación Ecológica Río Acre en Brasil y la Reserva

Nacional Matsés en Perú y el Parque Nacional Serra do Divisor y Reserva Indígena Vale do Javarí en Brasil, siguiendo hacia la Reserva Nacional Pacaya - Samiria, la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, las Reservas Comunales Huimeki y Airo Pai y culmina en el Parque Nacional Güeppí – Sekime en Perú.

En el Parque Nacional Sierra del Divisor se encuentra el mayor número de especies de primates en el Perú (16 especies). Si se toma en cuenta ambos lados de la frontera, es decir, también el lado brasileño, el número de primates se eleva a 18, lo que representa uno de los más altos registros en el mundo. Destacan el huapo colorado (*Cacajao calvus*), el mono choro (*Lagothrix lagotricha*), el coto mono (*Alouatta seniculus*), el machín negro (*Cebus apella*), el pichico (*Saguinus fuscicollis*), el maquisapa (*Ateles chamek*), el machín blanco (*Cebus albifrons*) y el leoncito (*Callithrix pygmaea*). También se ha registrado la presencia de otros mamíferos como la sachavaca (*Tapirus terrestris*), la huangana (*Tayassu pecari*), el sajino (*Tayassu tajacu*), el hormiguero gigante *(Myrmecophaga tridactyla*), el armadillo gigante (*Priodontes maximus*), así como carnívoros tales como el otorongo (Panthera onca), el perro de monte (*Speothos venaticus*), la nutria de río (*Lontra longicaudis*) y el zorro de orejas cortas (*Atelocynus microtis*).

De acuerdo a la zonificación interna del Parque Nacional Sierra del Divisor, se observa la predominancia de las siguientes zonas:

- Zonas de Protección Estricta – PE, Aquellos espacios donde los ecosistemas han sido poco o nada intervenidos, o incluyen lugares con especies o ecosistemas únicos, raros o frágiles, los que, para mantener sus valores, requieren estar libres de la influencia de factores ajenos a los procesos naturales mismos, debiendo mantenerse las características y calidad del ambiente original.
- Zona de Recuperación – REC, Zona transitoria, aplicable a ámbitos que, por causas naturales o intervención humana, han sufrido daños importantes y requieren un manejo especial para recuperar su calidad

y estabilidad ambiental, y asignarle la zonificación que corresponde a su naturaleza.

- Zona de Uso Especial – UE, Espacios ocupados por asentamientos humanos preexistentes al establecimiento del Área Natural Protegida, o en los que, por situaciones especiales, ocurre algún tipo de uso agrícola, pecuario, agrosilvopastoril u otras actividades que implican la transformación del ecosistema original.
- Zona Silvestre – S, Zonas que han sufrido poca o nula intervención humana y en las que predomina el carácter silvestre; pero que son menos vulnerables que las áreas incluidas en la Zona de Protección Estricta.

Tabla 1

Zonificación Interna del Parque Nacional Sierra del Divisor

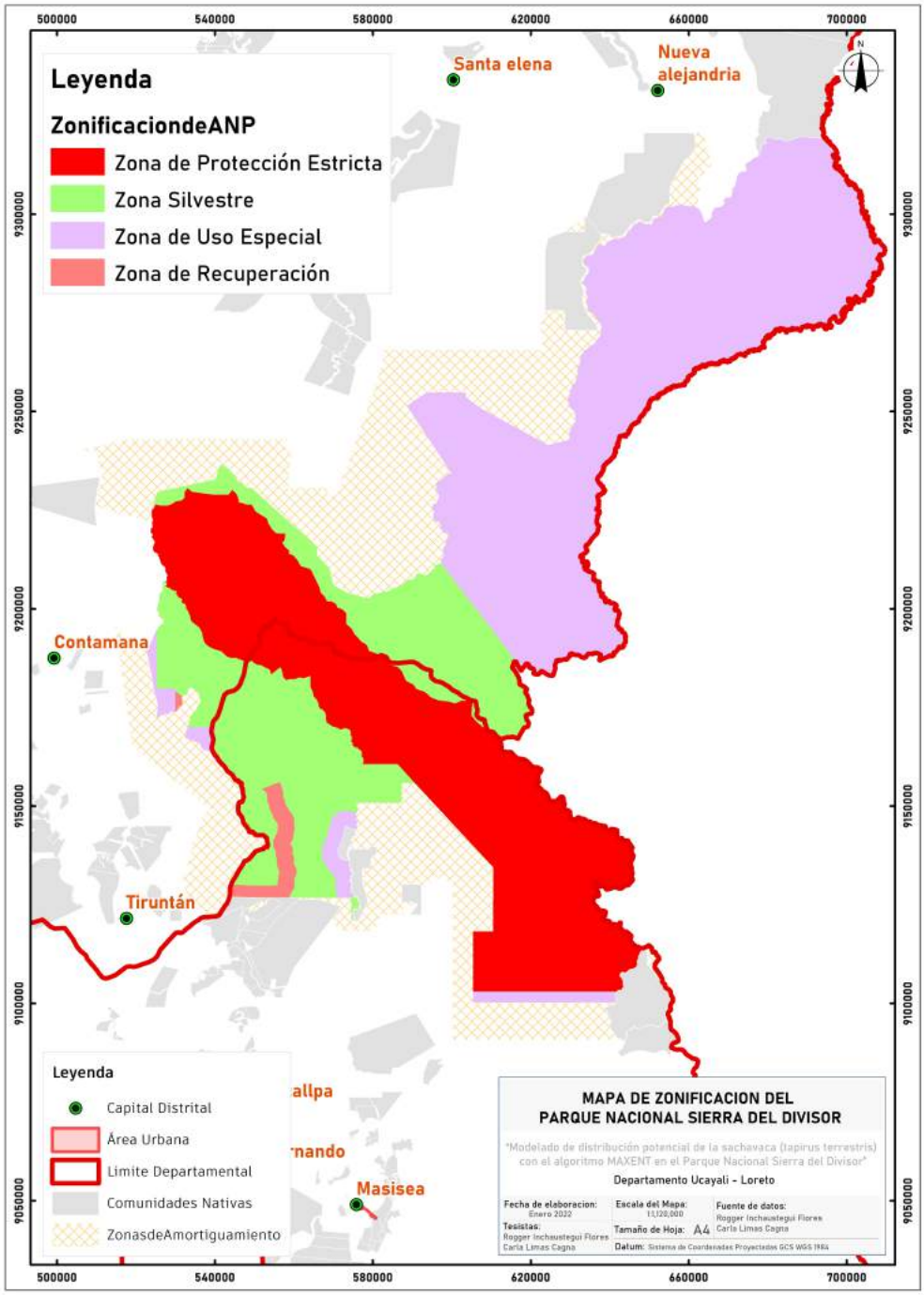
Zonificación		**Sector**	**Superficie Calculada**	
Nombre	**Código**		**Ha**	**%**
Zona de Protección Estricta	PE	1	278,783.83	20.6%
		2	156,705.18	11.6%
Subtotal			435,489.01	32.2%
Zona de Recuperación	REC	1	16,231.04	1.2%
		2	618.50	0.0%
Subtotal			16,849.53	1.2%
Zona de Uso Especial	UE	1	10,525.18	0.8%
		2	557,959.40	41.2%
		3	5,347.91	0.4%
		3	3,521.31	0.3%
		4	9,881.88	0.7%
Subtotal			587,235.67	43.4%
Zona Silvestre	S	1	129,278.24	9.5%
		2	184,890.33	13.7%
		3	742.31	0.1%
Subtotal			314,910.89	23.2%
Superficie Total (ha)			**1,354,485.10**	**100.0%**

Fuente: SERNANP, 2015

De la tabla 1, se observa que el Parque Nacional Sierra del Divisor predominan áreas clasificadas como Zona de Uso Especial con una extensión total de 43.4%, seguida de las zonas silvestre con un 23.2% del total. En el mapa 2, podemos observar la distribución de las Zonas del Parque Nacional Sierra del Divisor.

Mapa 2

Distribución de las Zonas del Parque Nacional Sierra del Divisor



Fuente: Elaboración propia con datos el SERNANP, 2015

2.2.2. Sachavaca o Tapir Amazónico "*Tapirus Terrestris*"

Según su Taxonomía:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Perissodactyla

Familia: Tapiridae

Género: Tapirus

Nombre Científico: Tapirus Terrestris

Sinónimos: Hippopotamus terrestris (Linnaeus, 1758)

Autor: Linneo, 1758

Nombres comunes: Anta Brasileña, Danta, Danta Amazónica, Gran Bestia, Tapir Brasileño.

El tapir amazónico, danta, anta, tatabra, mbeorí, mboreví o sachavaca (*Tapirus Terrestris*), es una especie de mamífero perisodáctilo de la familia Tapiridae propia de Sudamérica. Vive en selvas pluviosas y en zonas cercanas a pantanos y ríos, desde el nivel del mar hasta los 1700 msnm y es el mayor mamífero terrestre de Sudamérica. Mide de 1,7 a 2,5 m de largo y pesa hasta 300 kg; cola de 5 a 10 cm de largo; a la cruz mide de 75 a 110 cm; cuerpo grisáceo, a pardo oscuro, orejas pardas con las puntas blancas.

El Tapir amazónico, es considerada la variedad de tapir más abundante en Sudamérica y, aun así, su conservación se encuentra en regresión desde 1970, debido principalmente a la caza ilegal para obtener su carne y piel, y a la destrucción de su hábitat. Actualmente de acuerdo a la información de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN, presenta estado de conservación vulnerable.

La sachavaca o tapir amazónico, se encuentra ampliamente distribuida desde el Norte de Argentina, Paraguay, Bolivia, Brasil, Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela y Guayanas.

Son animales solitarios, aunque se encuentran en pareja cuando la madre cuida a la cría, o durante el periodo de reproducción. Aunque son animales muy tranquilos y mansos, pueden mostrar comportamientos violentos cuando se asustan, atropellando todo lo que se encuentre en su camino y buscando resguardo en el agua cuando es posible. Se han observado comportamientos agresivos durante períodos de excitación sexual y cuando la hembra percibe amenazas para su cría.

Es una especie terrestre, solitaria y de hábitos generalmente nocturnos (Emmons y Feer, 1999; Tobler, et al. 2009; Medici, 2010). Su visión en general es mala mientras que su sentido del olfato es agudo (Constantino, et al. 2006). Visitan saladeros para aliviar las deficiencias minerales (Montenegro, 1998, 1999; Naveda, et al. 2008).

Los tapires suelen ser conocidos como arquitectos del bosque. Se alimentan de plantas y frutas y son importantes dispersores de semillas pues defecan mientras caminan. La semilla abonada por sus excrementos germina y esto permite que árboles y plantas crezcan en diferentes lugares. (Cardona, 2019).

Una investigación, desarrollada en la Amazonía brasileña, descubrió que estos mamíferos, que se alimentan de frutos, pasan mucho más tiempo en los bosques quemados que en los que están relativamente intactos. Como consecuencia, los tapires dejan más semillas en sus deposiciones en estos paisajes “degradados”.

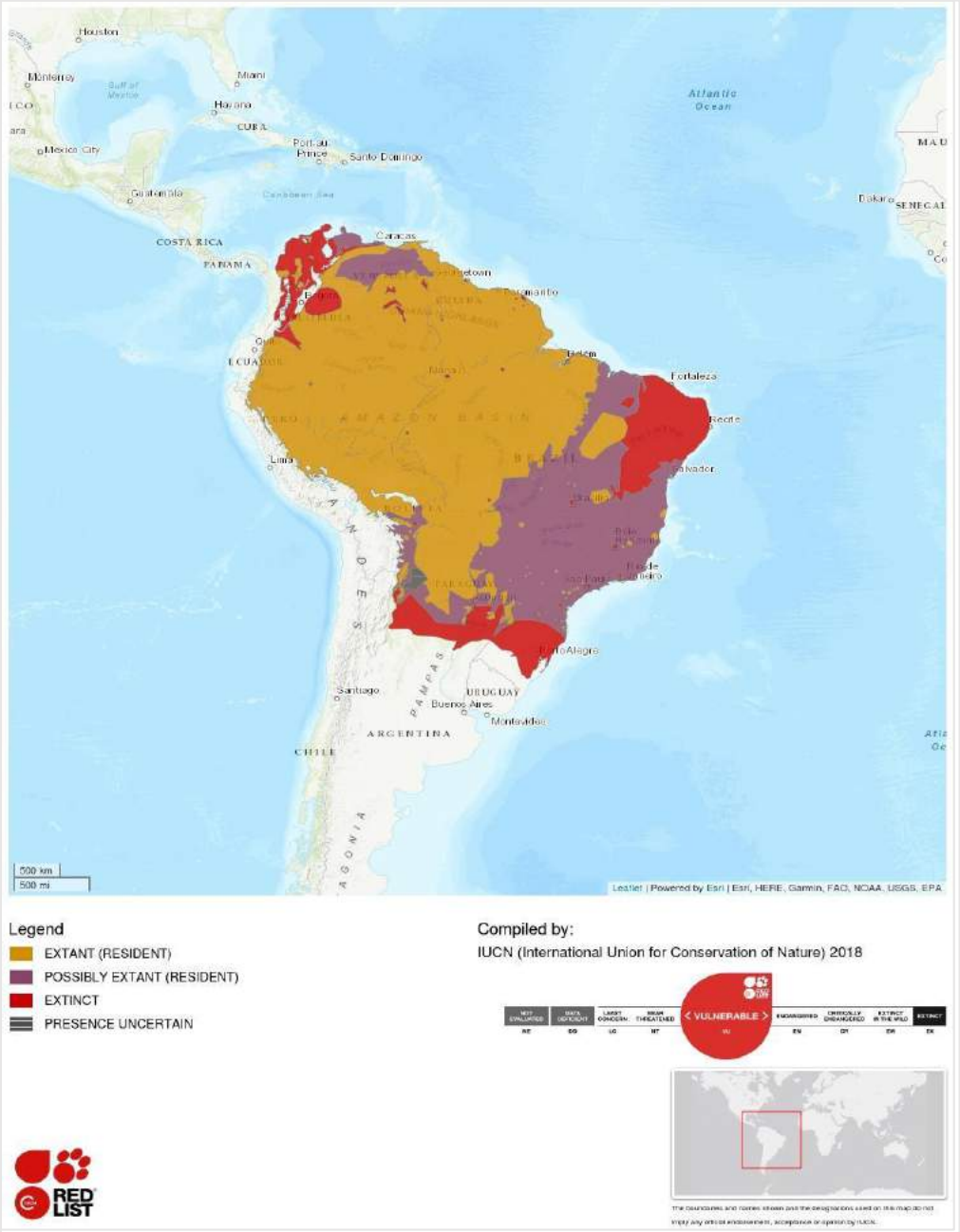
Tiene una gran importancia ecológica, muchas de las semillas que consume con los frutos son liberadas intactas en las heces, con la posibilidad de que germinen y se establezcan nuevos individuos. Por esto se considera que los tapires tienen un importante papel como agente dispersor (Bodmer 1990, Bodmer et al 1997).

El tapir es el único herbívoro nativo que deposita las semillas a más de 2 km de la planta materna. Generalmente permanecen durante cortos períodos de tiempo lamiendo y mordiendo arcilla. Estos sitios son ricos en algunos minerales y se cree que es una manera de compensar naturalmente requerimientos minerales que no son cubiertos con la dieta

herbívora o bien les permite neutralizar la acción tóxica de algunas de las plantas consumidas (Herrera et al. 2000, Lizcano y Cavelier 2006, Montenegro 2004).

Figura 1

Distribución de la especie Tapirus Terrestris según GBIF.



Fuente: UICN

Hábitat de la Sachavaca o Tapir Amazónico (*Tapirus Terrestris*)

Se conoce que los tapires presentan una preferencia por hábitats que tienen cercanía con fuentes de agua, evitando terrenos abiertos. Sin embargo, se han encontrado lugares de alimentación o comederos en claros de bosques asociados a cuerpos de agua (Acosta et al. 1996, Aranda 2000). Permanecen en la misma zona y frecuentan los mismos caminos formando senderos dentro de la vegetación densa. Para descansar y evadir depredadores, utilizan refugios o echaderos en lugares donde la vegetación es densa. Tales lugares generalmente están cerca a fuentes de agua (Hershkovitz 1954, Acosta et al. 1996, Aranda 2000).

Tabla 2

Perfil Ecológico de la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)*

Tipo de Variable	Variable	Valor
Climática	Temperatura	27°C (No mayor de 35°C)
	Precipitación	2.000 a 4.000 mm
	Humedad Relativa	75%
Zonas de Vida	Zona de Vida	Selvas Pluviosas
Topográfica	Altitud	Hasta 1700 msnm
Tipo de Vegetación	Vegetación	Áreas de no Bosque Amazónico
Tipo de Cobertura	Tipo de Cobertura	Áreas Deforestadas
Hábitos	Distribución	Cerca hidrografía

Fuente: Elaboración Propia

Importancia Ecológica de la Sachavaca o Tapir Amazónico (*Tapirus Terrestris*)

En Perú se registra que consume un 66% de hojas y fibras y un 33% de frutos, entre estos últimos la palma (Mauritia flexuosa) es una importante fuente alimenticia para esta especie (Bodmer, 1990); este patrón se vio replicado en Guayana Francesa (Henry, et al. 2000). Las zonas inundables oscilan entre 0,1 hectáreas a más de 100 hectáreas y están dominados por la palma Mauritia flexuosa (Naveda, et al. 2008), por lo que indica la estrecha relación evolutiva entre ambas especies.

Es un importante dispersor, la mayoría de las semillas que consume son viables después de la ingestión. Se ha encontrado varias especies de semillas pequeñas como grandes en los residuos fecales del tapir no podrían ser transportadas por ninguna otra especie, por lo que el tapir es muy importante en la dinámica y paisaje de los bosques (Barcelos, et al. 2013).

Pueden cambiar su dieta de frugívora a herbívora cuando los frutos son escasos (Chalukian, et al. 2013); es decir, su dieta depende de la disponibilidad de recursos en cada estación (Salas, 1996).

Los estudios poblacionales en el Parque Nacional Sierra del Divisor sobre la sachavaca aún son escasos. En el sector Cashiboya se estimó una densidad poblacional de 1.67 ind/km2 y un índice de abundancia de 0.1ind/km, mediante método de censo por transectos con registro de evidencias como huellas y avistamientos (PNSD 2016). Mientras que en el sector de Tacshitea se muestra un índice de abundancia de 0.6ind/10km usando cámaras trampa y censo por transectos.

Amenazas y conservación del grupo

De acuerdo a la base de datos de la UICN, el Tapirus Terrestris figura en la lista roja de especies amenazadas con estado de conservación vulnerable, donde en el año 1998 presentaba estado de conservación de Riesgo menor / casi amenazado (LR/NT), y a partir del año 2002 figura con estado vulnerable, volviendo a registrase de igual manera en el 2008.

Figura 2

Estado de conservación UICN



La sachavaca es muy vulnerable a la sobre-caza debido a su baja tasa reproductiva, largo periodo de gestación y longevidad (Bodmer et

al. 1997). Además de la sobre-caza, la fragmentación y deterioro de hábitat constituyen una de las mayores amenazar de la especie.

Los efectos de la deforestación, la caza y la competencia del ganado doméstico han contribuido a la disminución y fragmentación de la población en el pasado y se infiere que continuarán al ritmo actual (si no más) en el futuro (Castellanos, 2022).

La deforestación está aumentando en ciertas partes del área de distribución de la especie (por ejemplo, el bosque del Chaco), mientras que la caza de subsistencia y una industria de carne silvestre en desarrollo pueden causar nuevas disminuciones en el futuro. El Tapir de las tierras bajas está ahora completamente ausente o severamente fragmentado en gran parte de su rango histórico, con el norte de la Amazonía y el Pantanal restante (Bolivia, Brasil y Paraguay) convirtiéndose en fortalezas importantes a medida que las poblaciones del sur, este y noroeste están disminuyendo rápidamente.

Son depredados principalmente por jaguares o pumas; y cazados por el hombre (Hershkovitz, 1954). Tiene preferencia a hábitats de menor elevación, lugares que están correlacionados con las especies de plantas que consume prioritariamente (Salas, 1996), esta especie tiene un efecto importante en el paisaje del bosque. Está presente en bosques de tierra firme, bosques inundados, pantanos y bosques de galería (Tirira, 2007). Se adaptan a los cambios temporales de los bosques y pueden soportar ciertos niveles de intervención (Hershkovitz, 1954), aunque más frecuente en bosque primarios. Hasta la fecha no existe ninguna conclusión elaborada sobre el porqué los tapires pueden prosperar en áreas parcialmente conectadas e incluso perturbadas y estar ausente en otras. Sin embargo, se puede inferir sobre la base de otras especies de tapires que esta especie no puede tolerar una fuerte presión de cacería (Bodemer y Brooks, 1997; Constantino, et al. 2006; Naveda, et al. 2008). Marca senderos en su hábitat natural, construidos gracias a su voluminoso y pesado cuerpo, los mismos que suelen ser usados incluso por otros mamíferos grandes.

De acuerdo al UICN, indica como acciones necesarias para la conservación del Tapirus Terrestris: Protección del sitio, Gestión del sitio, Manejo de especie y fortalecimiento de la Legislación y de igual manera propone realizar las investigaciones en las siguientes ramas: Estudio de amenazas, comportamiento y tendencias poblacionales.

2.2.3. Biogeografía

Definido como el espacio geográfico que ha sido accesible a una especie y donde las condiciones e interacciones ecológicas a todas las escalas, favorecen la presencia de sus individuos.

La unidad básica en biogeografía es el área de distribución (Zunino y Zullini, 2003); sin embargo, tanto el concepto como la delimitación empírica de las áreas de distribución son aún grandes retos, a pesar de los distintos métodos existentes (Mota- Vargas y Rojas-Soto, 2019).

La reconstrucción de los nichos ecológicos de las especies es posible mediante la correlación de los registros de presencia de una especie, con las condiciones ambientales asociadas a ellas utilizando algoritmos matemáticos. El establecimiento de estas relaciones permite definir dos aspectos: 1) el nicho ecológico de una especie y 2) la distribución potencial de una especie (Pulliam, 2000).

Las técnicas que caracterizan las distribuciones geográficas de las especies basadas en las condiciones medioambientales de sitios de ocurrencia conocida, han sido extensamente aplicadas por un gran número de investigaciones biogeográficas (Guisan y Zimmerman, 2000; Guisan y Thuiller, 2005). Dentro de estas aplicaciones se incluyen estudios para determinar las áreas de distribución potencial de especies (Raxworthy et al., 2003).

2.2.4. Modelado de Máxima Entropía

La modelización de nichos constituye una herramienta potente que puede contribuir a descubrir poblaciones nuevas, acotar los límites entre especies o descubrir especies nuevas. También resulta especialmente

relevante en el campo de la conservación por su utilidad para estimar el riesgo de extinción de las especies, definir las estrategias de conservación, facilitar la reintroducción de especies o investigar los efectos del cambio climático y de la transformación de los usos del suelo en su distribución.

Los datos relativos a su presencia pueden estar asociados a distintos factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de asumir el reto que supone predecir su nicho ecológico (Peterson, 2006).

Además de los datos de presencia de la especie hay que conocer los factores ambientales del área que habitan. Las variables ambientales pueden agruparse en campos muy diversos: clima, topografía, usos del suelo, interacción con otros organismos, e información espectral etc. Pero a la hora de evaluar la influencia de estos factores hay que tener en cuenta la escala a la que se trabaja; no es lo mismo estudiar la distribución de una especie a una escala continental que a una local.

Porque es fácil entender que variables climáticas, como pueden ser la temperatura y humedad, tengan un mayor impacto a gran escala, mientras que otros aspectos como la disponibilidad de alimento o refugio, y las interacciones con otras especies, sean determinantes cuando se trabaja en un área pequeña.

El producto del modelado en MAXENT es un raster donde en cada pixel a los pixeles donde la especie ha sido observada. Podría considerarse como una aproximación a la distribución potencial, el cual será analizado conjuntamente con las Curvas ROC.

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Algoritmo**

  Es un conjunto de instrucciones o reglas definidas y no-ambiguas, ordenadas y finitas que permite, típicamente, solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos y llevar a cabo otras tareas o actividades. Dados un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución.

- **Bioclima**

  Cada uno de los tipos de clima que se pueden reconocer en función de los valores umbrales del conjunto de factores climáticos, parámetros e índices bioclimáticos, que influyen en el desarrollo y distribución de las especies y comunidades vegetales en la Tierra. Formalmente, se reconocen 5 macrobioclimas y 28 tipos de bioclimas.

  - Tropical: pluvial, pluviestacional, xérico, desértico, hiperdesértico.
  - Mediterráneo: pluviestacional oceánico, pluviestacional continental, xérico oceánico, xérico continental, desértico oceánico, desértico continental, hiperdesértico oceánico, hiperdesértico continental.
  - Templado: hiperoceánico, oceánico, continental y xérico.
  - Boreal: hiperoceánico, oceánico, subcontinental, continental, hipercontinental, xérico.
  - Polar: hiperoceánico, oceánico, continental, xérico, pergélido. Cada uno de ellos posee formaciones vegetales, biomas, biocenosis y comunidades vegetales propias.

- **Corrección atmosférica**

  La corrección atmosférica es un proceso que se aplica a las imágenes digitales, con el propósito de eliminar el efecto de los aerosoles y la radiancia intrínseca que se introduce en el sensor y se ve reflejado en la imagen, como producto de la interacción del sensor con la atmósfera. Con el proceso de corrección atmosférica se logra mejorar

la calidad visual de la imagen; así como, eliminar el componente intrusivo de la atmósfera.

- **Formato raster**

  Se divide el espacio en un conjunto regular de celdillas, cada una de estas celdillas contiene un número que puede ser el identificador de un objeto (si se trata de una capa que contiene objetos) o del valor de una variable (si la capa contiene esta variable).

- **Formato vectorial**

  Los diferentes objetos se representan como puntos, líneas o polígonos. La representación de puntos o líneas es inmediata, sin embargo, al representar polígonos aparecen dos situaciones diferentes.

- **Índices espectrales**

  Es una formula determinada de propiedades de reflectancia medidas mediante sensor (contenido de agua, contenido de clorofila, pigmentación, etc.) en 2 o más longitudes de onda que revelan características particulares de la vegetación.

  - NDVI, índice de vegetación de diferencia normalizada, mide el verdor y la densidad de la vegetación. Los valores están expresados entre -1 y 1.
  - NDWI, índice de agua de diferencia normalizada, se utiliza para resaltar el aspecto de las masas de agua en una imagen satelital.
  - EVI, índice de vegetación mejorado nos permite observar el estado de la vegetación y las densidades de biomasa.
  - NDMI, resalta la presencia de agua en las hojas de las plantas.

- **Máxima entropía**

  El principio de máxima entropía establece que la distribución de probabilidad menos sesgada que se le puede atribuir a un sistema

estadístico es aquella en la que dadas unas ciertas condiciones fijas maximiza la entropía.

- **Prueba de Jackknife**

  Es una técnica especialmente útil para corregir el sesgo de estimación. El estimador Jackknife de un parámetro se encuentra aplicando sistemáticamente el método de estimación al conjunto de datos resultante de eliminar cada una de las observaciones. El estimador de Jackknife será el promedio de dichas estimaciones. Es decir, dada una muestra de tamaño la estimación Jackknife se encuentra mediante la agregación de las estimaciones de observaciones en la muestra.

- **Sistema de información geográfica – SIG**

  Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para auxiliar en la captura, administración, manipulación, análisis y presentación de datos u objetos referenciados espacialmente llamados comúnmente datos espaciales u objetos espaciales.

- **Tipo de datos SIG**

  Un SIG maneja dos tipos de datos, los vectoriales y raster. El formato vectorial se compone de pares de coordenadas para cada objeto (vértices) con los que se construyen vectores. A su vez se tienen distintos formatos que son puntos (feature data, que son sólo un par de coordenadas), líneas y polígonos. Es decir, representa a los objetos mediante puntos, líneas y polígonos.

- **TIN**

  Son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos). Los vértices están conectados con una serie de aristas para formar una red de triángulos.

CAPÍTULO III
METODOLOGIA

3.1. Localización del Área de Estudio

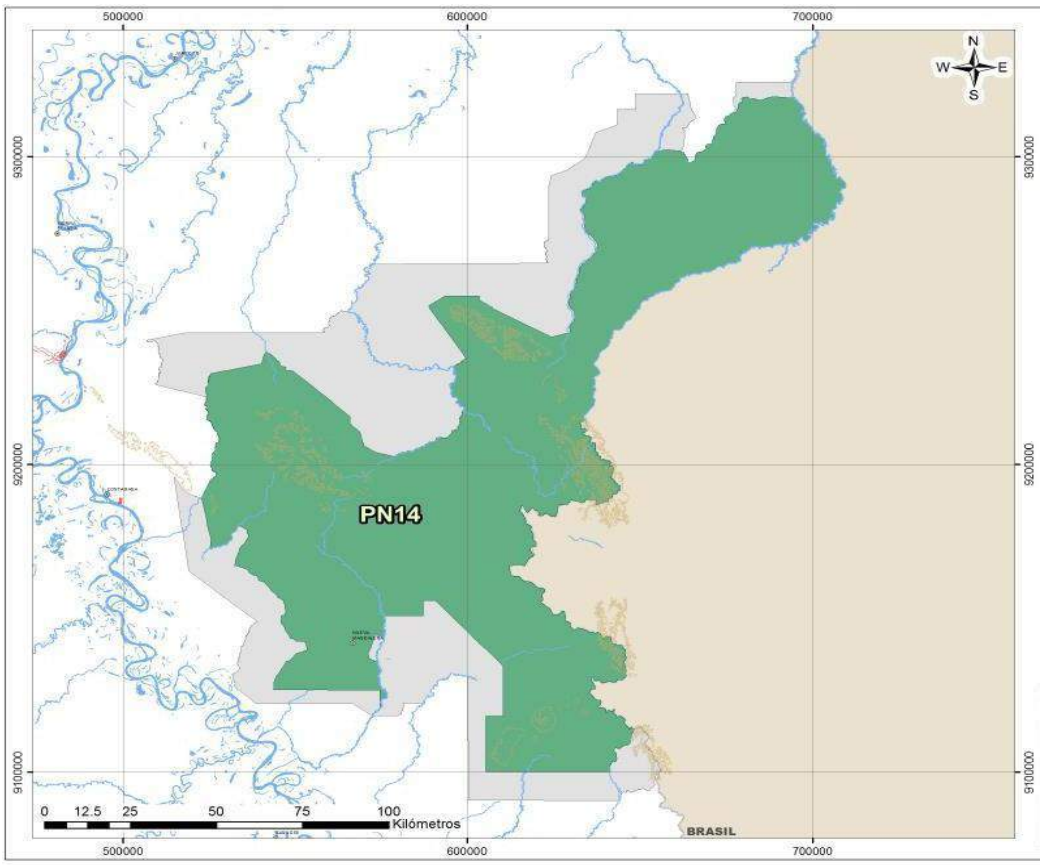
3.1.1. Ubicación Geográfica

El Parque Nacional Sierra del Divisor se ubica en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali; en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, así como en los distritos de Alto Tapiche, Maquia, Yaquerana, Soplin y Emilio San Martin, provincia de Requena, departamento de Loreto.

El Parque Nacional Sierra del Divisor tiene una superficie de un millón trescientos cincuenta y cuatro mil cuatrocientas ochenta y cinco hectáreas con mil metros cuadrados (1 354 485.10 ha). (Expediente técnico del PN Sierra del Divisor-SERNANP).

Figura 3

Parque Nacional Sierra del Divisor



Fuente: SERNANP.

Tabla 3

Coordenadas UTM Parque Nacional Sierra del Divisor

Punto	Este	Norte	Punto	Este	Norte
1	525601	9229710	9	574556	9126756
2	655131	9301977	10	543670	9126941
3	641654	9100263	11	546656	9155613
4	575729	9144011	12	525912	9172747
5	573182	9144942	13	525339	9172592
6	571461	9137161	14	525320	9172985
7	573933	9136271	15	522805	9189308
8	574557	9120904	16	524116	9222116

Fuente: SERNANP.

3.1.2. Caracterización del Área de Estudio

a. Accesibilidad

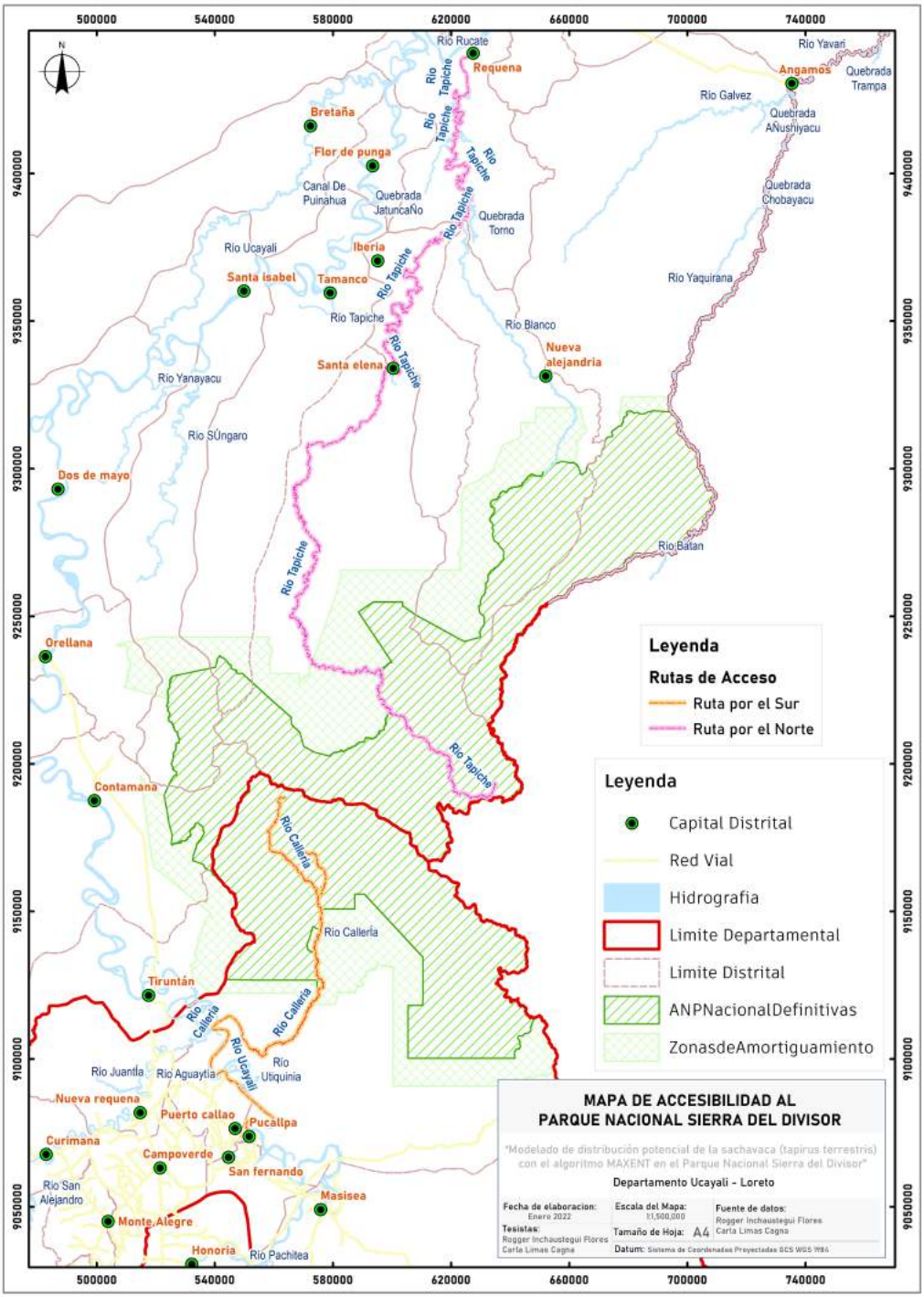
El área, por tener varias cuencas, posee varios accesos. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta el régimen hídrico de la zona, ya que las partes altas de los ríos que se mencionan a continuación sólo son navegables durante los meses de lluvia. Otra posibilidad de acceso es por vía aérea si se cuenta con un helicóptero. (Expediente técnico del PN Sierra del Divisor-SERNANP)

Por el Sur: desde Pucallpa, aguas abajo por el río Ucayali, continuando por los ríos Calería o Tacshitea (también llamado Blanco), ubicados en su margen derecha.

Por el Norte: desde la ciudad de Requena, surcando los ríos Tapiche hasta sus cabeceras o por el Ucayali, para luego seguir en surcada el río Buncuya.

Tal como se muestra en el siguiente mapa.

Mapa 3
Accesibilidad al Parque Nacional Sierra del Divisor



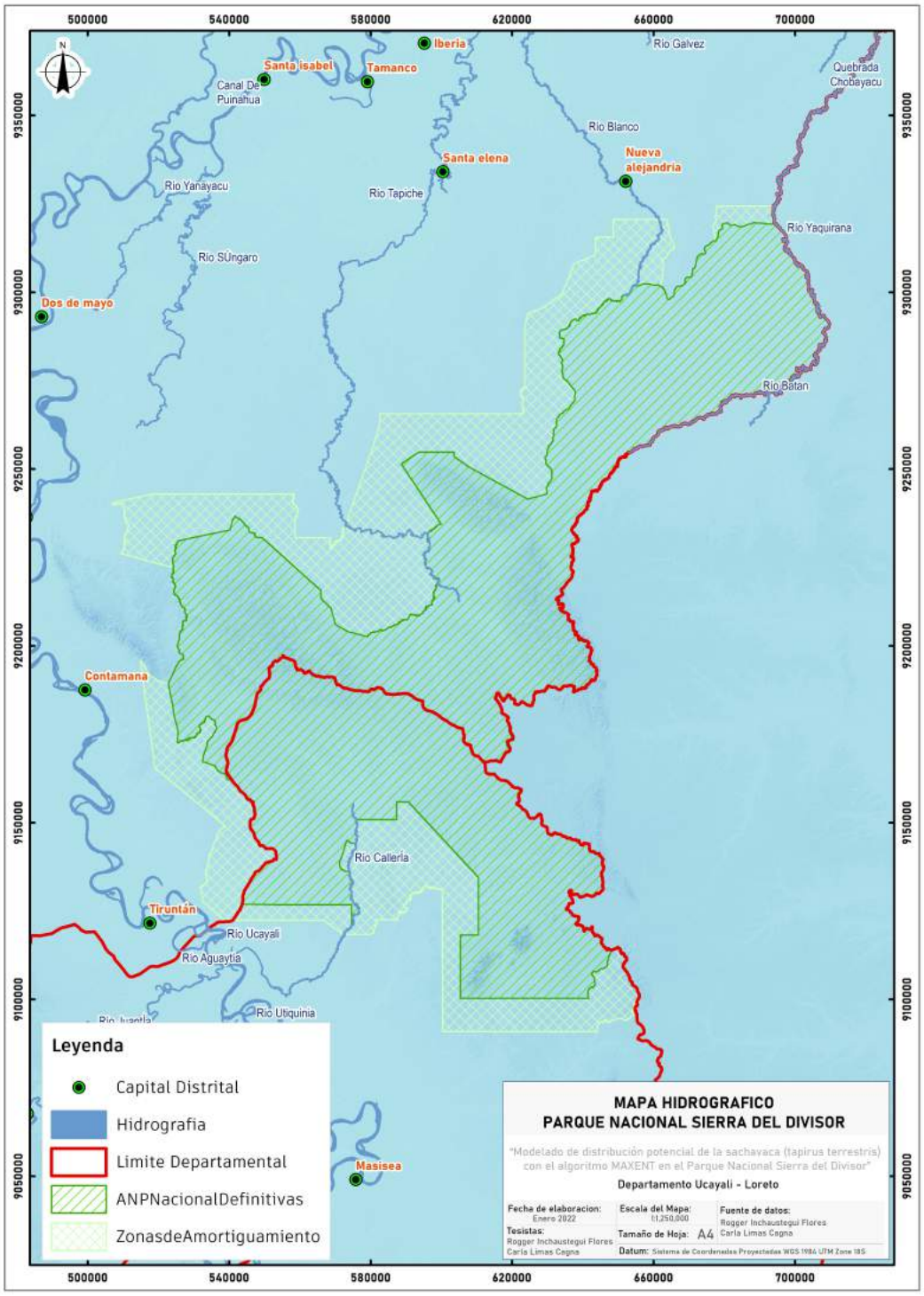
Fuente: SERNANP.

b. Hidrografía

De acuerdo a la información de disponible de hidrografía, se tiene que, dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor, las principales fuentes de agua, es el Rio Calleria y Rio Tapiche.

Mapa 4

Hidrografía Parque Nacional Sierra del Divisor



Fuente: Elaboración propia

c. Tipo de Vegetación

El Parque Nacional Sierra del Divisor se encuentra en la ecorregión de los Bosques Húmedos de la Amazonía Sur Occidental y respecto a la cobertura vegetal, contiene aguajales, bosques húmedos de colina alta, bosques húmedos de colina baja y lomadas, bosques húmedos de terraza alta y bosques húmedos de terraza media y baja. (Expediente técnico del PN Sierra del Divisor-SERNANP). Según la Información publicado por la Comunidad Andina en el año 2011, el sistema ecológico correspondiente a la propuesta del parque es la siguiente.

Tabla 4

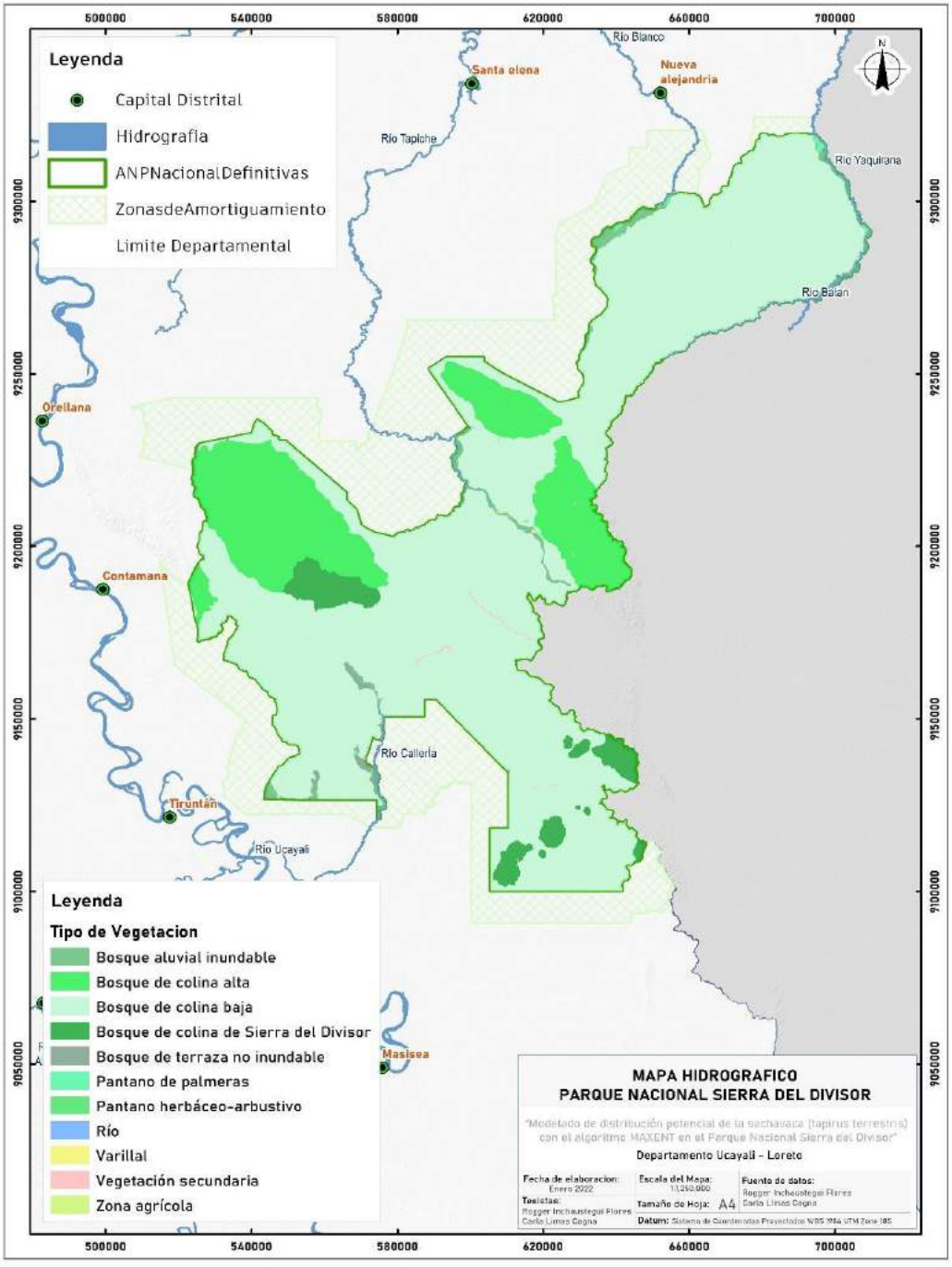
Tipo de Vegetación Predominante en el P.N. Sierra del Divisor

N	Tipo de Vegetación
1	Aisladas del oeste de la Amazonia
2	Bosque inundable de la llanura aluvial de ríos de aguas blancas del oeste de la Amazonia
3	Bosque inundable y vegetación riparia de aguas negras del oeste de la Amazonia
4	Bosque inundable y vegetación riparia de aguas negras del suroeste de la Amazonia
5	Bosque pantanoso de la llanura aluvial del oeste de la Amazonia
6	Bosque pantanoso de palmas de la llanura aluvial del oeste de la Amazonia
7	Bosque pantanoso de palmas de la llanura aluvial del sur de la Amazonia
8	Bosque siempre verde de la penillanura del oeste de la Amazonia
9	Bosque siempre verde estacional de la penillanura del suroeste de la Amazonia
10	Áreas Antrópicas

Fuente: SERNANP.

Mapa 5

Cobertura Vegetal en el Parque Nacional Sierra del Divisor



Fuente: Elaboración propia con datos, 2015

d. Clima

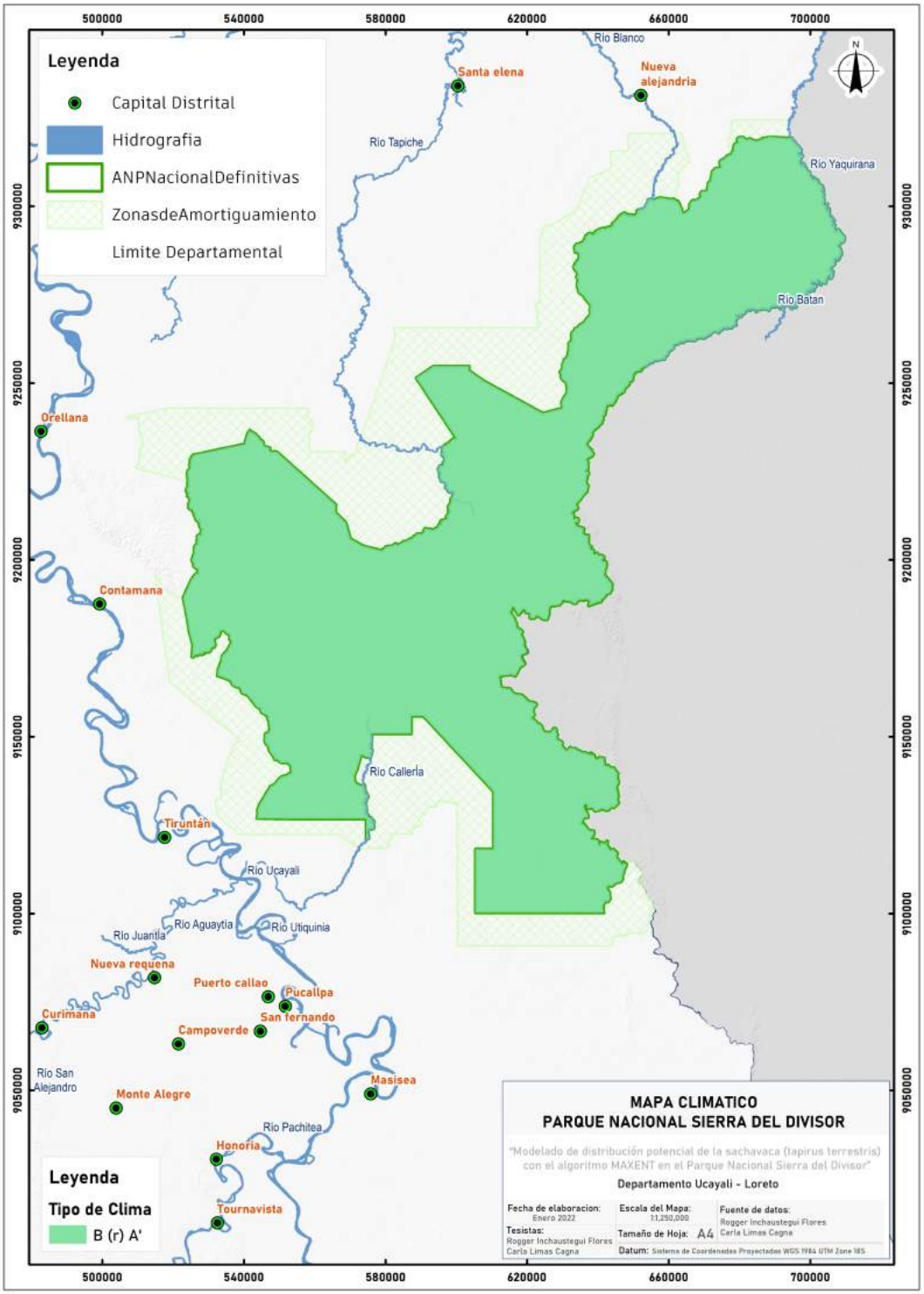
En general en la zona se presenta alta temperatura (alrededor de los 25ºC promedio mensual durante casi todo el año, salvo cuando hay friajes) y humedad (alrededor de 90% de humedad relativa) durante

todos los meses del año, y tanto durante el día como durante la noche. (Expediente técnico del PN Sierra del Divisor-SERNANP).

La precipitación anual es también alta (alrededor de 2000 mm), mayor que la evapotranspiración anual, por lo que suele haber excedente de agua, que alimenta los ríos de amazónicos que en esta región nacen. Sin embargo, la precipitación presenta un patrón estacional que cambia en el Parque Nacional. Así, diversos estudios indican que la precipitación en el sector sur seguiría un patrón estacional, donde se puede distinguir un período de precipitación entre diciembre y marzo, y una época seca entre mayo y agosto (no totalmente exenta de lluvias). Durante estos meses sin agua, la evapotranspiración sigue siendo bastante alta, por lo que hacía julio y agosto se observa un período de déficit hídrico. En cambio, el sector norte parece no presentar dicha estacionalidad, por lo que durante todo el año la precipitación sería mayor que la evapotranspiración, generándose un excedente permanente de agua en el suelo.

Mapa 6

Zonas climáticas



Fuente: Elaboración propia

e. Aspecto Social

En el área de influencia del Parque se encuentran poblaciones de los grupos Asheninka y Awajun. Cabe resaltar que la mayor parte de las localidades es de origen Shipibo.

Durante la época del caucho, la ciudad de Pucallpa empieza a destacar dentro de la región, utilizando a los nativos como mano de obra, generalmente de modo esclavista, ocupándolos preferentemente en la extracción del caucho.

La llegada de los colonos que se encuentran en la zona tiene distintas etapas, destacando las colonizaciones promocionadas durante los gobiernos de Odría, Prado y Belaúnde. Estos colonos procedentes de las áreas urbanas de la Costa y de las áreas rurales de la Sierra desplazaron a la población nativa, muchas veces ilegalmente, hacia tierras improductivas, quedándose con las mejores tierras y dedicándose sobre todo a la agricultura, extracción y el comercio.

De acuerdo con el análisis de categorías territoriales y mapa base de la región Ucayali y Loreto se identifica que circundante al área del Parque Nacional Sierra del Divisor se identifica comunidades nativas y centros poblados. (Expediente técnico del PN Sierra del Divisor-SERNANP).

Tabla 5

Categorías Territoriales en el ámbito de estudio

Categoría Territorial	Superficie	Cantidad	Ámbito
Comunidades Nativas	0.00	0	Parque Nacional
Comunidades Nativas	114,991.49	11	Zona de Amortiguamiento

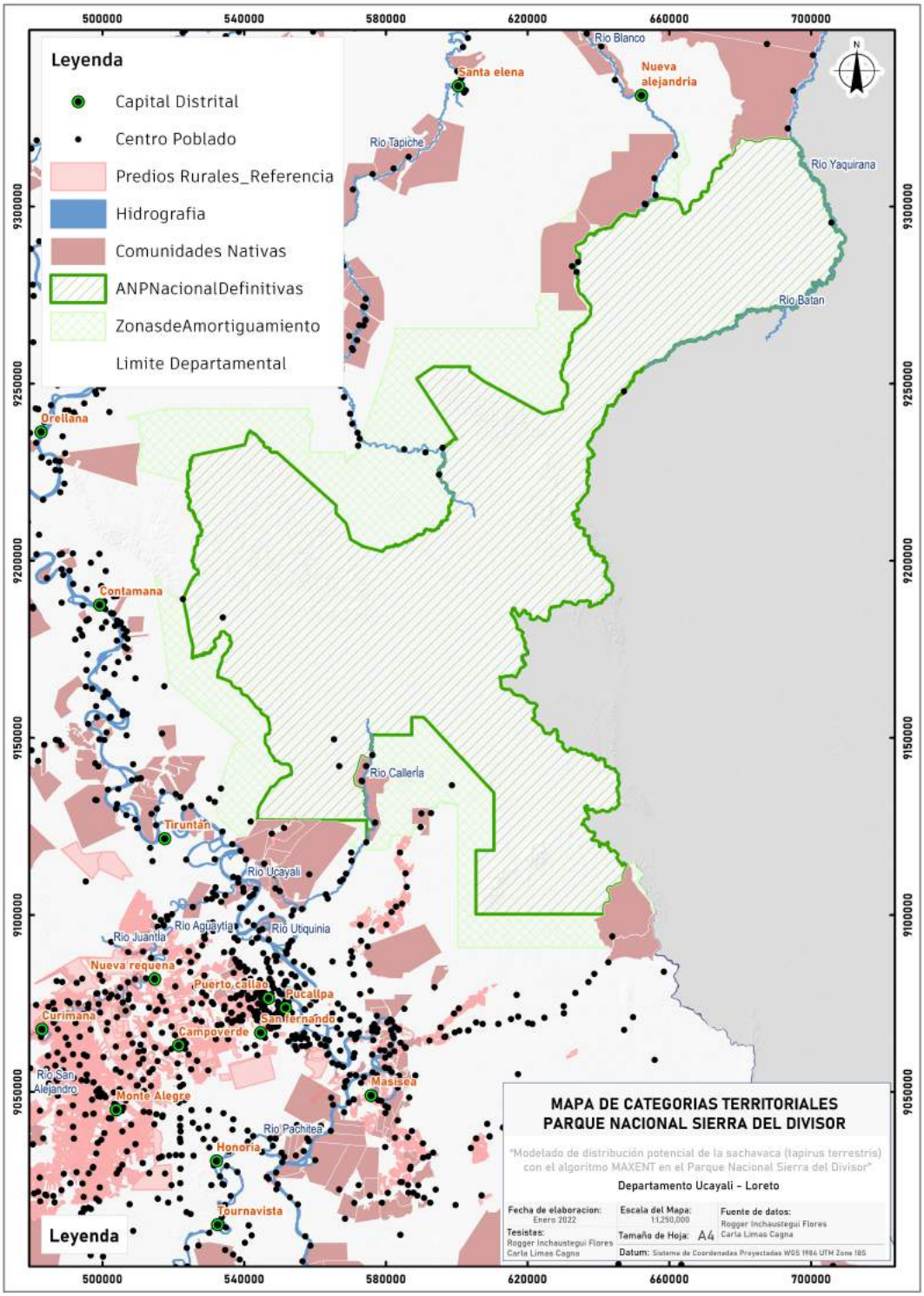
Tabla 6

Centros Poblados en el ámbito de estudio

Centros Poblados	Cantidad	Ámbito
Centros Poblados	7	Parque Nacional
Centros Poblados	31	Zona de Amortiguamiento

Mapa 7

Categorías Territoriales colindantes al PN Sierra del Divisor



Fuente: Elaboración propia con datos del SERNANP, 2015

3.2. Método de Investigación

El enfoque de la investigación es cualitativo, debido a que se busca identificar las variables que describen la probabilidad de hábitat del Tapirus Terrestris dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor, asimismo, el tipo de investigación será aplicativo, siendo el nivel de la investigación descriptivo.

El nivel de investigación es de carácter descriptivo, con diseño no experimental, es descriptivo, debido a que se busca describir e identificar la distribución del Tapirus Terrestris, dentro de un área definida y porque no se realizó manipulación de variables, solo se consideró los atributos.

Se define como no experimental porque la investigación consiste en observar y medir parámetros de variables bioclimáticas, topográficas, espectrales y espaciales a partir de las presencias de la especie Tapirus Terrestris.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Área total del Parque Nacional Sierra del Divisor, considerando la zona de amortiguamiento, donde el área total del Parque Nacional Sierra del Divisor 1,354 485.1030 hectáreas y de la Zona de Amortiguamiento es 362,286.2421 hectáreas.

3.3.2. Muestra

Puntos e información con coordenadas de la presencia del Tapirus Terrestris dentro del ámbito de estudio. Para el Algoritmo de Máxima entropía es de importancia contar con información de presencias, ya que en función de ello se realizará la caracterización del espacio biológico y geoespacial de la especie de estudio, asimismo, con dicha información se realizará el modelado.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el modelamiento de especies, es de importancia contar con información de ocurrencia de la especie estudiada, para lo cual se realizará la recolección de páginas web oficiales que contienen información de ocurrencia de especies.

Los elementos de la población se obtendrán de la base de datos del Parque Nacional Sierra del Divisor-SERNANP los cuales viene realizando registros del Tapirus Terrestris en sus patrullajes desde su creación como Zona Reservada desde el 2010 y en cumplimiento de su Protocolo de Monitoreo Biológico de Sachavaca desde el 2019, todo ello en el ámbito del PN Sierra del Divisor. Las cuáles serán organizadas mediante un cuadro de datos en formato CSV.

3.4.1. Instrumentos

- Útiles de oficina para toma de apuntes
- Equipo de cómputo de alta o mediana gama
- Conexión a internet estable

3.4.2. Software

- Paquete de datos office que acepte en formato: CSV, DBF, TXT entre otros formatos de tablas – que soporte hojas de cálculo y documentos de texto.
- Software de sistema de información geográfica, QGIS 3.14
- Software de teledetección, ENVI 5.2 (versión prueba)
- Software MAXENT 3.8

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos

La recolección de datos, se realizó a través de medios disponibles en la red y de libre acceso, en caso de requerir información institucional que no se encuentre disponible en las redes se cursaran solicitudes de acceso a información, de acuerdo a la descrito en el ítem 5.1 del diseño metodológico.

a. Elaboración de formatos de inventarios de datos Existentes.

Se generó tablas para control de datos recolectados, el cual presentaras los siguientes elementos: nombre del archivo con el que se almacena, tipo de dato, formato, resolución espacial, descripción, proyección espacial y observaciones.

b. Inventario de los Datos Existentes.

Una vez recolectado los datos, se realizó el inventario de datos, y verificar si cumple con las características esperadas mínimas:

- Información formato TIFF, con resolución espacial 30 metros.
- Datum WGS 84 UTM del hemisferio sur zona 18.
- Delimitado con el área de interés.

c. Clasificación de los Datos

Una vez completado todo ese inventario, se procedió a identificar las capas a emplear, así como los datos tabulares disponibles.

d. Inicio del análisis preliminar

El análisis preliminar de los datos, se basó en la identificación y revisión de los datos recolectados y tratamiento básico del mismo, como realizar la delimitación al área de interés y realizar las proyecciones en el Datum requerido, así, como establecer el tamaño de pixel y formato para el desarrollo del modelado.

e. Información de campo de ocurrencia.

El presente proyecto de investigación no considera trabajo de campo, ya que se cuenta con información de campo recolectada por el SERNANP, de acuerdo al protocolo implementado de monitoreo de fauna dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor.

f. Integración de información recolectada

La integración de las variables recolectadas: variables bioclimáticas, variables topográficas, variables espectrales, variables geoespaciales e información de presencia del *Tapirus Terrestris* en el área de interés, será realizará con aplicación del software de modelamiento con el algoritmo MAXENT para el cumplimiento del objetivo.

g. Acondicionamiento de información

La etapa de acordonamiento de información se realizará en un software sistema de información geográfica, que permita realizar las operaciones necesarias para lograr el objetivo requerido.

h. Modelamiento

La información está en formato raster y con resolución espacial de 30 metros, se recogerá información de carácter geoespacial a través del software de Sistema de información Geográfica Open Source, (Qgis), mediante el uso de herramientas propias denominadas “Pluggins”.

3.6. Tratamiento de Datos

El procesamiento de los datos se encuentra descritos en los ítems 5.2 del diseño metodológico del presente documento:

a. Procesamiento de datos de presencia de especies

Los datos recolectados en este ítem son de tipo vectorial en formato de tabla Excel con extensión csv/txt, el cual contiene información de la ubicación donde se identificó presencia del *Tapirus Terrestris*.

Fuente GBIF

Global Biodiversity Information Facility - GBIF[5], es una plataforma de acceso gratuito donde se dispone de información de acceso libre y gratuito a datos de biodiversidad, donde pone al acceso del público información de presencia de especies, publicaciones, registros tendencias entre otros datos.

Los datos a descargar es en formato CSV/ TXT, los cuales deberán filtrarse de acuerdo a los campos de interés.

Fuente SERNANP

El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, cuenta con programa de monitoreo de especies de flora y fauna silvestre dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor, mediante la evaluación de transectos en puntos de interés.

Dicha información se obtuvo mediante una solicitud, requiriendo información tipo digital en formato DBF, donde se deberá realizar un análisis de datos.

b. Procesamiento de datos de variables bioclimáticas

Se obtienen datos de la Página web oficial de libre acceso Worldclim de donde se descarga la información en formato raster con resolución espacial de 1 km de datos bioclimáticas.

Para el procesamiento de dichos datos, se deberá cumplir con:

- La resolución espacial es de 1km y deberá reajustarse a una resolución de 30 metros para el estudio.
- Delimitar las variables bioclimáticas, en el ámbito de estudio.

Las variables bioclimáticas se derivan de los valores mensuales de temperatura y precipitación para generar variables más significativas desde el punto de vista biológico. Las variables bioclimáticas representan tendencias anuales (p. Ej., Temperatura media anual, precipitación anual) estacionalidad (p. Ej., Rango anual de temperatura y precipitación) y factores ambientales extremos o limitantes (p. Ej., Temperatura del mes más frío y más cálido, y precipitación de los cuartos secos). Un trimestre es un período de tres meses (1/4 del año).

Están codificados de la siguiente manera:

- BIO1 = temperatura media anual
- BIO2 = rango diurno medio (media mensual (temperatura máxima temperatura mínima))
- BIO3 = Isotermalidad (BIO2 / BIO7) (× 100)
- BIO4 = Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar × 100)
- BIO5 = Temperatura máxima del mes más cálido
- BIO6 = Temperatura mínima del mes más frío
- BIO7 = Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
- BIO8 = temperatura media del trimestre más húmedo
- BIO9 = Temperatura media del cuarto más seco
- BIO10 = temperatura media del trimestre más cálido

- BIO11 = Temperatura media del cuarto más frío
- BIO12 = Precipitación anual
- BIO13 = Precipitación del mes más húmedo
- BIO14 = Precipitación del mes más seco
- BIO15 = Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
- BIO16 = Precipitación del cuarto más húmedo
- BIO17 = Precipitación del cuarto más seco
- BIO18 = Precipitación del trimestre más cálido
- BIO19 = Precipitación del cuarto más fríos

c. Procesamiento de datos de variables espectrales

Las imágenes que se descargan presentan corrección geométrica y corrección radiométrica básica, sin embargo, para el análisis del presente estudio se deberá realizar la corrección radiométrica y atmosférica, con la finalidad de resaltar los valores espectrales asociados, siendo el resultado final el cálculo de los índices de vegetación.

En forma resumida, se realiza el pre – procesamiento de la imagen satelital previo al análisis espectral, debido a que la información satelital presentas números digitales en lugar de valores de Radiancia, por lo cual se requiere realizar previamente la corrección radiométrica. Para ello se hará uso de un software de teledetección de acceso libre. De acuerdo, a la investigación se requiere realizar calculo en las bandas Multiespectrales, de acuerdo a las fórmulas descritas.

Estas imágenes obtenidas, descargadas de la plataforma oficial del servicio geográfico de los Estados Unidos (USGS), con un pre procesamiento de corrección geométrica (georreferenciada al Datum WGS 84 UTM zona 18 Sur).

El Parque Nacional Sierra del Divisor, se ubica en los siguientes cuadrantes de imágenes Sentinel: 18MWS, 18MWT, 18MXS, 18MXT y 18MXU.

Los índices Espectrales a considerarse:

- NDVI (índice normalizado de Vegetación)
- NDWI (índice de humedad)
- EVI (índice de densidad de vegetación)

d. Procesamiento de datos de variables topográficas

Para el procesamiento de datos de variables topográficas, se requiere información en formato raster de un modelo de elevación digital, del cual se realizará el cálculo de curvas de nivel y pendiente.

La descripción de la topografía:

- Altitud
- pendiente

e. Procesamiento de datos de variables espaciales

La información espacial a considerarse, es de carácter nacional, siendo las siguientes capas temáticas delimitadas con el área de interés del Parque Nacional Sierra del Divisor y transformadas en formato raster.

Las variables espaciales consideradas son:

- Cobertura Vegetal
- Cobertura Bosque / No Bosque

f. Procesamiento del Modelado

Para verificar y validad la confiabilidad del modelo obtenido se tendrá productos como de la curva de omisión y comisión y las curvas ROC AUC, las cuales los brindaran a la información requerida en porcentaje de confiabilidad para saber si nuestro modelado está sujeto a la realidad. Los productos obtenidos del MAXENT, será el mapa de probabilidad de distribución, las curvas de respuesta y “Curvas de Rendimiento de Diagnostico”, el cual nos permitirá identificar, cual de todas las variables presenta mayor representatividad en el proceso de modelado.

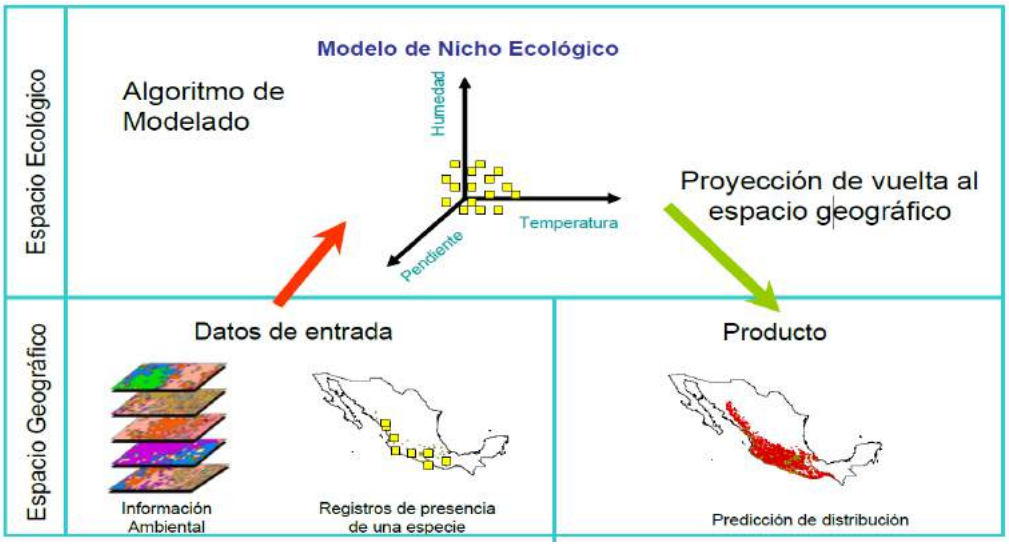
Para ello se realizarán diversas propuestas de interacción de variables, las cuales estarán a sujetas a pruebas y los valores Jackknife que se vayan obteniendo, las cuales nos ayudaran a definir los criterios

que nos ayudan a predecir con mayor precisión.

g. Esquema para Modelamiento de Máxima Entropía

Figura 4

Esquema de Modelamiento de Especies



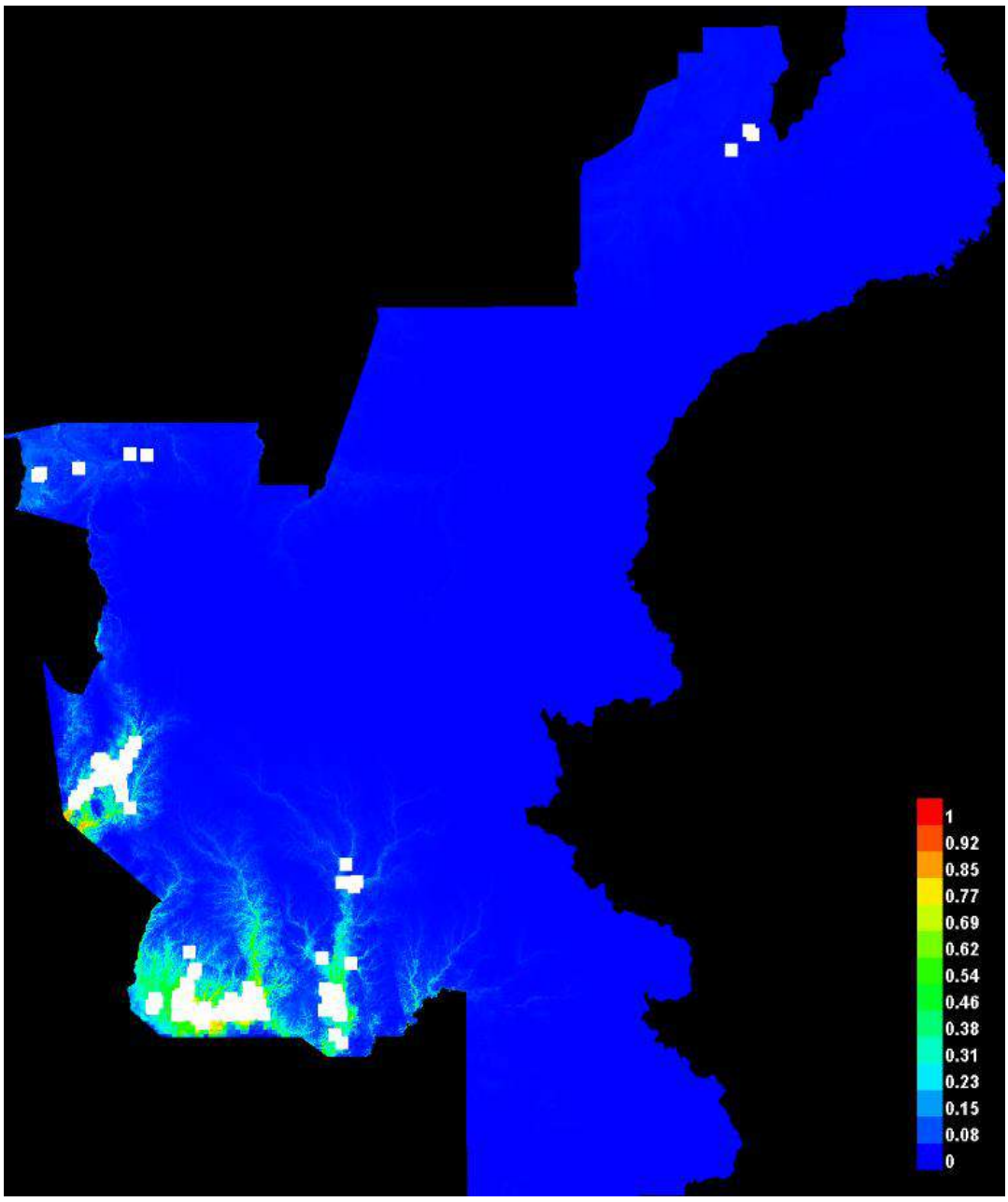
Fuente: Guía de Modelamiento con MAXENT

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo de la investigación es determinar mediante modelamiento con el algoritmo de MAXENT la distribución de la Sachavaca o Tapir Amazónico (Tapirus Terrestris) dentro del Parque nacional Sierra del Divisor en el Departamento de Ucayali. A continuación, se muestra el mapa de probabilidad generado mediante modelamiento con el algoritmo MAXENT.

Mapa 8

Mapa de Probabilidad de Distribución de la Sachavaca o Tapir Amazónico



Fuente: Software Maxent

En el mapa de probabilidad genera datos de estimación entre 0 y 1, los colores más cálidos muestran las áreas con mayor probabilidad de presencia de la especie *Tapirus Terrestris* (son los valores que se encuentran más cerca al 1) y los puntos blancos muestran los registros de presencia de la especie que se adjunta en el primer paso del modelado, como podemos observar la mayoría de ellos se ubican, en la zona sur del Parque Nacional Sierra del Divisor y muy cerca de aquellas áreas que presentan un tipo de afectación y/o bosques con degradación.

4.1. Datos de Presencia

La información de presencia es base para la construcción del modelo, de acuerdo con la información disponible en el GBIF dentro del ámbito de estudio se identifica un dato de presencia y de la base de datos proporcionado por el Parque Nacional Sierra del Divisor se obtuvieron 263 registros, llegando a tener 264 registros para el modelamiento.

Tabla 7

Datos de Presencia de Tapirus Terrestris en el ámbito de estudio

Fuente	Cantidad	Coordenada	Tipo de Registro
GBIF	1	Si (WGS84)	Observación Directa
SERNANP	263	Si (WGS84)	Cámaras Trampas/ Observación Directa
Sumatoria	**264**		

Fuente: SERNANP, 2021

En la siguiente tabla, se desagrega los datos de presencia, de acuerdo a la ubicación:

Tabla 8

Presencia en la Zona de Estudio

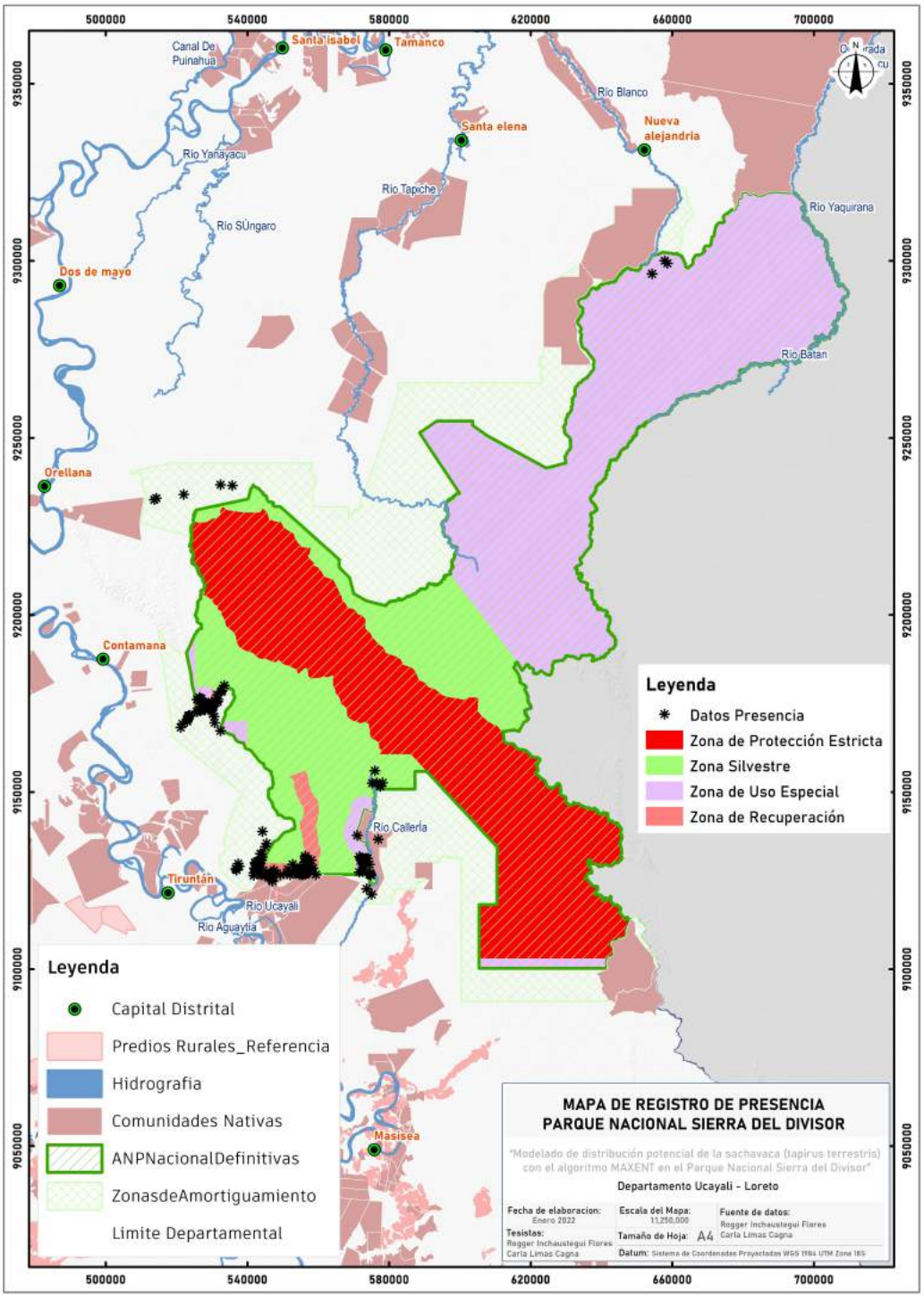
Zonificación	Cantidad
Zona de Uso Especial	62
Zona de Recuperación	85
Zona Silvestre	14
Zona de Amortiguamiento	103
Sumatoria	**264**

Fuente: Elaboración Propia

En la figura siguiente se muestran los datos recogidos de presencia de Tapirus Terrestris usados en esta investigación.

Mapa 9

Ubicación de los Datos de Presencia de Tapirus Terrestris



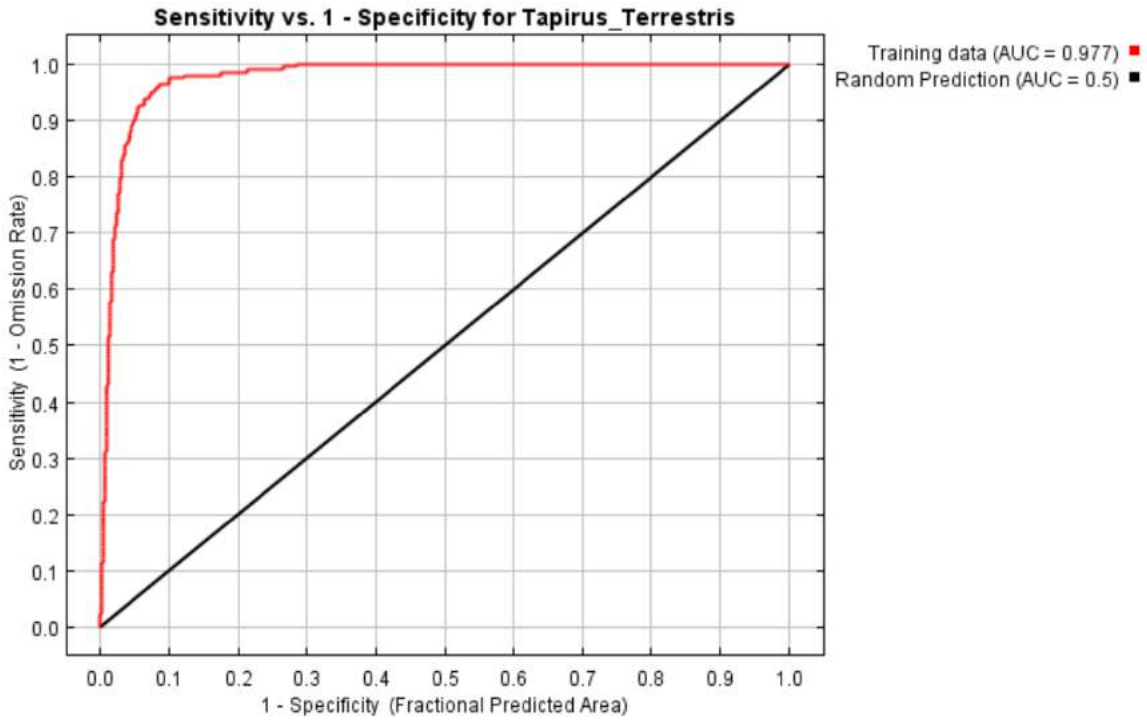
Fuente: Elaboración Propia

4.2. Curva Receiver Operating Characteristics - ROC

La curva ROC (Receiver Operating Characteristics) o curva operacional, donde se calcula el AUC (Área Under the ROC Curve), es una de las métricas de evaluación más importantes para comprobar el rendimiento de cualquier modelo de clasificación; donde nos muestran la curva de entrenamiento con los ajustes del modelo a los datos de muestreo (datos de presencia) y la línea que muestran los resultados si el modelo se hubiera desarrollado al azar, sin ajuste de variables. En el siguiente grafico se muestra el comportamiento operacional del modelo.

Figura 5

Curva Operacional – ROC



Fuente: Sotfware MAXENT

En el grafico superior, observamos dos líneas, la línea de corlo rojo, que representa la curva de entrenamiento, es decir la curva de resultados con ajuste de datos de muestreo para el modelo y la línea de color negra, representa la curva operacional de comportamiento si es que no se hubieran insertar y/o ajustado las variables para el desarrollo del modelo, para medir el resultado del modelo y su capacidad predictiva, la línea de color rojo o línea operacional de modelo ajustado debe ubicarse por encima de la línea de color negro. De

acuerdo a los resultados se identifica que le modelo realizado y el mapa de probabilidad resultante presenta un valor de AUC = 0.9, que indica una EXCELENTE[1] capacidad predictiva. Asimismo, la capacidad predictiva y resultados del modelo, se ajusta a las variables utilizadas.

4.3. Análisis de Contribución de Variables

Para el modelamiento de la especie Tapirus Terrestris se consideraron variables bioclimáticas, variables topográficas y variables espaciales y espectrales, sin embargo, no todas las variables aportan al desarrollo y ajuste del modelo de la especie Tapirus Terrestris, por lo cual se realiza el análisis de contribución de variables, donde se evalúa el comportamiento y los resultados del modelo con la variable y el efecto de su ausencia dentro del modelo, de acuerdo, a dicho análisis, se identificó que las variables que mayor contribuyen y/o aportan a la capacidad predictiva del modelo, son los siguientes:

Tabla 9

Tabla de porcentaje de contribución de Variables

VARIABLE	CÓDIGO DE VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN
Variable bioclimática (Precipitación anual)	BIO 12	63.6
Variable Bioclimática (Precipitación del trimestre más cálido)	BIO 18	5.4
Variable Bioclimática (Precipitación del mes más seco)	BIO 14	2.2
Variable Bioclimática (Estacionalidad de la temperatura)	BIO 4	1.6
Variable Topográfica	Altitud	22.7
Variable Espacial (Bosque / No Bosque)	Tipo de Cobertura	4.0
Variable Espacial (Cobertura Vegetal)	Tipo de Vegetación	0.5

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9, se muestran las estimaciones de las contribuciones relativas de las variables en el modelo de MAXENT, donde se observa que la variable que

[1] Clasificación del AUC: AUC > 0.9 excelente

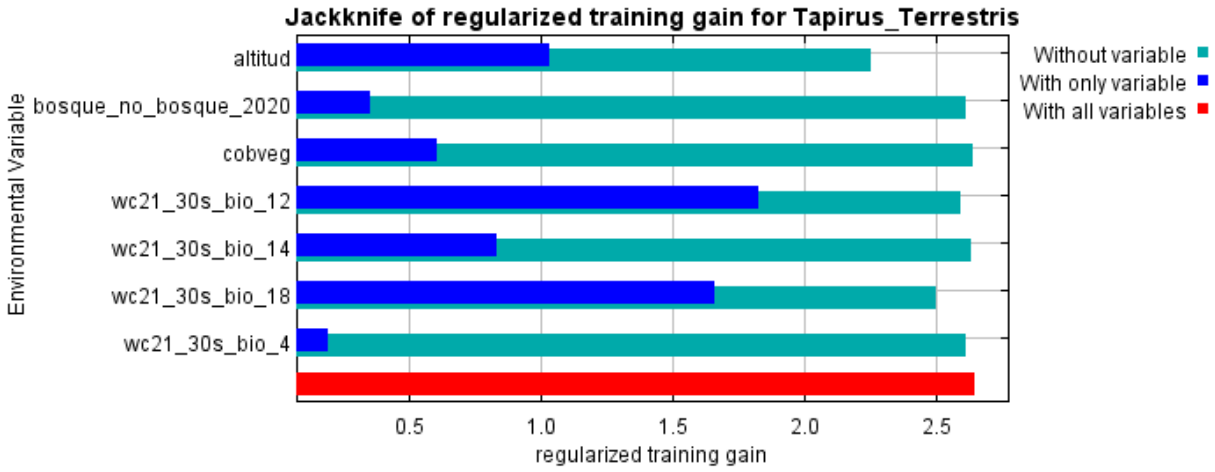
tiene mayor porcentaje de contribución es la variable climática bio_12 (Precipitación total anual) con un aporte del 63.6 % al modelo, asimismo, podemos observar que las variables de mayor importancia para el modelo son las variables bioclimáticas, llegando a aportar con el 72.8%, seguida de la variable topográfica de altitud que aporta 22.7%, y como variables de menor aporte como las variables espaciales, de tipo de cobertura bosque y no bosque y el tipo de cobertura vegetal o vegetación, con un 0.9% de aporte.

Para el análisis del aporte e importancia y el efecto de ausencia de una variable, se presenta el análisis Jackknife. Donde las barras de color azul muestran el aporte de la variable en el modelado de la especie Tapirus Terrestris.

Para la interpretación de los resultados, observamos que las barras de color azul muestran el aporte y/o porcentaje de uso de la variable durante el modelado, asimismo, observamos que las barras de color celeste claro muestran el desempeño del modelado en ausencia de la variable, asimismo, si es que la barra de color celeste sobrepasa la barra de color naranja, indicaría que la variable perjudica al modelado.

Figura 6

Análisis Jackknife de las variables de modelado



Fuente: Sotfware MAXENT

La figura 6 se verifica que la variable más importante es la Precipitación total anual (**bio12**); es decir, esta variable predice de forma más efectiva cuando se utiliza de forma aislada, en otras palabras, es la que tiene información más útil. Por otra parte, se observa que la altitud es la variable que más disminuye el

desempeño del modelo cuando se omite, pues tiene la mayoría de la información que no está presente en las demás variables.

El análisis Jackknife de las variables del modelado, el cual se ve sustentado con las curvas de respuesta según variable.

4.4. Análisis de Curvas de Respuesta

Las curvas de respuesta, evalúa a cada variable distribuidos en dos grupos: el grupo “A” considera el efecto de todas las variables y el grupo “B” considera solo el valor de la variable.

Las curvas de respuesta, indican cuales son aquellas variables que más afectan a la distribución de la especie, en el eje " x " indica la variación del valor de la variable y el eje " y " indica la probabilidad de presencia del Tapirus Terrestris. detallados de la siguiente manera:

Variables Bioclimáticas

Para el análisis climatológico a través de la página de información a nivel mundial worclim, se identifican 19 variables climáticas, las cuales fueron ajustadas y escaladas para el ámbito de estudio**.** La escala de trabajo es de 30 metros, la escala original es de 1 km.

Las variables bioclimáticas en el proceso de modelado nos brindan principalmente las características medioambientales donde se puede desarrollar el Tapirus terrestris, de acuerdo a los citado por la literatura, es una especie que busca zonas cálidas y pluviosas, con cercanía a ríos y pantanos, asimismo, busca vegetaciones no muy densas.

Del análisis de cada una de las variables bioclimáticas se identifican que las de mayor relevancia serán aquellas relacionadas a la estacionalidad, así como aquellos valores en trimestres más cálidos.

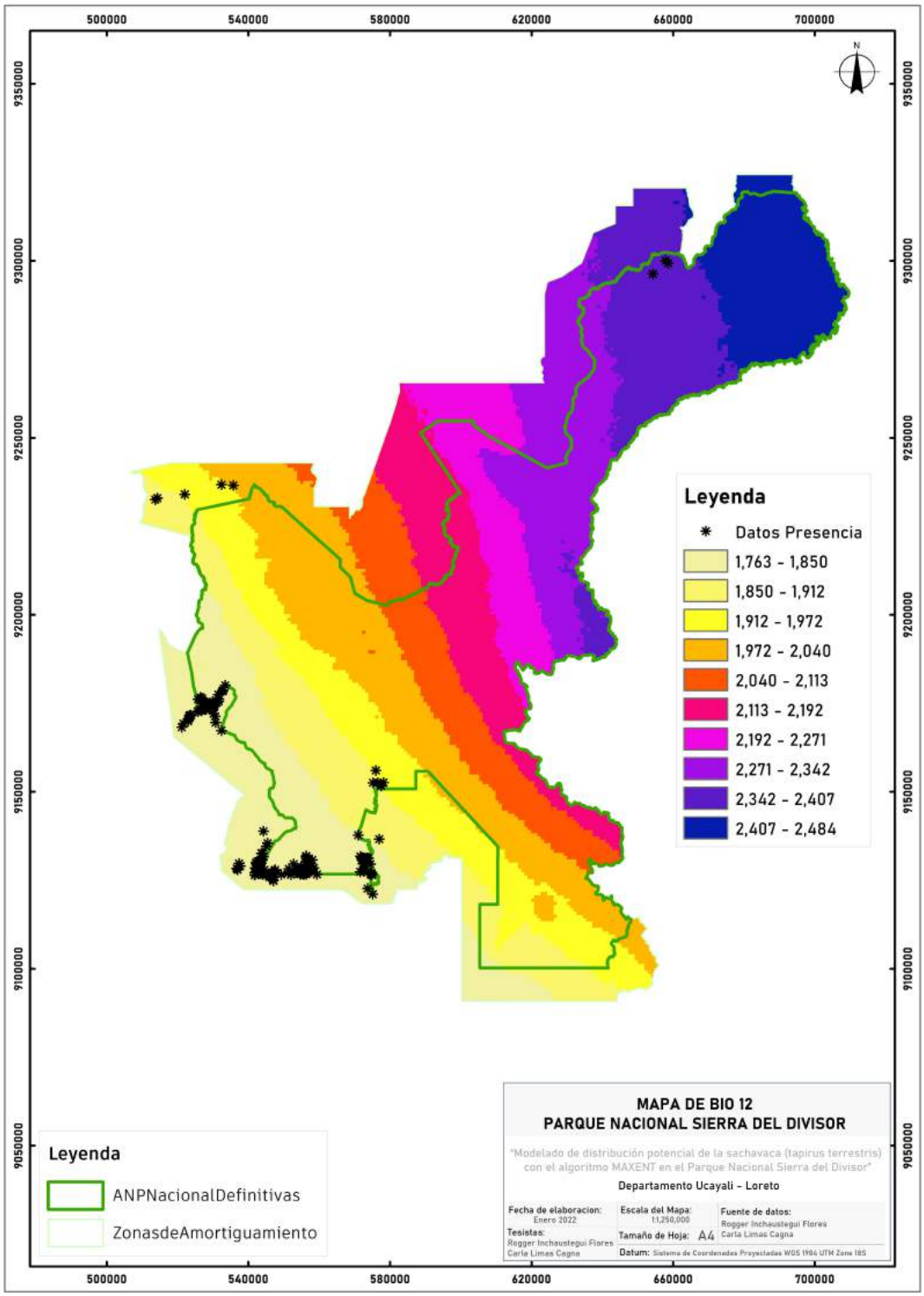
a. Variable Bioclimática BIO 12

La variable Bioclimática BIO 12 es con respecto a la Precipitación anual: En el ámbito de estudio se identifica valores entre 1763 a 2484 milímetros y de acuerdo al cruce de información de rangos de precipitación y los datos de

presencia, se identifica que principalmente el Tapirus Terrestris, se suele estar en área de precipitación anual que varía entre los 1763 a 2003 mm.

Figura 7

Rangos de Precipitación anual y Datos de presencia

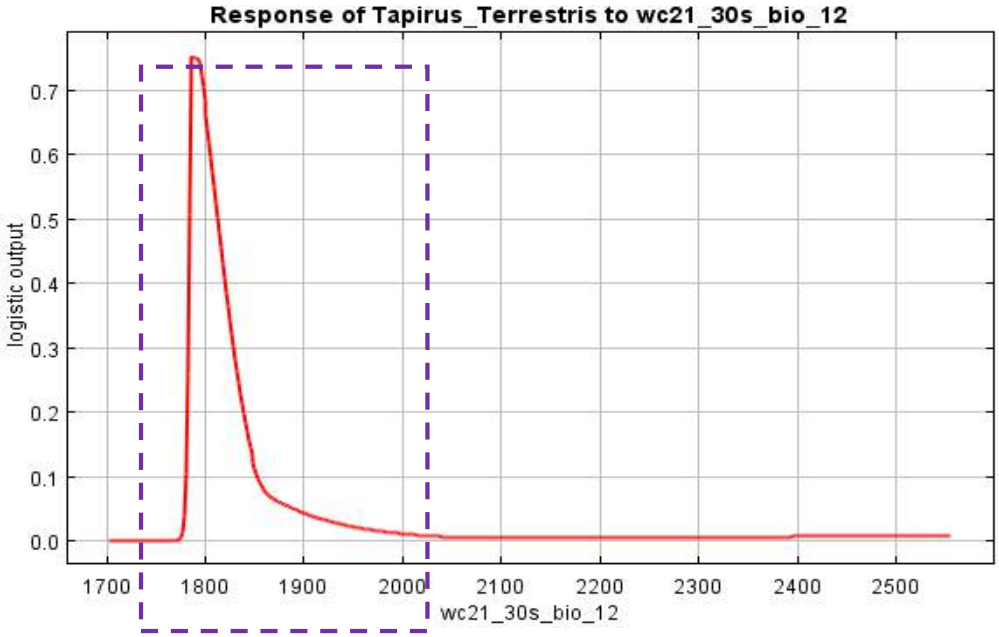


Fuente: Elaboración Propia

Esto se puede corroborar con la curva de respuesta, que en la variable Bioclimática BIO 12 muestra picos más altos de probabilidad antes de los 1800 mm., llegando a 0 un poco después de los 2000 mm. Tal como se muestra en la figura siguiente:

Figura 8

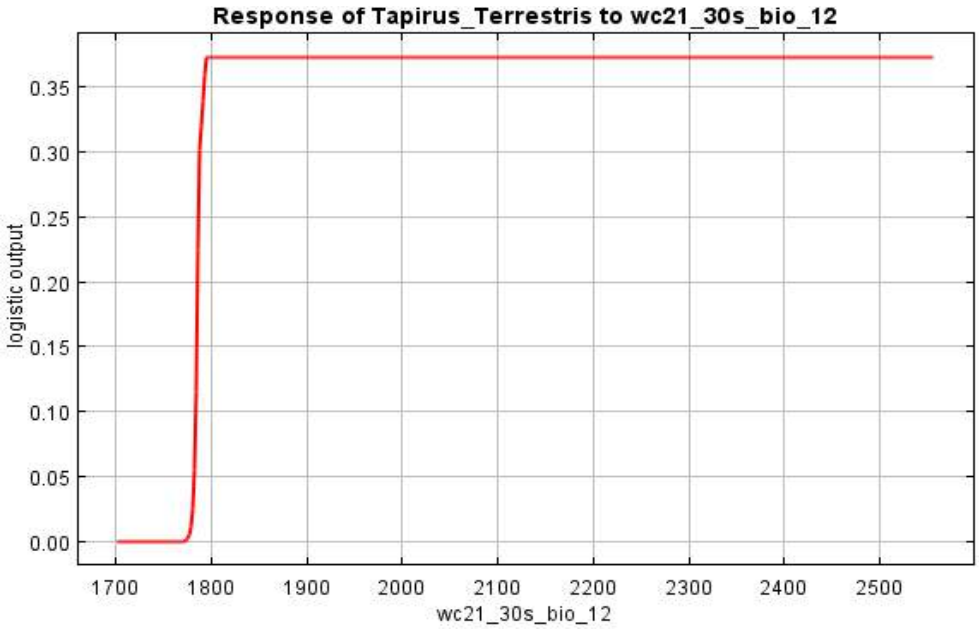
Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 12 (Grupo B)



Fuente: Software MAXENT

Figura 9

Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 12 (Grupo A)



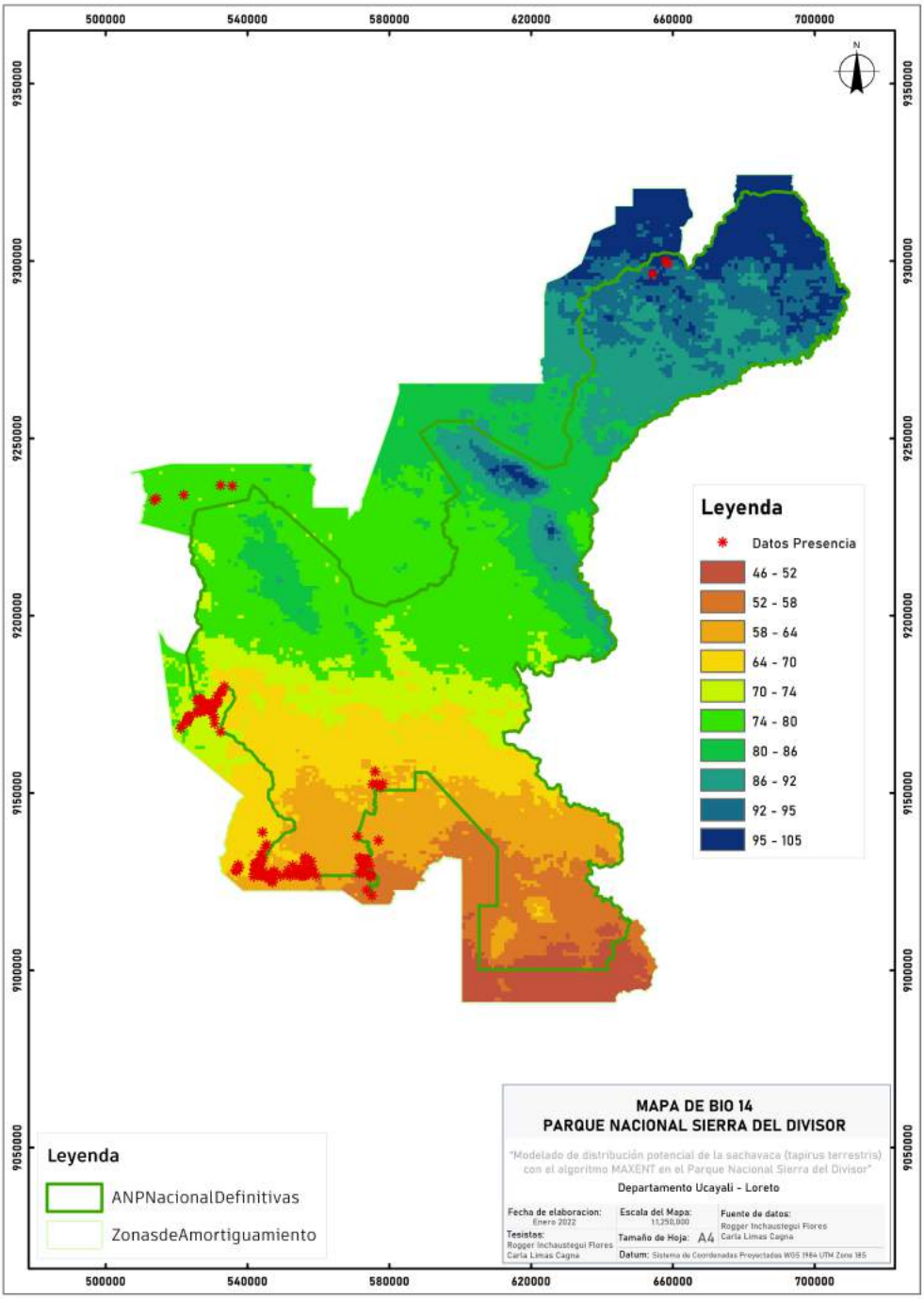
Fuente: Software MAXENT

b. Variable Bioclimática BIO 14

La variable Bioclimática BIO 14, Precipitación del mes más seco en el ámbito de estudio oscila entre 46 – 105 milímetros y con el cruce de información con los datos de presencia, se identifica que principalmente el Tapirus Terrestris, se ubica en el rango 43 a 65 mm.

Figura 10

Rangos de Precipitación del mes más seco y Datos de presencia

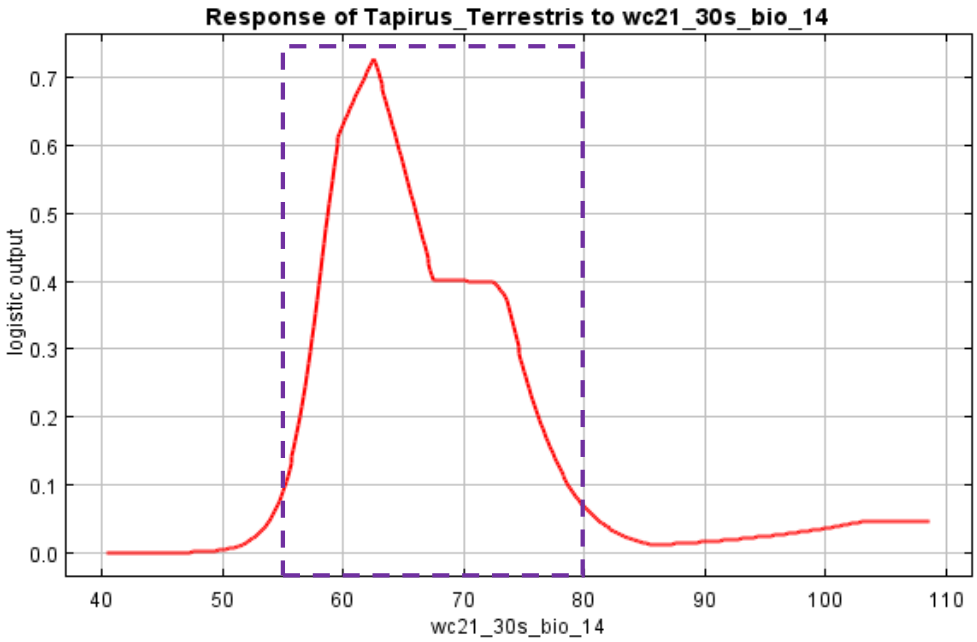


Fuente: Elaboración Propia

Esto se puede corroborar con la curva de respuesta, que en la variable Bioclimática BIO 14 muestra picos más altos de probabilidad entre 60 y 70 mm disminuyendo la probabilidad ente 70 y 80 mm. Tal como se muestra en la figura siguiente:

Figura 11

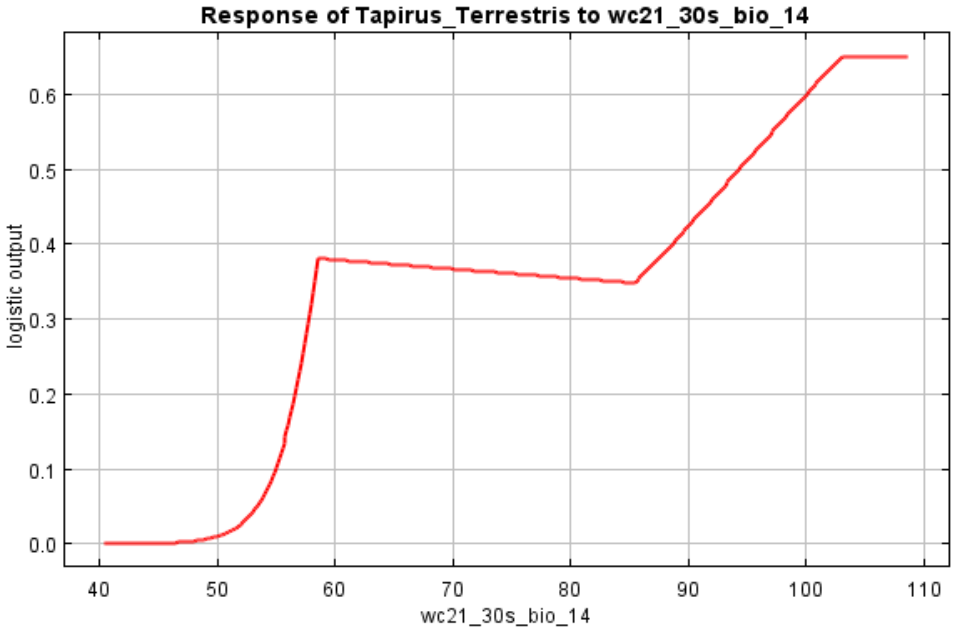
Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 14 (Grupo B)



Fuente: Software MAXENT

Figura 12

Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 14 (Grupo A)



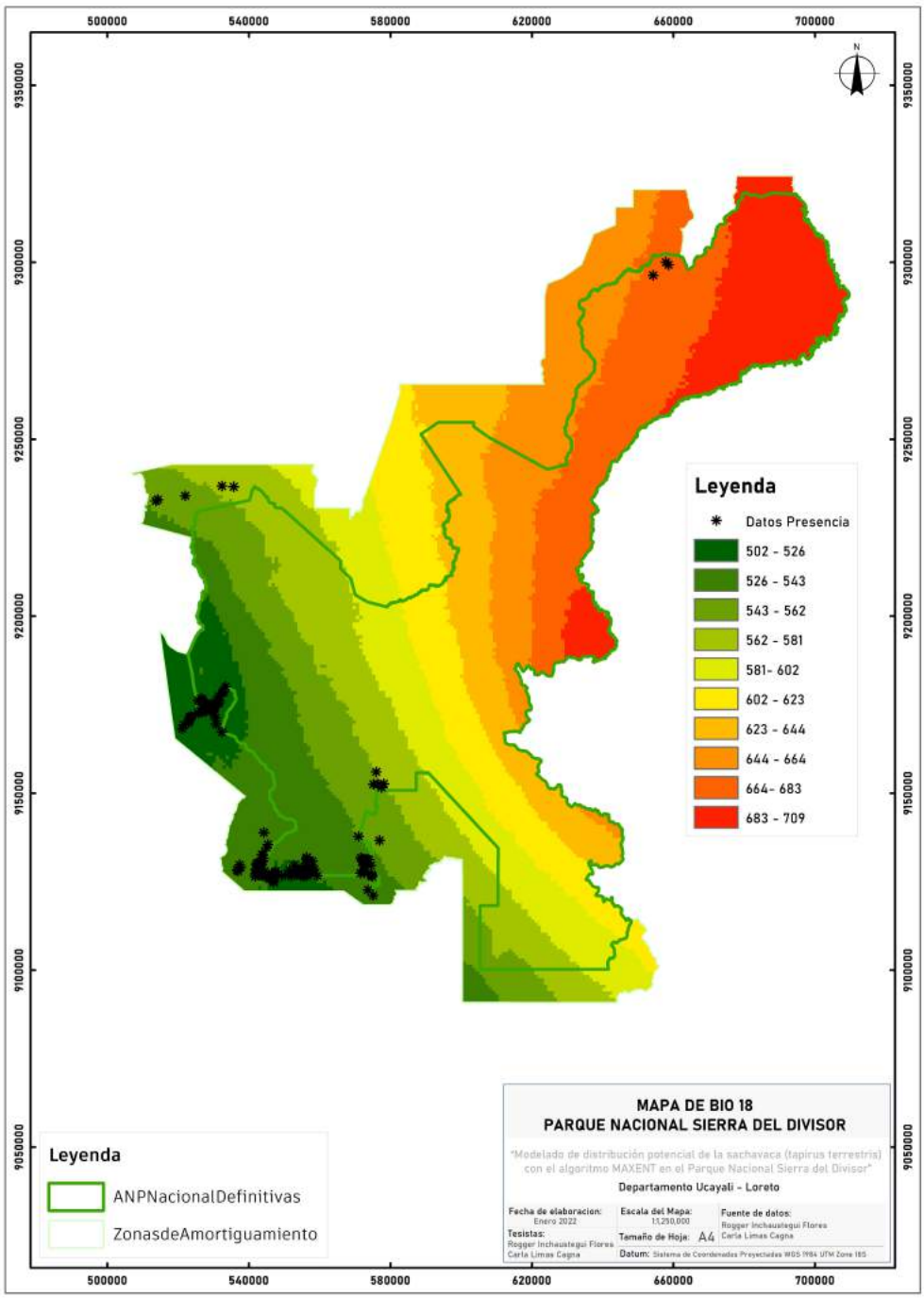
Fuente: Software MAXENT

c. Variable Bioclimática BIO 18

La variable Bioclimática BIO 18, Precipitación del trimestre más cálido: en el ámbito de estudio la variable BIO 18 presenta rangos entre 502 a los 709 milímetros por metro cuadrado y de acuerdo a los datos de presencia, se identifica que principalmente el Tapirus Terrestris, se ubica entre 502 a 571.

Figura 13

Rangos de Precipitación del trimestre más cálido y Datos de presencia

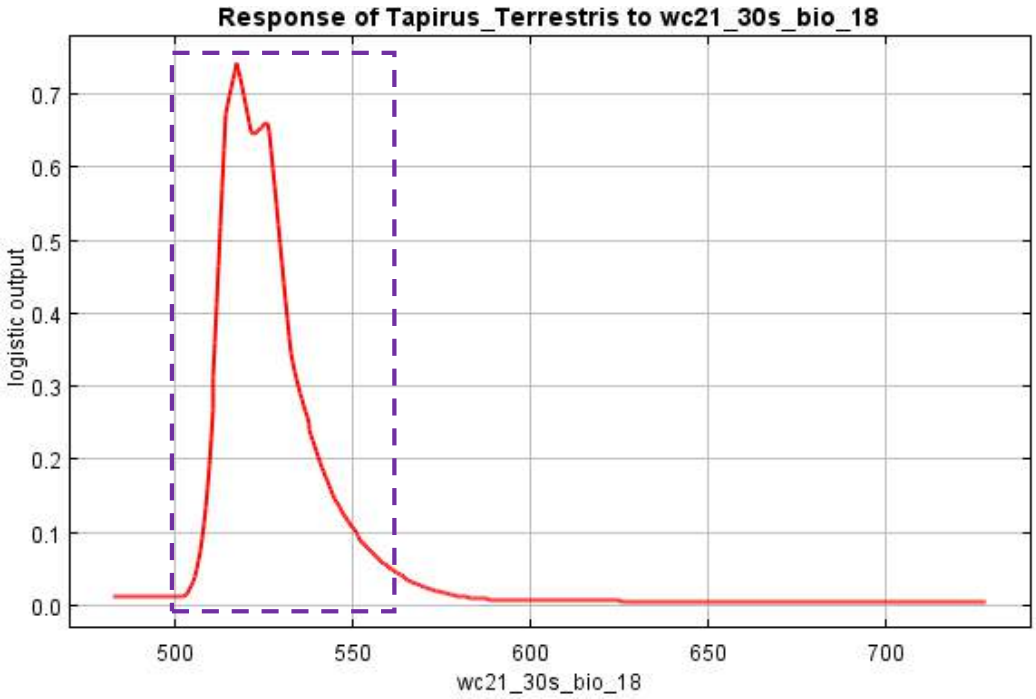


Fuente: Elaboración Propia.

Esto se puede corroborar con la curva de respuesta, que en la variable Bioclimática BIO 18 muestra picos más altos de probabilidad entre 500 y 550 milímetros por metros cuadrado. Tal como se observa en la figura siguiente:

Figura 14

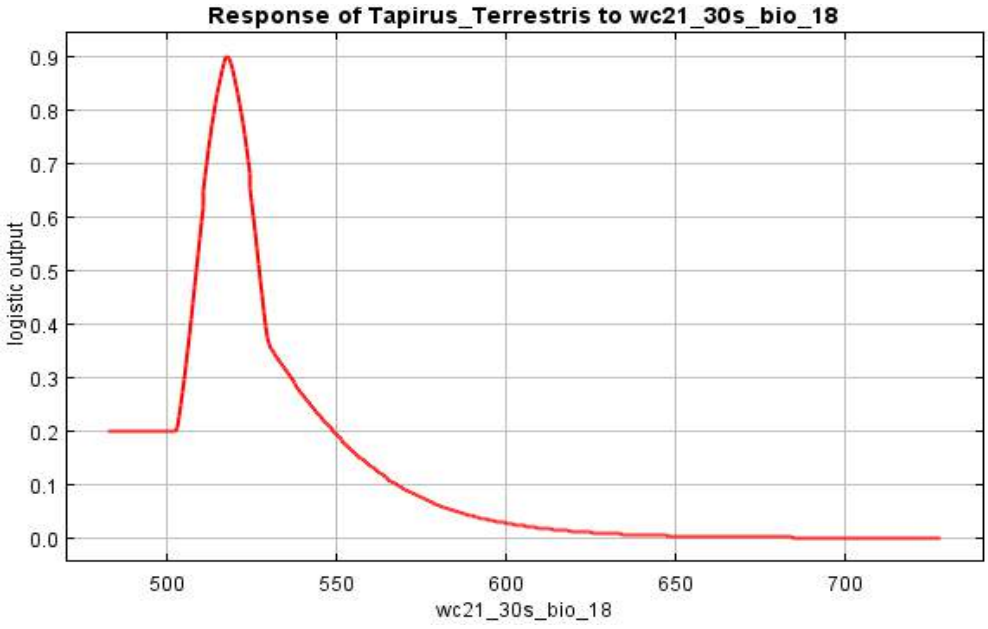
Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 18 (Grupo B)



Fuente: Software MAXENT

Figura 15

Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 18 (Grupo A)



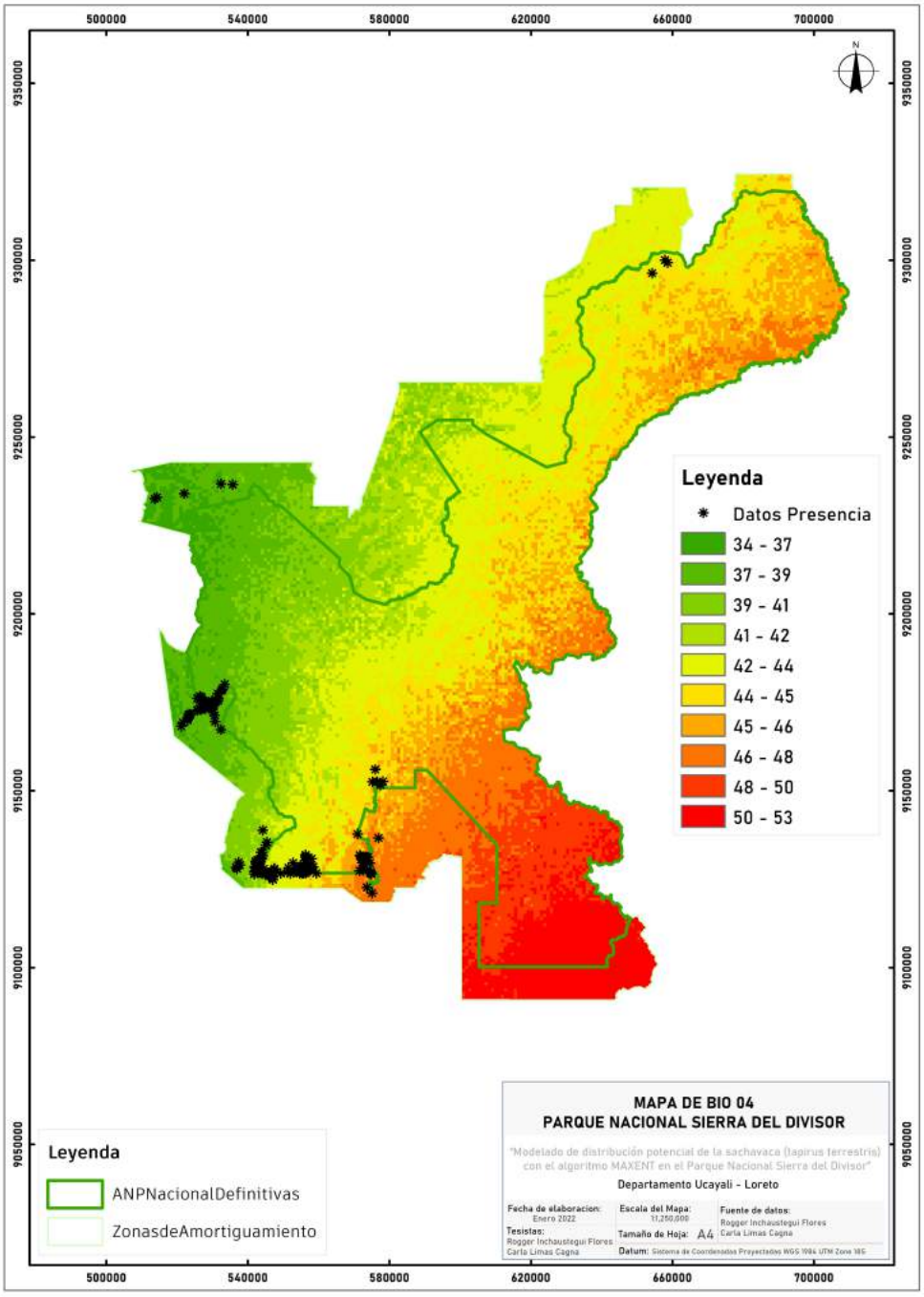
Fuente: Software MAXENT

d. Variable Bioclimática BIO 4

La variable Bioclimática BIO 4, Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar × 100), se identifica que principalmente el Tapirus Terrestris, se ubica entre los rangos de temperatura estacional de 34.85 a 47.22 °C.

Figura 16

Rangos de Estacionalidad de Temperatura y Datos de presencia

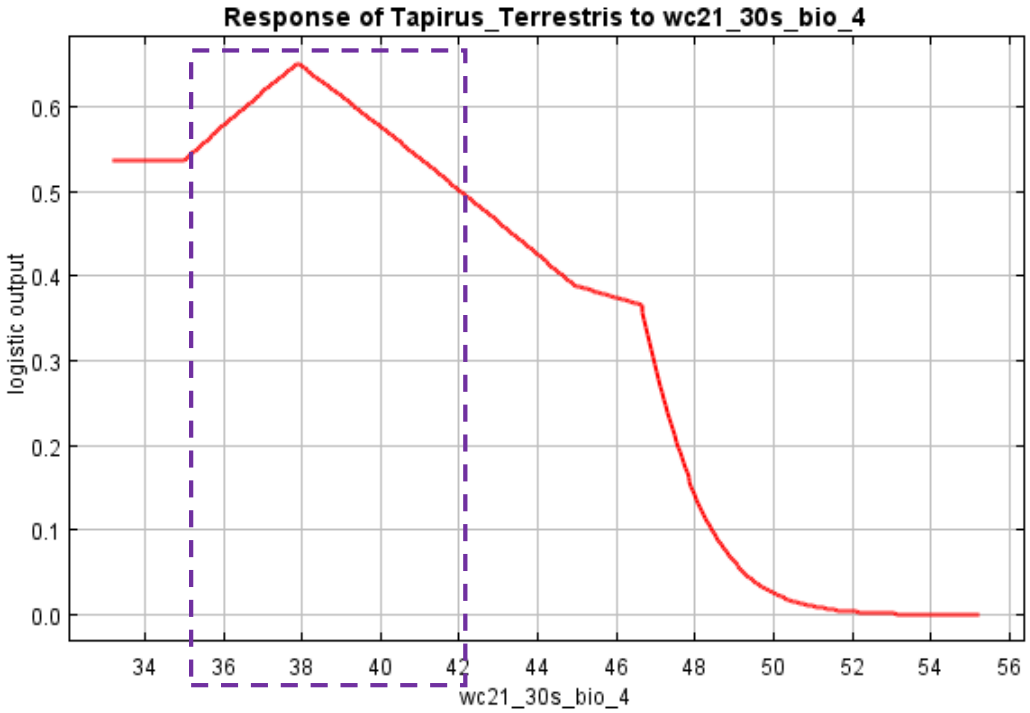


Fuente: Elaboración Propia

Esto se puede corroborar con la curva de respuesta, la variable Bioclimática BIO 4 muestra como pico más alto de probabilidad a los 38°C. Tal como se observa en la figura siguiente:

Figura 17

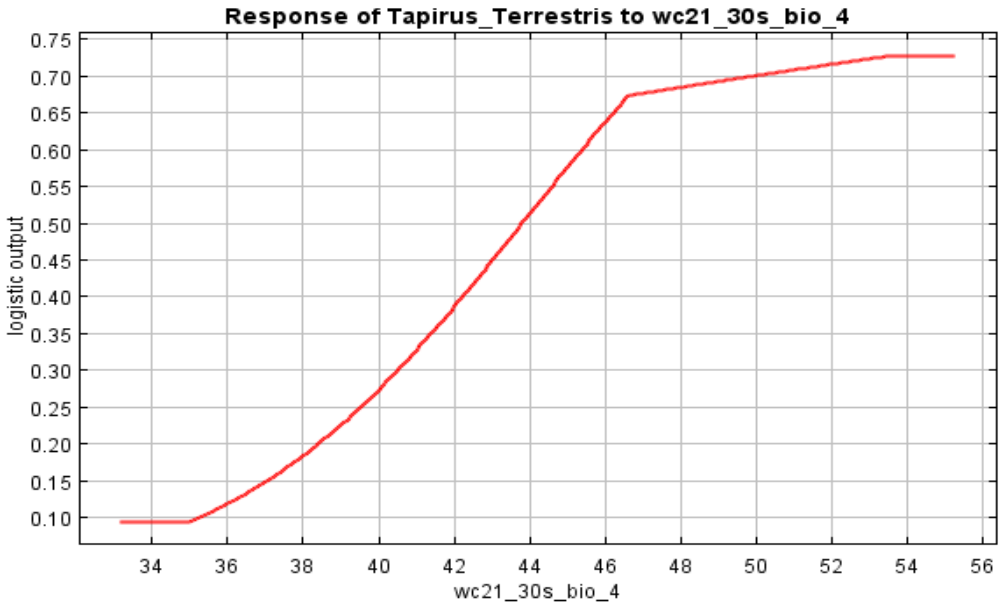
Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 4 (Grupo B)



Fuente: Software MAXENT

Figura 18

Curva de Respuesta de la Variable Bioclimática BIO 4 (Grupo A)



Fuente: Software MAXENT

Variable Topográfica

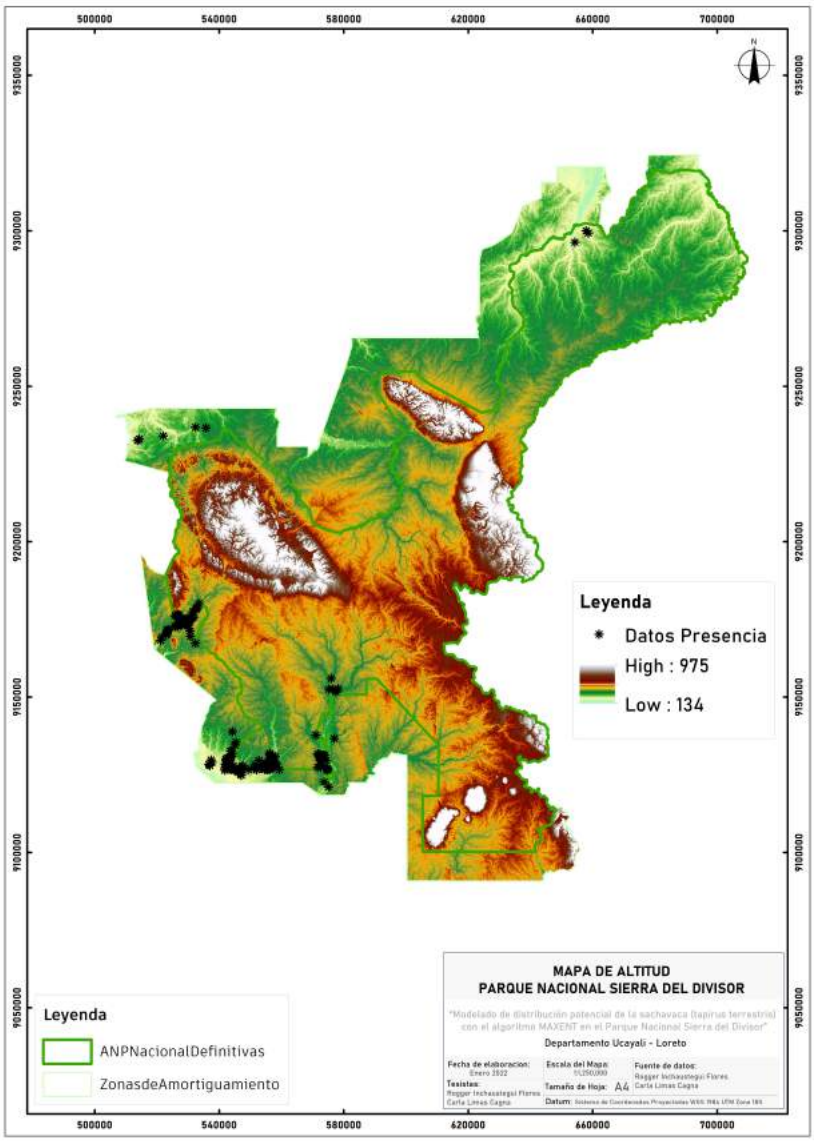
De acuerdo a la información descriptiva de caracterización del ámbito en el que se desarrolla el tapir es altitudes que oscilan entre 0-2400 msnm.

a. Altitud

La altitud se mide en metros sobre el nivel del mar, de acuerdo a la información de procesamiento de información de altitudes se identifica que el Tapirus Terrestris, suele desarrollarse entre en altitudes menores de 2400 msnm (entre 134 a 344.25 msnm). En la siguiente figura se contrasta la información de presencias registradas con los datos de elevación.

Figura 19

Vista de la Altitud en el ámbito del PNSD

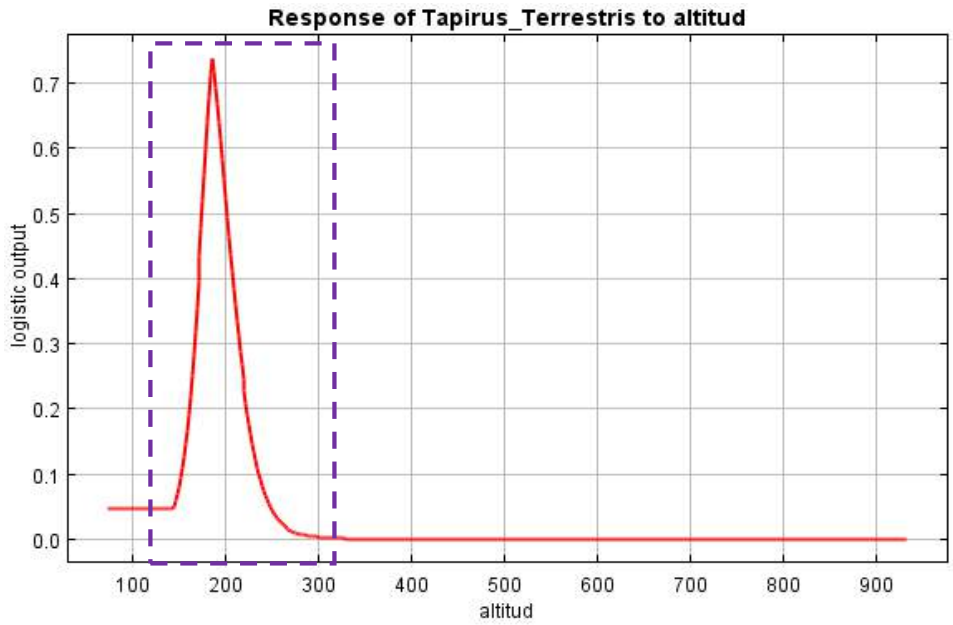


Fuente: Elaboración Propia.

Esta información, es validada con el comportamiento de la curva de respuesta para esta variable dentro del modelado, que indica que el pico de mayor probabilidad de presencia del Tapirus Terrestris se da ente los 100 a 200 msnm.

Figura 20

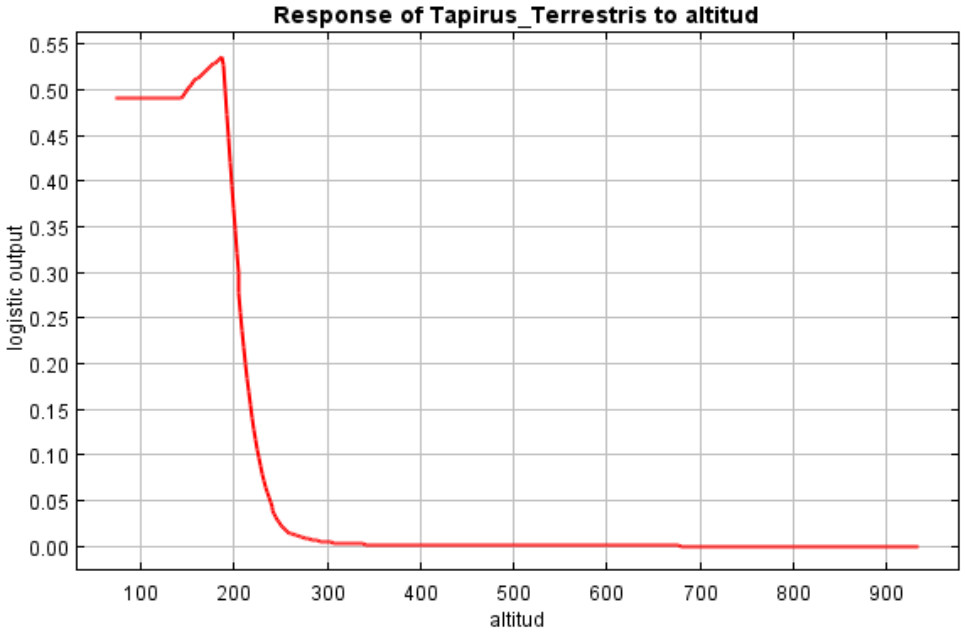
Curva de Respuesta de la Variable Altitud (Grupo B)



Fuente: Software MAXENT

Figura 21

Curva de Respuesta de la Variable Altitud (Grupo A)



Fuente: Software MAXENT

Variables Espaciales

Principalmente se procesaron la información de cobertura Vegetal y tipo de Cobertura (Bosque / No bosque), que permita la descripción de la cobertura en la que se desarrolla el Tapirus terrestris, ya que parte de la investigación es reconocer la importancia de esta especie en la recuperación de áreas y/o bosques degradados o perturbados.

a. Cobertura Bosque y no Bosque

El mapa de cobertura Bosque / No Bosque en formato raster generado a partir de la clasificación de imágenes de satélite LANDSAT 7 y 8, cuenta con la información de la cobertura de: No Bosque al 2000 (línea base), Pérdida de bosque del 2001 al 2020, Hidrografía, y Bosque remanente al 2020, para el ámbito de los bosques húmedos amazónicos. Para el análisis se realizó una codificación por tipo de cobertura identificada en la temática.

Tabla 10

Tabla de Código de Valores de Tipo de Cobertura

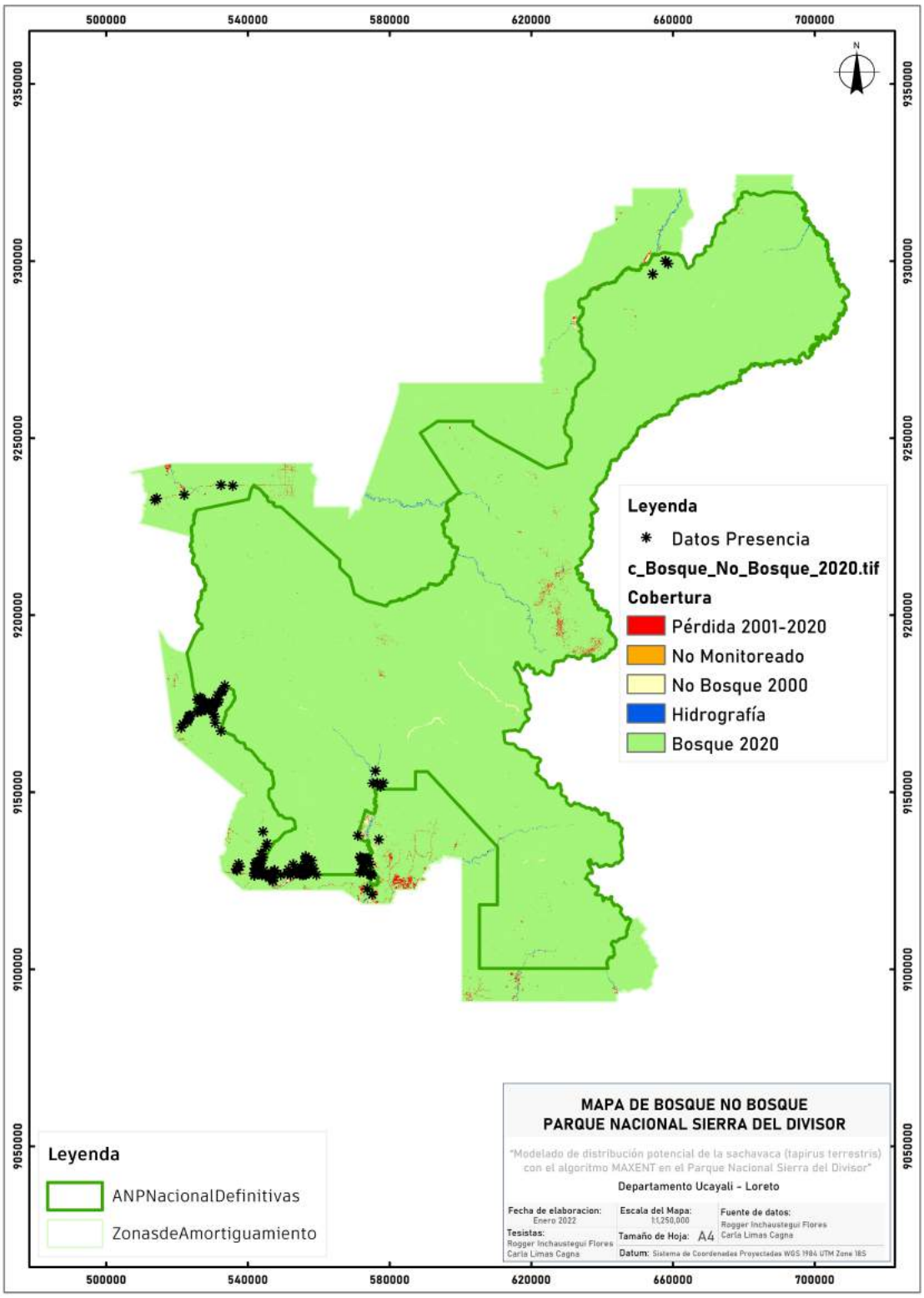
VALOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN
1	No Monitoreado	Áreas donde se no ha podido actualizar la información desde la línea base
2	No Bosque 2000	Información de perdida de cobertura en el año base (2000)
3	Bosque 2020	Información de bosque mantenido desde el año 2000
4	Hidrografía	Información de cursos de agua
5	Pérdida 2001-2020	Información de perdida de cobertura acumulativa desde el año 2000.

Fuente: Elaboración Propia

Parte del objetivo del estudio, es que se busca determinar, que el tapir se ubica en zonas con deforestación y aportan en la recuperación del bosque, cerca de zonas de hidrografía, por su alimentación, una de las características del tapir es que van a un solo punto a tomar agua (comportamiento habitual). En la siguiente figura se muestra la curva de respuesta para la variable.

Figura 22

Vista de Tipo de Cobertura en el ámbito del PNSD

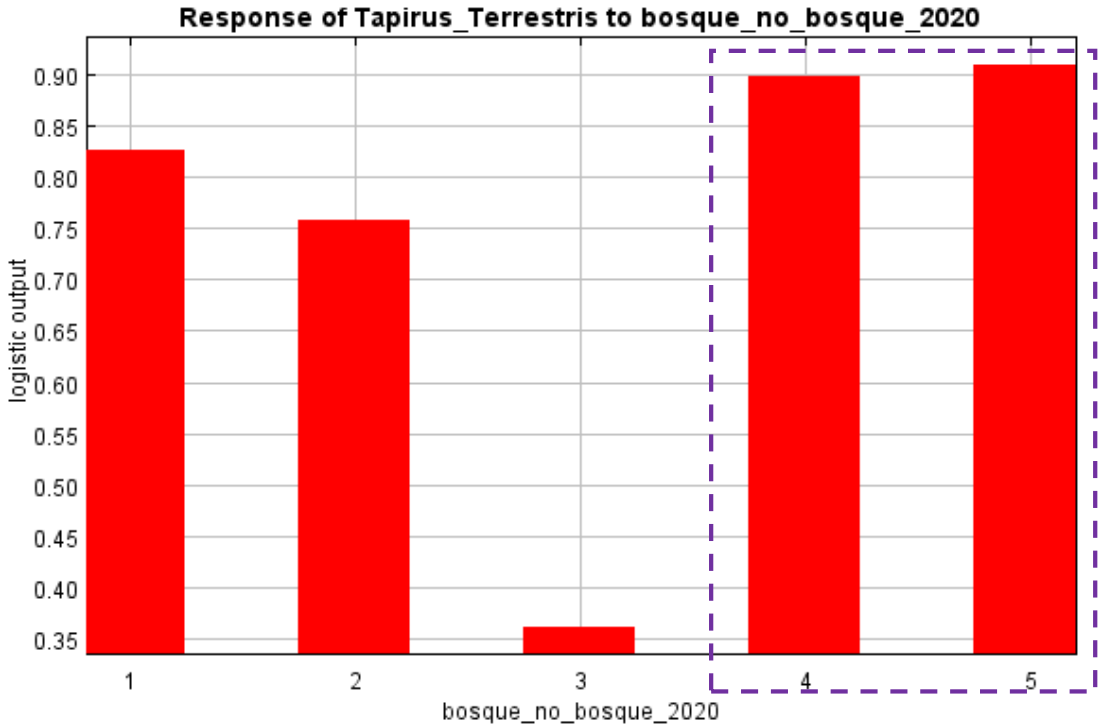


Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la curva de respuesta generada, durante el modelado, se observa que el pico más alto de probabilidad de presencia, se da en la cobertura de áreas de perdida y zonas aledañas a la hidrografía.

Figura 23

Curva de Respuesta de la Variable Tipo de Cobertura (Grupo B)



Fuente: Software MAXENT

De acuerdo a la figura 22, observamos que las variables donde hay mayor registro de presencia son las áreas de pérdida de cobertura en el periodo 2001 - 2020 e hidrografía (polígono rasterizado con una resolución de 30 metros). De la información de mapa hidrográfico dentro del ámbito de estudio, se identifica curso de agua en dos categorías ríos principales y quebradas afluentes, de la teoría se tiene que la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)* es una especie de costumbres y hábitos, es decir, tiende a establecer patrones de desplazamiento identificando zonas de alimentación, bebedero y descanso.

Complementaria a la información de tipo de cobertura, se realizó el análisis, de que distancia de los cursos de agua, tiende a desplazarse dicha especie tomando como referencia los ríos y quebradas principales y una distancia de 02 kilómetros como máximo desde el cuerpo de agua. Como resultado se obtuvo que de los 264 datos de presencia de sachavaca *(Tapirus Terrestris)* dentro del

ámbito de estudio 225 se encuentran en un rango de 02 kilómetros desde un curso de agua, en la siguiente tabla se muestra la distribución de 225 datos de presencia según distancia.

Tabla 11

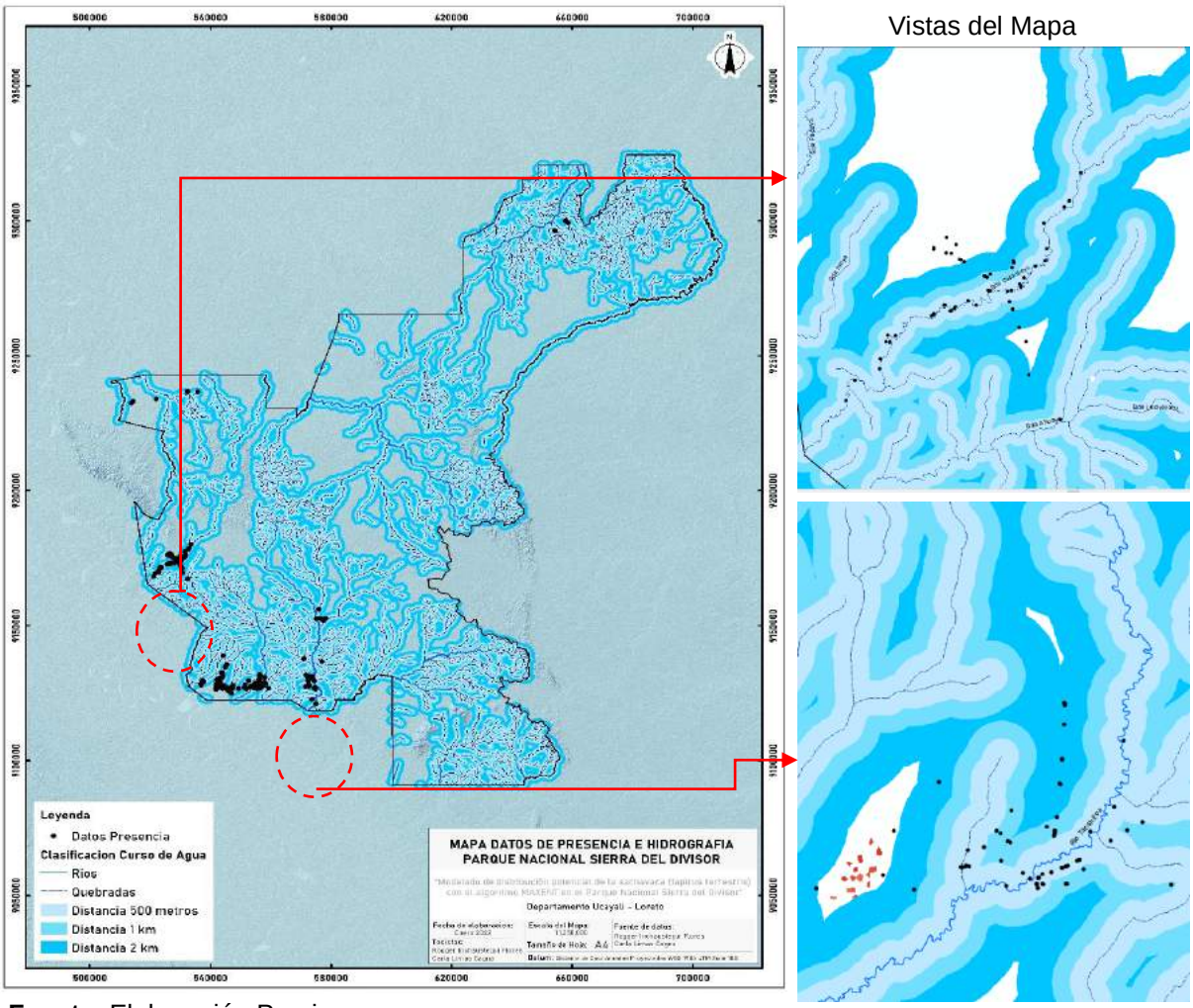
Distribución de presencia de la Sachavaca en relación a los cursos de agua

Tipo de Curso de Agua	N° Registros DISTANCIA 500 m	N° Registros DISTANCIA 1 km	N° Registros DISTANCIA 2 km
Ríos	35	16	24
Quebradas	91	25	34

De la tabla 11, podemos observar que la sachavaca *(Tapirus Terrestris)* tiende a buscar quebradas por sobre ríos, asimismo, se observa que la mayor cantidad de registros de avistamiento se dieron a una distancia de hasta 500 metros desde el curso de agua. En el siguiente mapa se muestran los resultados:

Mapa 10

Influencia de los cursos de agua frente a distribución de la sachavaca



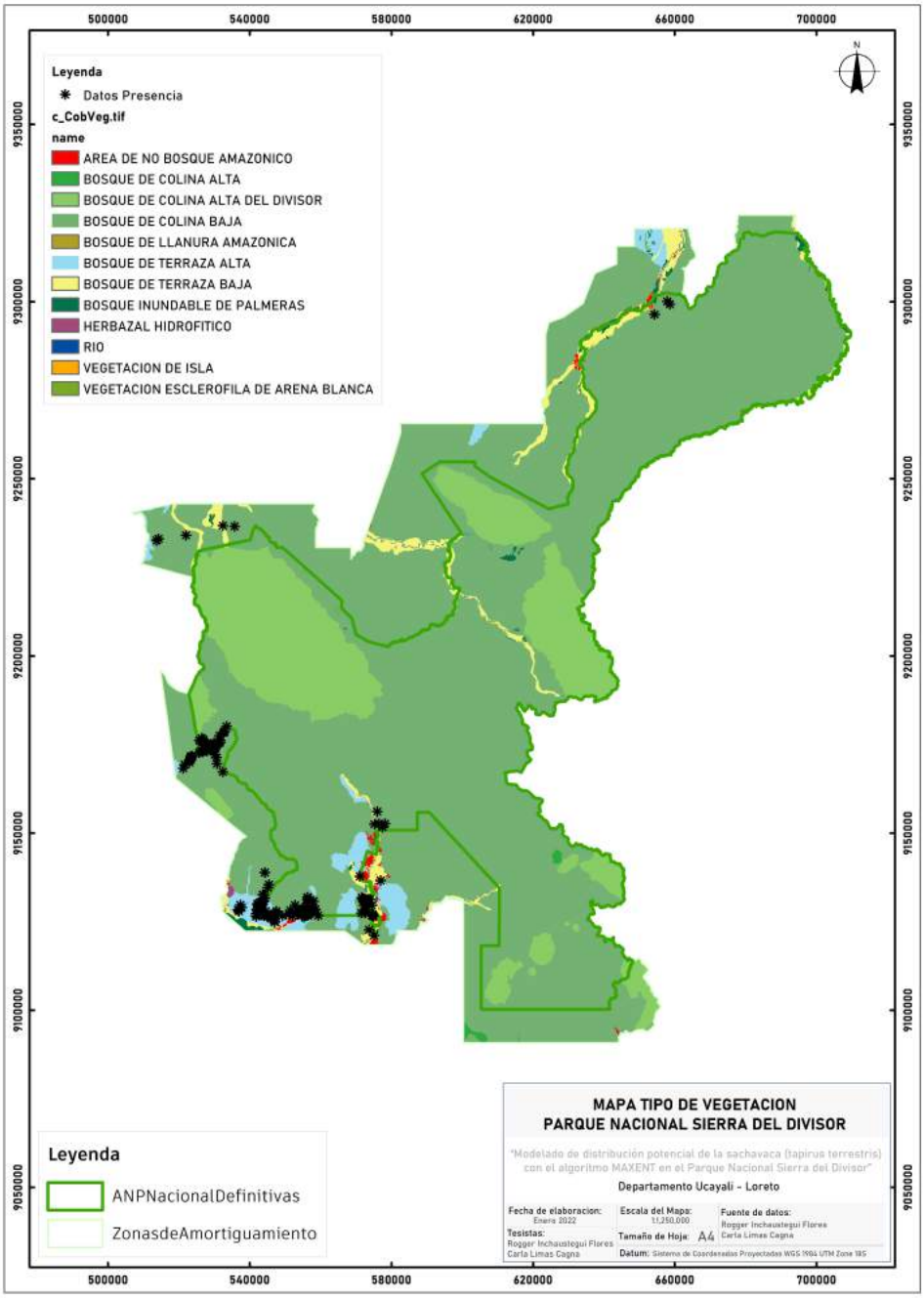
Fuente: Elaboración Propia

b. Cobertura Vegetal

El mapa de cobertura vegetal está conformado por 60 unidades especiales definidas y clasificadas en base a criterios geográficos, fisionómicos, condición de humedad y excepcionalmente florísticos. La información de cobertura vegetal corresponde a un trabajo publicado en el año 2015, cuya escala de trabajo es de 30 metros, basado en la aplicación de información satelital.

Figura 24

Mapa de Vegetación en el ámbito del PNSD



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestran los tipos de vegetación identificadas en el ámbito de estudio, así mismo como la asignación de un código.

Tabla 12

Tabla de código de Valores de Cobertura Vegetal

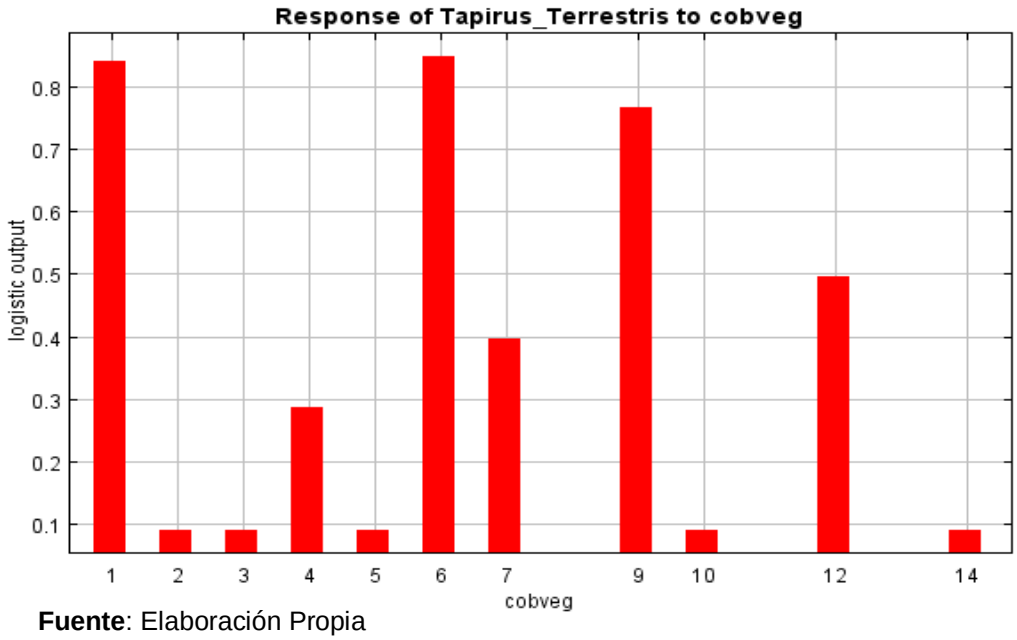
VALOR	DESCRIPCIÓN
1	Área de no bosque amazónico
2	Bosque de colina alta
3	Bosque de colina alta del divisor
4	Bosque de colina baja
5	Bosque de llanura amazónica
6	Bosque de terraza alta
7	Bosque de terraza baja
9	Bosque inundable de palmeras
10	Herbazal hidrofítico
12	Rio
13	Vegetación de isla
14	Vegetación esclerófila de arena blanca

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la curva de respuesta generada, durante el modelado, picos de mayor probabilidad en coberturas, como Bosque de Terrazas Altas, Áreas de no Bosque Amazónico (con pérdida de cobertura o bosque degradado), así como en bosques inundables de palmeras (aguajales). Tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura 25

Curva de Respuesta de la Variable Cobertura Vegetal (Grupo B)



Fuente: Elaboración Propia

De los resultados del modelado, se identifica, que la especie Tapirus Terrestris presenta mayor predisposición para desarrollarse en las coberturas área de no bosque amazónico (valor 1), bosque de terraza alta (Valor 6) y bosque inundable de palmeras (Valor 9).

Es importante resaltar que de acuerdo a la literatura el *Tapirus terrestris*, busca áreas de no bosque amazónico, bosques inundables, bosques de llanura amazónica, y bosques de terrazas.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES

1. Se realizó el modelado de distribución de la especie Tapirus Terrestris dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor, con el uso del algoritmo de máxima entropía – MAXENT, donde se obtuvo como resultado un mapa de distribución potencial y probabilidad de presencia de la especie en estudio, con un valor de capacidad predictora igual a 0.977 para los datos de entrenamiento, lo cual indica un buen desempeño del modelo e indica capacidad predictiva, con el uso de las variables seleccionadas. Se usó un total de 264 registros de presencia de Sachavaca (*Tapirus Terrestris)* dentro del ámbito de estudio, de los cuales todos corresponden a fuentes de avistamiento directo, el 99.9% de los registros corresponden a información proporcionada por el Parque Nacional Sierra del Divisor, siendo solo el 0.01% obtenido de la plataforma del GBIF.

2. Se identificaron las variables de mayor aporte al modelado de la especie Tapirus Terrestris dentro del Parque Nacional Sierra del Divisor, donde se identifican siete (07) variables con mayor importancia en el modelo siendo: wc21_30s_bio_12 (precipitación), Altitud, Bosque_no_bosque_2020, Cobertura Vegetal, wc21_30s_bio_18 (precipitación del trimestre más cálido), wc21_30s_bio_14 (Precipitación del mes más húmedo) y wc21_30s_bio_4 (estacionalidad de la temperatura). Asimismo, se pudo identificar que las variables de mayor importancia y/o variables de mayor uso durante el modelado son de carácter bioclimático, asociados a la precipitación y temperatura.

3. Del análisis de variables se identificó que la variable más importante es la Precipitación total anual (bio12); es decir, esta variable predice de forma más efectiva cuando se utiliza de forma aislada, teniendo información más útil. Por otra parte, se observa que la altitud es la variable que más disminuye el desempeño del modelo cuando se omite, pues tiene la mayoría de la información que no está presente en las demás variables. En cuanto a las variables espaciales, se identifica, que la especie Tapirus

Terrestris presenta mayor predisposición para desarrollarse en las coberturas área de no bosque amazónico y áreas con pérdida de cobertura, sobre bosques de terraza alta y bosque inundable de palmeras. Asimismo, las variables de carácter espectral (como los índices de vegetación) no aportan al desarrollo del modelo

CAPÍTULO VI
RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la descarga de datos de presencias a través del Pluggins integrado en el Qgis del Gbif, ya que utilizar el Pluggins tiene la ventaja de la limpieza de datos con respecto a la información geoespacial a la cual está asociada (coordenadas) al descargar directamente de la página de GBIF, se descarga información en general incluyendo aquellos que no cuentan con referencia geoespacial.

2. Obtener datos de presencia obtenidos de observación directa es de gran importancia y contar con dicha información enriquece el modelo, siendo una base fundamental. La Sachavaca *(Tapirus Terrestris)*, es una especie que gusta de áreas degradadas, mas es importante aclarar que las áreas degradadas no son su hábitat natural. Para este estudio solo se contó con información de presencia y/o avistamiento en áreas degradadas debido a que la finalidad es el monitoreo de la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)* como indicador de recuperación de bosques.

3. Para el estudio se tuvo información sesgada con respecto a la determinación del hábitat de la Sachavaca *(Tapirus Terrestris)*, ya que no se contó con información del hábitat natural dentro de un ecosistema no perturbado.

4. Es importante tener en consideración la extensión del estudio en la selección de datos a considerar, en caso del presente estudio la información bioclimática tuvo un aporte no muy determinante debido a la gran escala de los datos.

5. Se recomienda tomar en consideración variables de comportamiento de la especie a modelar.

6. La información obtenida permite la definición de nuevos transectos, donde se podría monitorear la presencia del *Tapirus Terrestris* dentro del ámbito de estudio, asimismo, poder recabar mayor información del hábitat natural en el que se desarrolla dicha especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta, H., Cavelier, J. & Londoño, S. 1996. Aportes al conocimiento de la biología de la danta de mon-taña Tapirus pinchaque, en los Andes centrales de Colombia. Biotrópica 28(2):258-266.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.

Arias Quispe, David (2016). Modelado del nicho ecológico de Diablo Fuerte, (Prumnopitys harmsiana), Ulcumano (Retrophyllum rospigliosii), y nogal (Juglans neotropica) en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín. Universidad Nacional del Centro del Peru, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. http://hdl.handle.net/20.500.12894/3458.

Barcelos, A. R., Bobrowiec, P. E. D., Sanaiotti, T. M., Gribel, R. 2013. Seed germination from lowland tapir (Tapirus terrestres) fecal simple collected during collected during the dry season in the northern Brazilian Amazon. Integrative Zoology 8:63-73.

Bodmer, R. E. 1990. Fruit patch size and frugivory in the lowland tapir (Tapirus terrestres). Journal Zoology. London 222:121-128.

Bodmer, R. E. y Brooks, D. M. 1997. Evaluación del Estado y Plan de Acción del Tapir de Tierra Baja (Tapirus terrestris). En: Brooks, D. M., R. E. Bodmer y S. Matola (Eds.). Evaluación de estado Actual y Plan de Acción para su Conservación. Tapires. UICN, Gland, Switzerland and Cambridge. UK 107-117.

Cardona, A. J. (2019). MONGABAY LATAM. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de https://es.mongabay.com/2019/09/tapir-arquitecto-de-los-bosques-latinoamericanos/

Castellanos, A y Vallejo, A 2022. Tapirus terrestris En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Tapirus%20terrestris.

Chávez, A., Amanzo, J., & Sánchez, C. (2014). Evaluación del Comportamiento del Tapir Amazónico Tapirus Terrestris en cautiverio. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Ciencias Biológicas y Fisiológicas.https://www.researchgate.net/publication/303214804_Evaluacion_del_Comportamiento_del_Tapir_Amazonico_Tapirus_terrestris_en_cautiverio

Chalukian, S., Bustos, M. S., Lizárraga, R. L. 2013. Diet of lowland tapir (Tapirus terrestris) in El Rey National Park, Salta, Argentina. Integrative Zoology 8:48-56.

Constantino, E., Lizcano, D. J., Montenegro, O. y Solano, C. 2006. Danta común Tapirus terrestris. En: Rodríguez, J., J. Alberico, M. Trujillo y J. Jorgensen (Eds.). Libro rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Colombia 106-112.

Emmons, L. H. y Feer, F. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical, una guía de campo. 1era edición en español. 1era edición en español. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.

Guisan, A. & Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution model in ecology. Ecological Modelling, 135, 147-186.

Guisan, A. & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Ecology Letters, 8(9), 993-1009. doi: 10.1111/j.1461- 0248.2005.00792.x.

Henry, O., Feer, F., Sabatier, D. 2000. Diet of the lowland Tapir (Tapirus terrestres) in French Guiana. Biotropica 32(2):364-368.

Hershkovitz, P. 1954. Mammals of northern Colombia, preliminary report No. 7: Tapirs (Genus Tapirus), with a systematic review of american species. Proceedings of the United States National Museum 103(3329):465-496.

Herrera, J. C., Taber, A., Wallace, R., Painter, L. 1999. Lowland tapir (Tapirus terrestris) behavioral ecology in a southern Amazonian tropical forest.

Vida Silvestre Neotropical 8:31-37.

Iza, I. P. (2017). Determinación de áreas de influencia de especies vulnerables registradas en las cámaras trampa ubicadas en la estación científica Yasuni a través de modelo geo estadísticos y de máxima entropía. Universidad de las Fuerzas Armadas, Ciencias de la Tierra y la Construcción. Sangolqui: ESPE.

Linnaeus, 1758 (Tapirus Terrestris) en Secretaría de GBIF (2019). Taxonomía de la columna vertebral de GBIF. Conjunto de datos de lista de verificación https://doi.org/10.15468/39omei accedido a través de GBIF.org on 2020-11-19.

Lizcano D. J. y J. Cavelier. 2006. Características químicas de salados y hábitos alimenticios de la danta de montaña (Tapirus pinchaque Roulin, 1829) en los Andes centrales de Colombia. Mastozoología Neotropical 11:193-201.

Machado Filho, C. (2020). Zonas adecuadas para Anta Brasileño (Tapirus Terrestris, Linnaeus 1758) en Mata - Atlántica: Factores Integrantes en diferentes escalas espaciales. Universidad Federal de Goiás, Instituto de Ciencias Biológicas - ICB (RG). Brasil: Universidad Federal de Goiás. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10410.

Martínez, N., Aguirre Planter, E., Eguiarte, L., & Jaramillo Correa, J. (2016). Modelado de nicho ecológico de las especies del género Abies (Pinaceae) en México: Algunas implicaciones taxonómicas y para la conservación. Informe de Investigación, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Zoología, México. doi:10.17129/botsci.508

Medici, E. 2010. Assessing the viability of Lowland Tapir populations in a fragmented landscape. PhD. Thesis. University of Kent: Centerbury, United Kingdom.

Mota Vargas, C., Encarnación Luevano, A., Ortega Andrade, H., Prieto Torres, D., Peña Peniche, A., & Rojas Soto, O. (2019). Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. Universidad Autónoma del Estado de

Hidalgo. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Montenegro, O. L. 1998. The behavior of lowland tapir (Tapirus terrestres) at natural mineral lick in the peruvian Amazon. MSc thesis, University of Florida, Gainsville, Florida.

Montenegro O. 2004. Natural licks as keystone resources for wildlife and people in Amazonia. Ph.D. University of Florida, United States. 145 pp.

Naveda, A., de Thoisy, B., Richard-Hansen, B., Torres, D. A., Salas, L., Wallance, R., Chalukian, S. y de Bustos, S. 2008. Tapirus terrestris. En: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2.

Peterson, A., J. Soberón, R. Pearson, R. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura y M. Phillips, S. (2006) A brief tutorial on Maxent. AT&T Research. Available at: http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/tutorial/tutorial.doc

Phillips, S., R. Anderson y R. Schapire. (2006). "Maximum entropy modeling of species geographic distributions." Ecological Modelling 190(3): 231-259.

Pulliam, H. R. (2000). On the relationship between niche and distribution. Ecology Letters, 3(4), 349-361.

Raxworthy, C. J., Martínez-Meyer, E., Horning, N., Nussbaum, R. A., Schneider, G. E., Ortega-Huerta, M. A. & Peterson, A. T. (2003). Predicting distribution of known and unknown reptile species in Madagascar. Nature, 426, 837-841.

Salas, L. A. 1996. Habitat use by loland tapirs (Tapirus terrestres L.) in the Tabaro River valley, southern Venezuela. Canadian Journal of Zoology 74:1452-1458.

Tirira, D. G. 2007. Mamíferos del Ecuador. Guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 6. Quito.

Tobler, M. W., Carrillo-Percastegui, S. E., Powell, G. 2009. Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-

eastern Peru. Journal of Tropical Ecology 25:261-270.

Valdillo Galdos, Fiorella Virgina del Carmen (2018). Modelamiento espacial aplicado al desarrollo del ecoturismo y la conservación de la avifauna en la vertiente occidental del Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12404/10021.

Zunino, M. y Zullini, A. 2003. Biogeografía: La dimensión espacial de la evolución. Fondo de Cultura Económica. Mexico.

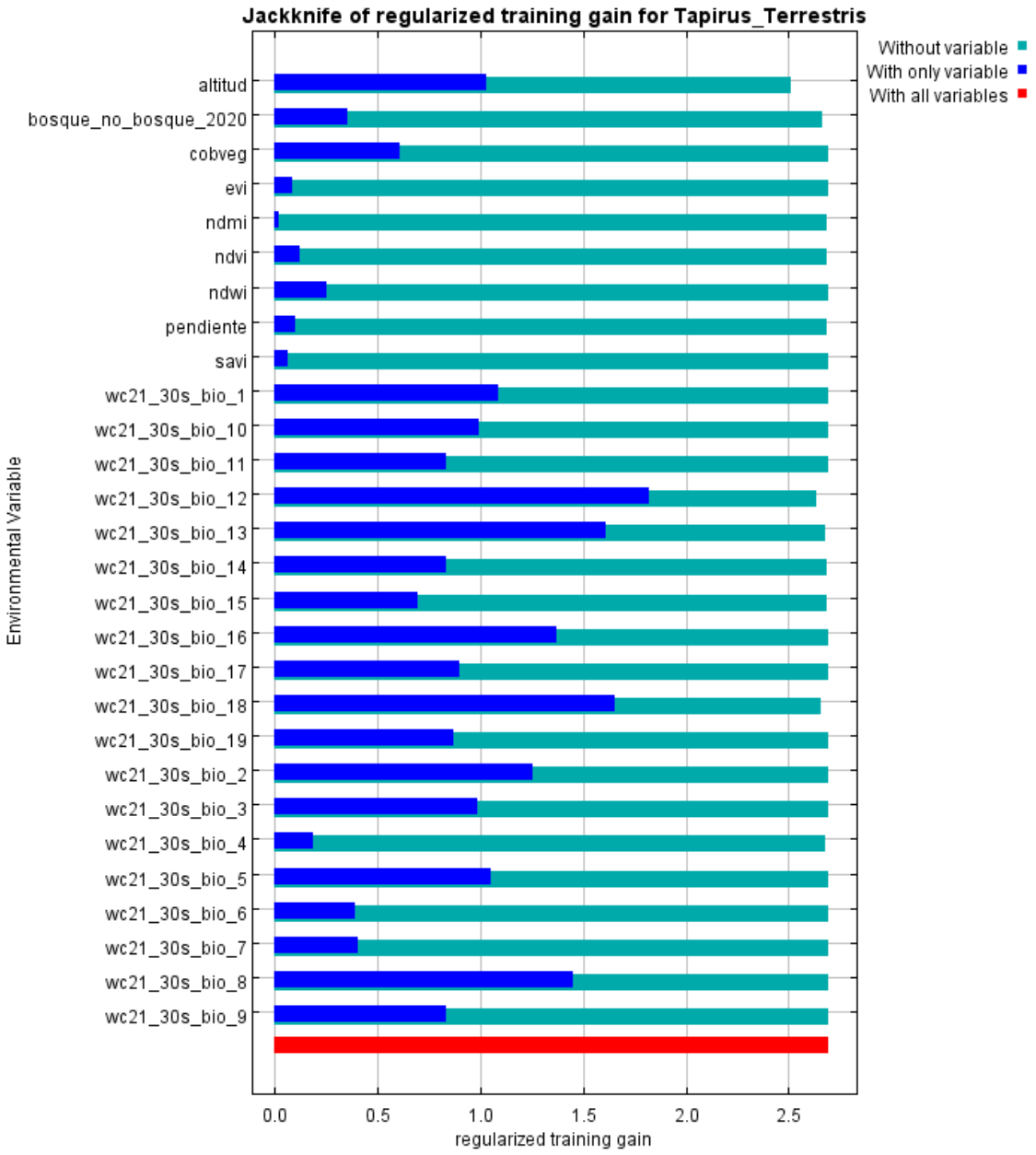
ANEXOS

Anexo 1: Resultado de contribución de todas las variables del estudio para el modelamiento de distribución potencial del Tapirus Terrestris con MAXENT.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
wc21_30s_bio_12	59.6	0.7
altitud	21	37.9
bosque_no_bosque_2020	3.3	0.5
wc21_30s_bio_16	3.3	0
wc21_30s_bio_13	2.2	1.5
wc21_30s_bio_18	1.4	48
wc21_30s_bio_14	1.4	4.1
wc21_30s_bio_5	1.4	0.1
wc21_30s_bio_11	0.9	0
wc21_30s_bio_7	0.8	0.1
wc21_30s_bio_4	0.8	4.3
wc21_30s_bio_15	0.8	0.4
wc21_30s_bio_10	0.6	0
wc21_30s_bio_6	0.5	0
cobveg	0.4	0.1
wc21_30s_bio_3	0.4	1.4
wc21_30s_bio_9	0.3	0
wc21_30s_bio_8	0.2	0
evi	0.1	0
ndvi	0.1	0.1
ndwi	0.1	0
wc21_30s_bio_1	0.1	0
pendiente	0	0.2
wc21_30s_bio_2	0	0.3
ndmi	0	0.2
savi	0	0
wc21_30s_bio_19	0	0
wc21_30s_bio_17	0	0

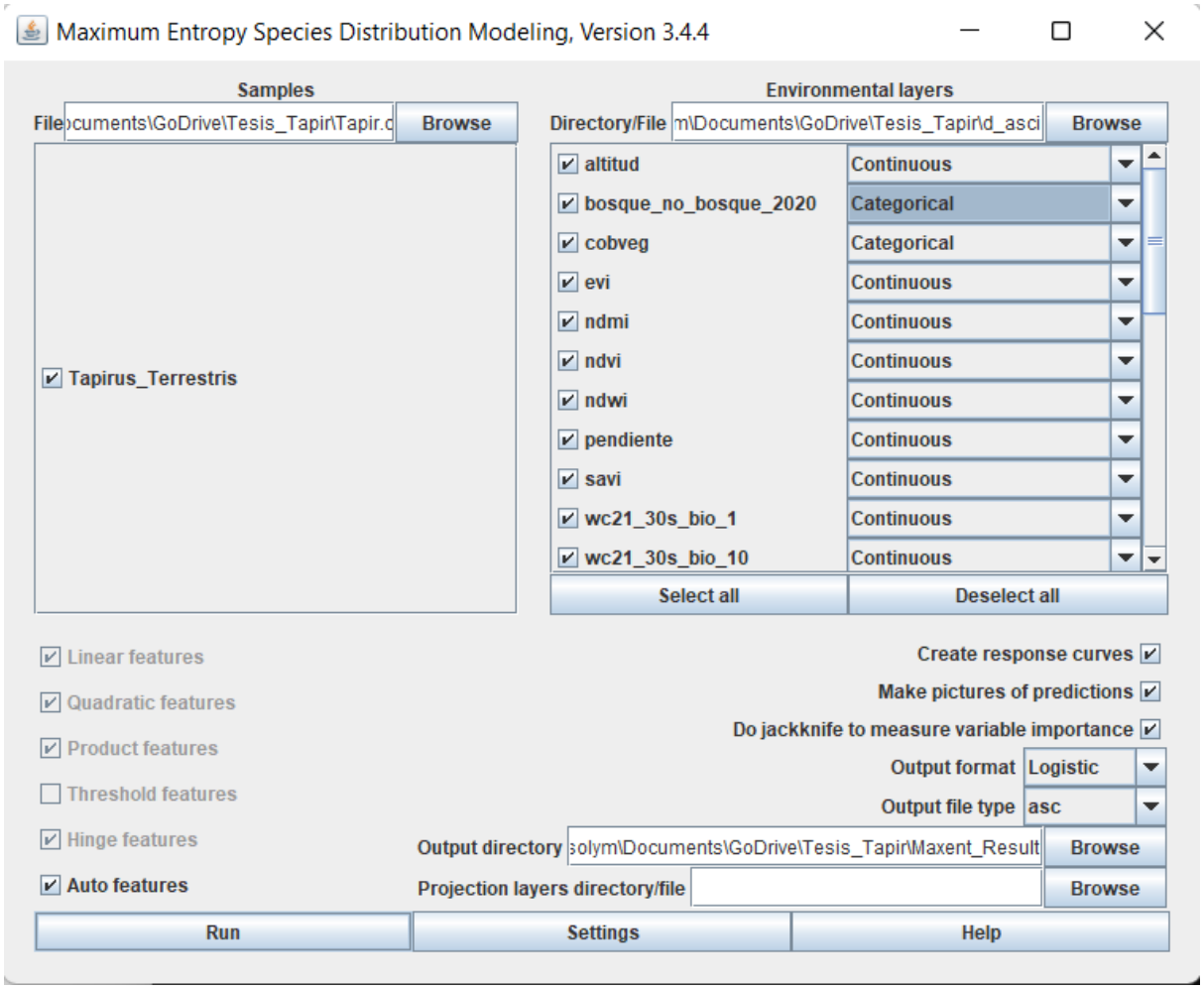
Anexo 2: Análisis jackknife de todas las variables del estudio para el modelamiento de distribución potencial del Tapirus Terrestris con MAXENT.

La siguiente imagen muestra los resultados de la prueba jackknife de importancia variable. La variable ambiental con mayor ganancia cuando se usa aisladamente es wc21_30s_bio_12, que por lo tanto parece tener la información más útil por sí sola. La variable ambiental que más disminuye la ganancia cuando se omite es la altitud, que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables.



Anexo 3: Modelamiento de distribución potencial del Tapirus Terrestris con MAXENT con las variables de mayor importancia y contribución al modelo.

Paso 1: Registro de Variables MAXENT



Ajustes de Modelado MAXENT

- 192 registros de presencia utilizados para el entrenamiento.
- 10186 puntos utilizados para determinar la distribución de Maxent (puntos de fondo y puntos de presencia).
- Valores de regularización: lineal/cuadrático/producto: 0.050, categórico: 0.250, umbral: 1.000, bisagra: 0.500
- Tipos de características utilizadas: curvas de respuesta cuadráticas lineales producto bisagra: verdadero
- jackknife: verdadero

Resultados MAXENT

- La ganancia de entrenamiento regularizada es 2.647, el AUC de entrenamiento es 0.977, la ganancia de entrenamiento no regularizado es 2.810.
- Algoritmo terminado después de 500 iteraciones (2 segundos).

Capas ambientales utilizadas:

- altitud
- bosque_no_bosque_2020(categórico)
- cobveg(categórico)
- wc21_30s_bio_12
- wc21_30s_bio_14
- wc21_30s_bio_18
- wc21_30s_bio_4

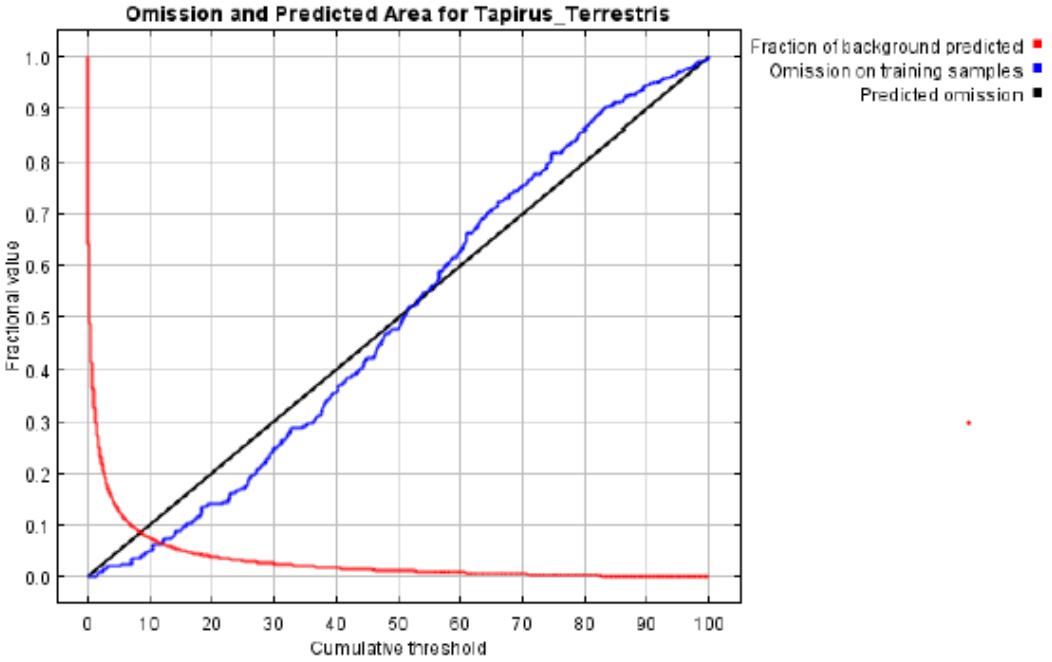
Anexo 4: Reporte de Resultados de Modelamiento de distribución potencial del Tapirus Terrestris con MAXENT con las variables de mayor importancia y contribución al modelo.

Modelo Maxent para Tapirus_Terrestris

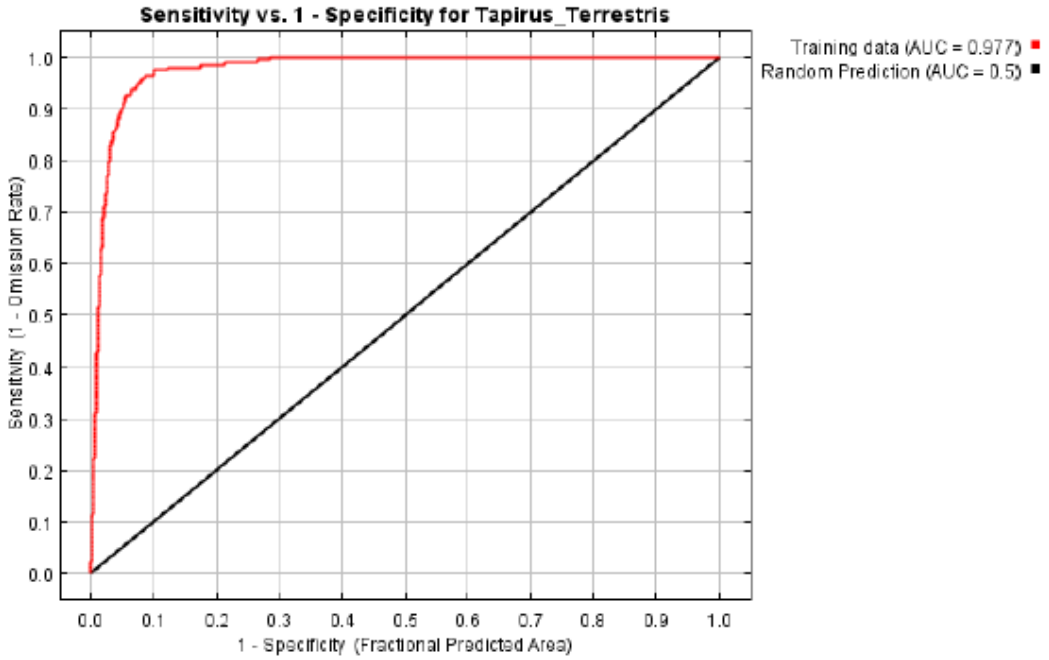
Esta página contiene un análisis del modelo de Maxent para Tapirus_Terrestris, creado el lunes 07 de marzo a las 23:07:18 COT de 2022 con la versión 3.4.4 de Maxent. Si desea realizar más análisis, los datos sin procesar utilizados aquí están vinculados al final de esta página.

Análisis de omisión/comisión

La siguiente imagen muestra la tasa de omisión y el área prevista en función del umbral acumulativo. La tasa de omisión se calcula tanto en los registros de presencia de capacitación como (si se usan datos de prueba) en los registros de prueba. La tasa de omisión debe estar cerca de la omisión prevista, debido a la definición del umbral acumulativo.



La siguiente imagen es la curva característica operativa del receptor (ROC) para los mismos datos. Tenga en cuenta que la especificidad se define utilizando el área predicha, en lugar de la comisión real (consulte el artículo de Phillips, Anderson y Schapire citado en la página de ayuda para conocer el significado de esto). Esto implica que el AUC máximo alcanzable es inferior a 1. Si los datos de prueba se extraen de la propia distribución de Maxent, entonces el AUC de prueba máximo posible sería 0,966 en lugar de 1; en la práctica, el AUC de la prueba puede exceder este límite.

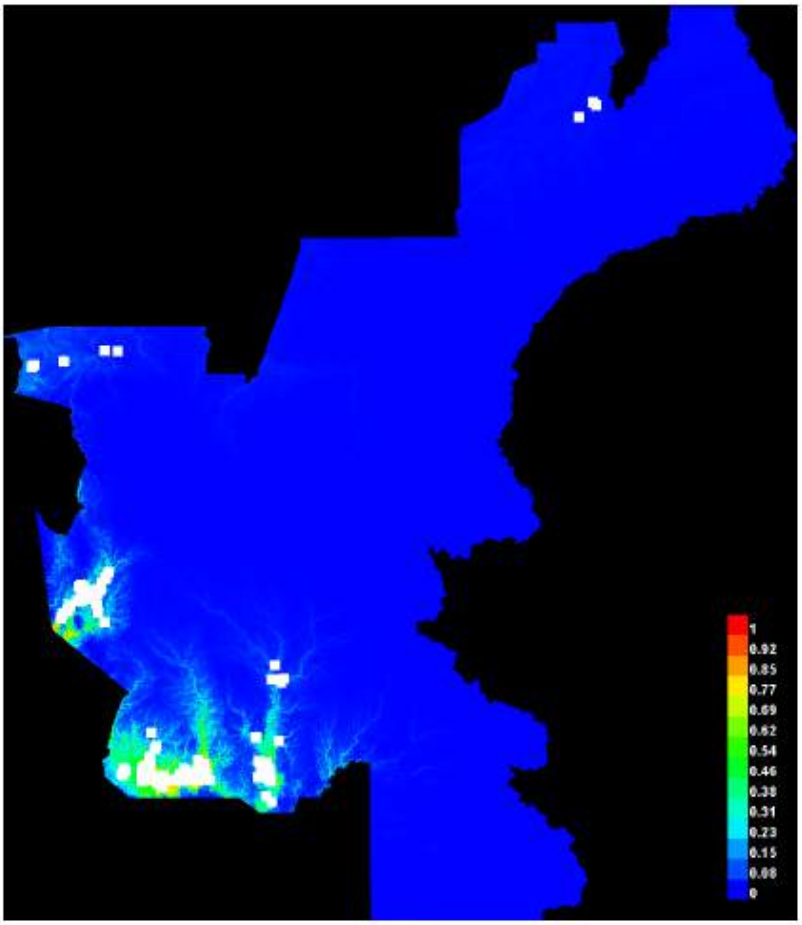


Algunos umbrales comunes y tasas de omisión correspondientes son los siguientes. Si hay datos de prueba disponibles, las probabilidades binomiales se calculan exactamente si el número de muestras de prueba es como máximo 25; de lo contrario, se utiliza una aproximación normal a la binomial. Estos son valores p unilaterales para la hipótesis nula de que los puntos de prueba no se predicen mejor que mediante una predicción aleatoria con la misma área fraccional predicha. El umbral de "Balance" minimiza 6 * tasa de omisión de entrenamiento + 0,04 * umbral acumulativo + 1,6 * área predicha fraccional.

Umbral acumulativo	Umbral logístico	Descripción	Área predicha fraccional	Tasa de omisión de entrenamiento
1.000	0.005	Valor acumulado fijo 1	0.339	0.000
5.000	0.038	Valor acumulado fijo 5	0.128	0.021
10.000	0.099	Valor acumulado fijo 10	0.075	0.052
1.444	0.007	Presencia mínima de formación	0.286	0.000
15.885	0.201	Presencia de entrenamiento percentil 10	0.049	0.099
11.999	0.126	Sensibilidad y especificidad de entrenamiento iguales	0.064	0.062
8.619	0.080	Máxima sensibilidad de entrenamiento más especificidad	0.086	0.036
2.391	0.012	Omisión de entrenamiento de equilibrio, área prevista y valor de umbral	0.213	0.010
10.688	0.107	Igualar la entropía de las distribuciones umbral y original	0.071	0.062

fotos de la modelo

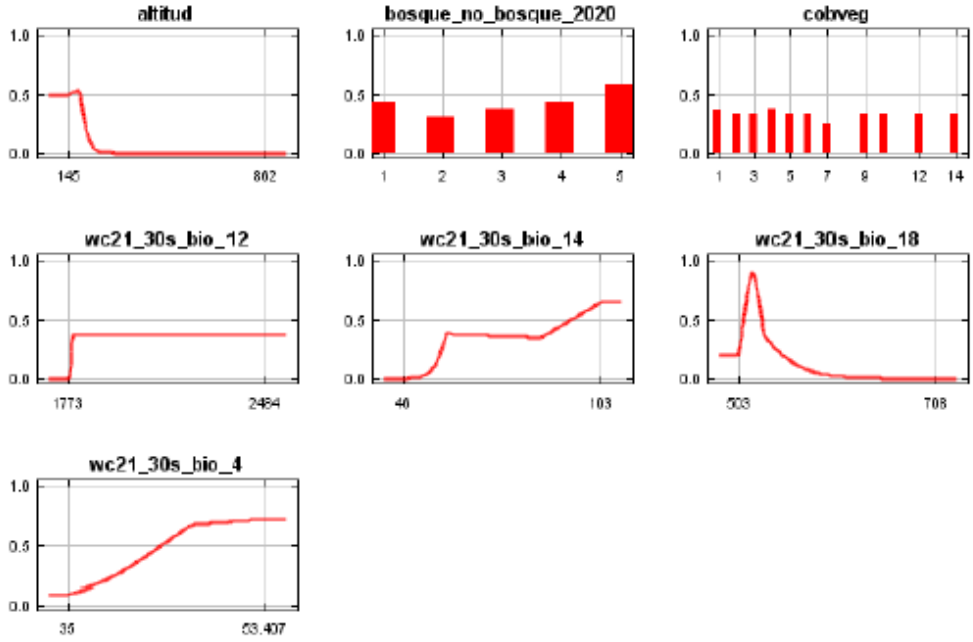
Esta es una representación del modelo Maxent para Tapirus_Terrestris. Los colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones previstas. Los puntos blancos muestran las ubicaciones de presencia utilizadas para el entrenamiento, mientras que los puntos violetas muestran las ubicaciones de prueba. Haga clic en la imagen para una versión de tamaño completo. (No se creó un enlace a la herramienta Explicar para este modelo. El modelo usa características del producto, mientras que la herramienta Explicar solo se puede usar para modelos aditivos).



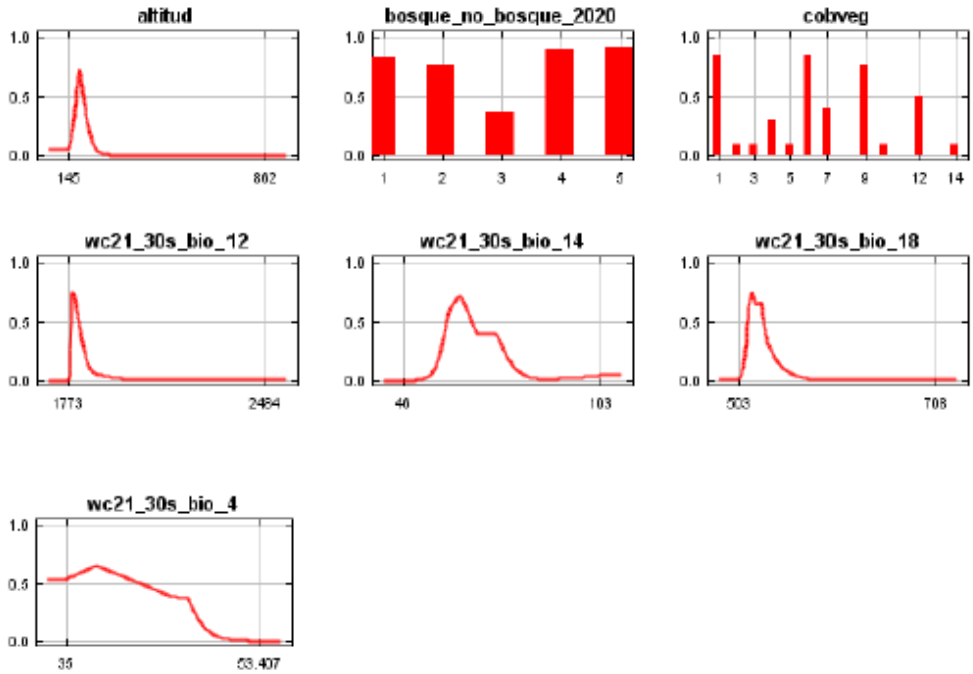
Curvas de respuesta

Estas curvas muestran cómo cada variable ambiental afecta la predicción de Maxent. Las curvas muestran

cómo cambia la probabilidad prevista de presencia a medida que varía cada variable ambiental, manteniendo todas las demás variables ambientales en su valor de muestra promedio. Haga clic en una curva de respuesta para ver una versión más grande. Tenga en cuenta que las curvas pueden ser difíciles de interpretar si tiene variables fuertemente correlacionadas, ya que el modelo puede depender de las correlaciones de maneras que no son evidentes en las curvas. En otras palabras, las curvas muestran el efecto marginal de cambiar exactamente una variable, mientras que el modelo puede aprovechar conjuntos de variables que cambian juntas.



En contraste con las curvas de respuesta marginal anteriores, cada una de las siguientes curvas representa un modelo diferente, es decir, un modelo de Maxent creado usando solo la variable correspondiente. Estos gráficos reflejan la dependencia de la idoneidad pronosticada tanto de la variable seleccionada como de las dependencias inducidas por las correlaciones entre la variable seleccionada y otras variables. Pueden ser más fáciles de interpretar si existen fuertes correlaciones entre las variables.

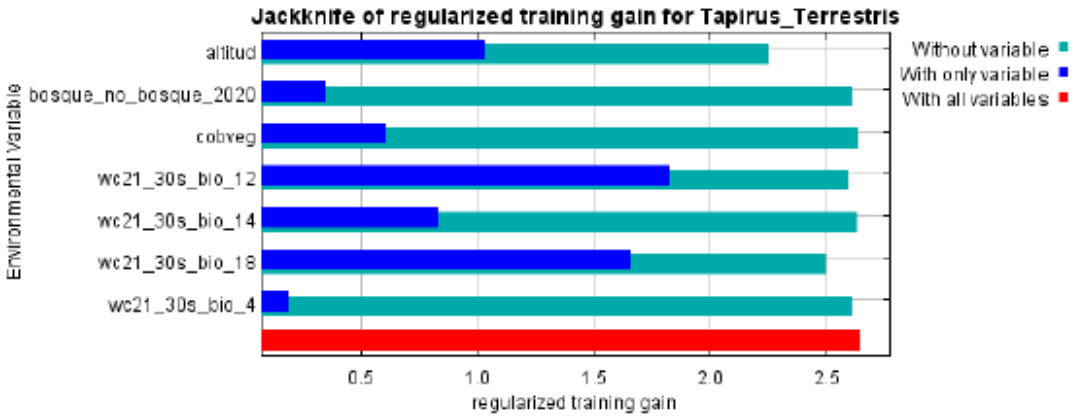


Análisis de aportes variables

La siguiente tabla proporciona estimaciones de las contribuciones relativas de las variables ambientales al modelo de Maxent. Para determinar la primera estimación, en cada iteración del algoritmo de entrenamiento, se suma el aumento de la ganancia regularizada a la contribución de la variable correspondiente, o se le resta si el cambio en el valor absoluto de lambda es negativo. Para la segunda estimación, para cada variable ambiental a su vez, los valores de esa variable sobre la presencia de entrenamiento y los datos de fondo se permutan aleatoriamente. El modelo se vuelve a evaluar en los datos permutados y la caída resultante en el AUC de entrenamiento se muestra en la tabla, normalizada a porcentajes. Al igual que con la variable jackknife, las contribuciones de las variables deben interpretarse con precaución cuando las variables predictoras están correlacionadas.

Variable	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
wc21_30s_bio_12	63.6	0.7
altitud	22.7	28.5
wc21_30s_bio_18	5.4	66.1
bosque_no_bosque_2020	4	0.3
wc21_30s_bio_14	2.2	1.2
wc21_30s_bio_4	1.6	3
cobveg	0.6	0.1

La siguiente imagen muestra los resultados de la prueba jackknife de importancia variable. La variable ambiental con mayor ganancia cuando se usa aisladamente es wc21_30s_bio_12, que por lo tanto parece tener la información más útil por sí sola. La variable ambiental que más disminuye la ganancia cuando se omite es la altitud, que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables.



Salidas de datos sin procesar y parámetros de control

Los datos utilizados en el análisis anterior se encuentran en los siguientes enlaces. Consulte el botón Ayuda para obtener más información sobre estos.
El modelo aplicado a las capas ambientales de entrenamiento
Los coeficientes del modelo
La omisión y el área predicha para umbrales acumulativos y sin procesar variables
La fuerza de la predicción en los sitios de presencia de entrenamiento y (opcionalmente) de prueba
Resultados para todas las especies modeladas en la misma ejecución de Maxent, con resumen estadísticas y (opcionalmente) resultados jackknife

La ganancia de entrenamiento regularizada es 2.647, el AUC de entrenamiento es 0.977, la ganancia de entrenamiento no regularizado es 2.810.
Algoritmo terminado después de 500 iteraciones (2 segundos).

Se utilizaron los siguientes ajustes durante la ejecución:
192 registros de presencia utilizados para el entrenamiento.
10186 puntos utilizados para determinar la distribución de Maxent (puntos de fondo y puntos de presencia).
Capas ambientales utilizadas: altitud bosque_no_bosque_2020(categórico) cobveg(categórico) wc21_30s_bio_12 wc21_30s_bio_14 wc21_30s_bio_18 wc21_30s_bio_4
Valores de regularización: lineal/cuadrático/producto: 0.050, categórico: 0.250, umbral: 1.000, bisagra: 0.500
Tipos de características utilizadas: curvas de respuesta cuadráticas lineales producto bisagra
: verdadero
jackknife: verdadero
formato de salida: directorio de salida logística
: C:\Usuarios\solym\Documentos\GoDrive\Tesis_Tapir\Maxent_Result2
archivo de muestras: C:\Usuarios\solym\Documentos\GoDrive\Tesis_Tapir\Tapir.csv
capas ambientales: C:\Usuarios\solym\Documentos \GoDrive\Tesis_Tapir\d_asci
askoverwrite: false
Línea de comando utilizada:

Línea de comando para repetir este modelo de especies: java densidad.MaxEnt notarnings noprefixes -E "" -E Tapirus_Terrestris responsecurves jackknife outputformat=logistic outputdirectory=C:\Users\solym\Documents\GoDrive\Tesis_Tapir\Maxent_Result2 samplesfile=C:\Users\solym\Documents\GoDrive\Tesis_Tapir\Tapir.csv

ambientallayers=C:\Users\solym\Documents\GoDrive\Tesis_Tapir\d_asci noaskoverwrite -N evi -N ndmi -N ndvi -N ndwi -N pendiente -N savi - N wc21_30s_bio_1 -N wc21_30s_bio_10 -N wc21_30s_bio_11 -N wc21_30s_bio_13 -N wc21_30s_bio_15 -N wc21_30s_bio_16 -N wc21_30s_bio_17 -N wc21_30s_bio_19 -N wc 21_30s_bio_2 -N wc21_30s_bio_3 -N wc21_30s_bio_5 -N wc21_30s_bio_6 -N wc21_30s_bio_7 -N wc21_30s_bio_8 -N wc21_30s_bio_9 -t bosque_no_bosque_2020 -t cobveg