

FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS

ESPECIALIDAD EN GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE



“ANÁLISIS ACTUAL (1987-2017) Y FUTURO (2050) DEL HÁBITAT DEL MONO TOCÓN, *PLECTUROCEBUS OENANTHE*, Y POSTERIOR PROPUESTA DE CORREDORES ECOLÓGICOS EN LA REGIÓN SAN MARTÍN”

Tesis para optar el título de Licenciada en Geografía y Medio Ambiente que
presenta la Bachiller:

KATHERINE MILAGROS LOPEZ ALVAREZ

ASESOR: MARTÍN ENRIQUE TIMANÁ DE LA FLOR

San Miguel, 15 de noviembre de 2018

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecimientos sinceros a mis padres, Aquiles Lopez Yumbato y Ana María Alvarez Rocha, por sus enseñanzas inculcadas a lo largo de este tiempo y por siempre creer en mí. Del mismo modo a mi hermana, Vivian Ruth López, por ser un motivo especial para salir adelante y no darme por vencida durante todo el período de mi vida en Lima. A mi abuelita, Mercedes Rocha López, que a pesar de no estar físicamente conmigo siempre me acompaña en mis pensamientos. Asimismo, dedico esta tesis a mi familia en general.

En segundo lugar, un profundo agradecimiento al Programa Nacional de Becas por haberme otorgado una beca para poder estudiar mi carrera de pregrado. También, a la Pontificia Universidad Católica del Perú que a través del Programa de Apoyo al Desarrollo de Tesis de Licenciatura me ayudó con un apoyo financiero para la presente investigación.

Finalmente, agradezco a todos mis profesores de la especialidad de Geografía y Medio Ambiente por su contribución a mi formación académica durante los tres años de estudio. Y, especialmente, a mi asesor, PhD. Martín Timaná, por brindarme sabias críticas y aportes en esta investigación.

RESUMEN

El Perú es considerado como uno de los países más biodiversos del mundo. Esta diversidad está compuesta por flora y fauna endémica. Una de estas especies es *Plecturocebus oenanthe*, también conocido como mono tocón, cuyo hábitat se restringe a la región San Martín. Este primate ha sido catalogado como uno de los 25 primates más amenazados del mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza debido al deterioro y fragmentación de su hábitat. De igual manera, otro de los problemas que enfrenta *Plecturocebus oenanthe* es el cambio climático. Estudios recientes en primates han demostrado la gran susceptibilidad de estos animales a alteraciones climáticas. Por tal motivo, el objetivo de esta tesis es analizar el hábitat actual en un período comprendido entre 1987 al 2017 y el hábitat futuro al año 2050 para el mono tocón con la finalidad de establecer medidas de conservación como el diseño de corredores ecológicos.

La metodología está compuesta por análisis espaciales en cuatro años distintos (1987, 1996, 2006 y 2017) mediante el uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG). Asimismo, se calcula la tasa de deforestación y de cambio en el rango geográfico del primate y se identifican aquellas áreas prioritarias que deben ser conectadas debido a la pérdida forestal que han concentrado en un período de treinta años. Además, se realiza el modelamiento de distribución de especies para *Plecturocebus oenanthe* a través del software Maxent, donde se evalúa su distribución actual y futura bajo dos Modelos Climáticos Globales (HadGEM2-ES y CCSM4). Finalmente, se diseñan dos corredores ecológicos a través del uso de herramientas SIG como *Gnarly Landscape Utilities* y *Linkage Mapper* en las zonas que han sido identificadas como necesarias para asegurar la conservación de este primate endémico.

Los principales resultados arrojan una pérdida considerable de cobertura vegetal en el período comprendido entre 1987 y 2006 (disminución de 4507.58 ha/año), pero un aumento de superficie vegetal entre 2006 y 2017 (aumento de 7331.63 ha/año) ligado al incremento de cultivos permanentes en la región como cacao y café. Asimismo, se logró la adición de dos nuevas localidades de presencia del primate en la zona norte del área de estudio. Finalmente, con la modelación futura y la información de pérdida actual de bosques se evidencia la disminución del área de distribución potencial, teniendo un área promedio de 366.17 km² en RCP 2.6 y 209.84 km² en RCP 8.5.

ABSTRACT

Perú is considered one of the most biodiverse countries in the world. This diversity is composed of endemic flora and fauna. One of these species is *Plecturocebus oenanthe*, also known as San Martín Titi monkey, whose habitat is restricted to the San Martín region. This primate has been cataloged as one of the 25 most threatened primates in the world by the International Union for the Conservation of Nature due to the deterioration and fragmentation of its habitat. At the same time, another problem facing *Plecturocebus oenanthe* is climate change. Recent studies in primates have shown the great susceptibility of these animals to climatic alterations. For this reason, the objective of this thesis is to analyze the current habitat in a period between 1987 to 2017 and the future habitat in 2050 for the Titi monkey in order to establish conservation measures such as the design of ecological corridors.

The methodology is composed of spatial analysis in four different years (1987, 1996, 2006 and 2017) through the use of remote sensing and Geographic Information Systems (GIS). Likewise, the rate of deforestation and change in the primate's geographic range is calculated and priority areas that must be connected due to forest loss that have been concentrated over a period of thirty years are identified. In addition, the Species Distribution Modelling for *Plecturocebus oenanthe* is carried out through the Maxent software, where its current and future distribution is evaluated under two Global Climate Models (HadGEM2-ES and CCSM4). Finally, two ecological corridors are designed using two GIS tools such as Gnarly Landscape Utilities and Linkage Mapper in the areas that have been identified as necessary to ensure the conservation of this endemic primate.

The main results show a considerable loss of vegetation cover in the period between 1987 and 2006 (decrease of 4507.58 ha/year), but an increase in vegetation cover between 2006 and 2017 (increase of 7331.63 ha/year) is linked to the increase in permanent crops in the region as cocoa and coffee. At the same time, the addition of two new locations of presence of the primate in the northern area of the study site was achieved. Finally, with the future modelling and information on current forest loss, the potential area of distribution is reduced, with an average area of 366.17 km² in RCP 2.6 and 209.84 km² in RCP 8.5.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| RESUMEN..... | iii |
| ABSTRACT | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| ÍNDICE DE MAPAS | x |
| ACRÓNIMOS..... | xi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| I. PROBLEMÁTICA | 5 |
| II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 6 |
| II. HIPÓTESIS | 6 |
| III. OBJETIVOS | 7 |
| IV. JUSTIFICACIÓN | 8 |
| CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL..... | 10 |
| 1.1. MARCO TEÓRICO | 10 |
| 1.1.1. BIOGEOGRAFÍA DE LA CONSERVACIÓN | 10 |
| 1.1.2. ECOLOGÍA DEL PAISAJE | 11 |
| 1.1.3. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES..... | 12 |
| 1.1.4. CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIMATES | 14 |
| 1.1.5. RELACIÓN ENTRE HUMANOS Y PRIMATES | 15 |
| 1.2. ANTECEDENTES | 17 |
| 1.2.1. ANÁLISIS DE HÁBITATS DE PRIMATES ENDÉMICOS EN EL MUNDO | 17 |
| 1.2.2. ANÁLISIS DE HÁBITATS EN PRIMATES ENDÉMICOS PERUANOS..... | 21 |
| CAPÍTULO 2: ÁREA DE ESTUDIO..... | 26 |
| 2.1. LOCALIZACIÓN | 26 |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS..... | 29 |
| 2.2.1. GEOLOGÍA..... | 29 |
| 2.2.2. GEOMORFOLOGÍA..... | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.3. HIDROLOGÍA..... | 30 |
| 2.2.4. ASPECTOS CLIMÁTICOS..... | 32 |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS | 33 |
| 2.3.1. ECORREGIONES..... | 33 |
| 2.4. MEDIO HUMANO | 34 |
| 2.4.1. DEMOGRAFÍA | 34 |
| 2.4.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS..... | 37 |
| CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA | 39 |
| 3.1. ESQUEMA METODOLÓGICO | 39 |
| 3.2. MÉTODOS..... | 42 |
| 3.2.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA | 42 |
| 3.2.2. ANÁLISIS ESPACIAL | 42 |
| 3.2.3. CÁLCULO DE LA TASA DE FORESTACIÓN Y TASA DE CAMBIO..... | 43 |
| 3.2.4. MUESTREO DE PLECTUROCEBUS OENANTHE | 44 |
| 3.2.5. MODELAMIENTO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES..... | 45 |
| 3.2.6. MODELAMIENTO DE CONECTIVIDAD..... | 45 |
| 3.2.6.1. SUPERFICIE DE RESISTENCIA | 46 |
| 3.2.6.2. DISEÑO DE CORREDORES | 51 |
| 3.3. MATERIALES | 52 |
| 3.3.1. MATERIALES PARA EL TRABAJO DE CAMPO | 52 |
| 3.3.2. IMÁGENES SATELITALES | 53 |
| 3.3.3. VARIABLES BIOCLIMÁTICAS..... | 55 |
| 3.3.4. MODELOS CLIMÁTICOS Y RCP'S | 55 |
| 3.3.5. ARCHIVOS VECTORIALES..... | 56 |
| CAPÍTULO 4: RESULTADOS | 57 |
| 4.1. VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL HÁBITAT | 57 |
| 4.1.1. VARIACIÓN EN LA COBERTURA DEL HÁBITAT | 57 |
| 4.1.2. VARIACIÓN CUANTITATIVA EN EL HÁBITAT..... | 64 |
| 4.2. MUESTREO DE <i>P. OENANTHE</i> | 64 |

| | |
|--|------------|
| 4.3. MODELAMIENTO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES | 79 |
| 4.4. CONECTIVIDAD..... | 79 |
| CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN | 87 |
| 5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL HÁBITAT DE <i>PLECTUROCEBUS OENANTHE</i> | 87 |
| 5.2. RETOS Y DESAFÍOS..... | 91 |
| CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 100 |
| 6.1. CONCLUSIONES..... | 100 |
| 6.2. RECOMENDACIONES..... | 103 |
| BIBLIOGRAFÍA | 105 |
| ANEXOS | 115 |

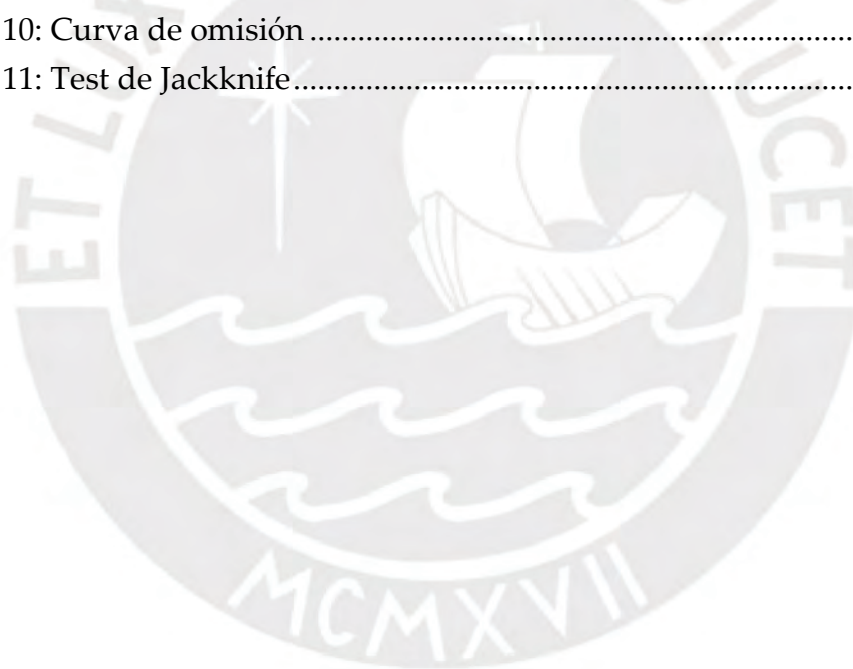


ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Distritos comprendidos en el área de estudio | 28 |
| Tabla 2. Geología del área de estudio | 29 |
| Tabla 3: Áreas (km ²) de subcuencas en el área de estudio..... | 31 |
| Tabla 4: Áreas (km ²) de intercuencas en el área de estudio..... | 32 |
| Tabla 5: Clasificación climática según Thornthwhite | 33 |
| Tabla 6: Población por provincias según el área de estudio (Censo 2007) | 35 |
| Tabla 7: Ramas económicas del área de estudio..... | 37 |
| Tabla 8: Herramientas para la creación de variables | 47 |
| Tabla 9: Datos de variables para modelamiento de conectividad en <i>Gnarly Landscape Utilities</i> | 49 |
| Tabla 10: Propiedades de imágenes satelitales | 53 |
| Tabla 11: Bandas empleadas según satélite..... | 54 |
| Tabla 12: Localidades de muestreo (Primera salida de campo)..... | 66 |
| Tabla 13: Localidades de muestreo (Segunda salida de campo)..... | 66 |
| Tabla 14: Interrogantes en las entrevistas en los CCPP | 70 |
| Tabla 15: Superficie de distribución potencial actual | 74 |
| Tabla 16: Superficie de distribución potencial futura..... | 79 |
| Tabla 17: Áreas de distribución potencial futura (HadGEM2)..... | 92 |
| Tabla 18: Áreas de distribución potencial futura (CCSM4)..... | 93 |
| Tabla 19: N° de puntos de presencia en variables de pendiente, distancia a vías, altitud y distancias a CCPP | 116 |
| Tabla 20: N° de puntos de presencia en variable de cobertura vegetal | 116 |
| Tabla 21: Asignación de puntajes para modelamiento de conectividad..... | 117 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Reconocimiento del área en las cercanías del C.P. Naciente del río Negro | 41 |
| Figura 2: Reconocimiento del área en las inmediaciones del C.P. La Libertad .. | 41 |
| Figura 3: Ventana de trabajo de Linkage Mapper | 52 |
| Figura 4: Visualización de <i>P. oenanthe</i> (zona central) en un parche de bosque cerca al C.P. El Triunfo | 65 |
| Figura 5: Parche de bosque en el C.P. El Triunfo | 65 |
| Figura 6: Distribución de los entrevistados, por sexo | 68 |
| Figura 7: Tiempo de presencia en el Centro Poblado | 69 |
| Figura 8: Actividad económica de los entrevistados | 69 |
| Figura 9: Razones para la conservación de la especie | 70 |
| Figura 10: Curva de omisión | 71 |
| Figura 11: Test de Jackknife | 72 |



ÍNDICE DE MAPAS

| | |
|--|-----|
| Mapa 1: Área de estudio | 27 |
| Mapa 2: Cobertura 1987 | 60 |
| Mapa 3: Cobertura 1996 | 61 |
| Mapa 4: Cobertura 2006 | 62 |
| Mapa 5: Cobertura 2017 | 63 |
| Mapa 6: Puntos de muestreo | 67 |
| Mapa 7: Distribución potencial actual de <i>P. oenanthe</i> | 73 |
| Mapa 8: CCSM4 y HadGEM2-ES (RCP 2.6) | 76 |
| Mapa 9: CCSM4 y HadGEM2-ES (RCP 8.5) | 77 |
| Mapa 10: Dinámicas de bosques (1996-2017) | 80 |
| Mapa 11: Resistencia del área de estudio | 82 |
| Mapa 12: Áreas adecuadas para el hábitat | 83 |
| Mapa 13: Corredor en la zona norte del área de distribución geográfica | 85 |
| Mapa 14: Corredor en la zona sur del área de distribución geográfica | 86 |
| Mapa 15: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (HadGEM2-ES RCP 2.6) | 94 |
| Mapa 16: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (HadGEM2-ES RCP 8.5) | 95 |
| Mapa 17: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (CCSM4 RCP 2.6) | 96 |
| Mapa 18: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (CCSM4 RCP 8.5) | 97 |
| Mapa 19: Centros Poblados en el área de estudio | 115 |
| Mapa 20: NDVI 1987 | 124 |
| Mapa 21: NDVI 1996 | 125 |
| Mapa 22: NDVI 2006 | 126 |
| Mapa 23: NDVI 2017 | 127 |
| Mapa 24: Parcelas de Cacao (2010-2011) | 128 |
| Mapa 25: Redes viales | 129 |

ACRÓNIMOS

| | |
|----------------|---|
| CCPP | Centros Poblados |
| DEM | Modelo Digital de Elevación |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| GBIF | Global Biodiversity Information Facility |
| GEI | Gases de efecto invernadero |
| GORESAM | Gobierno Regional de San Martín |
| INEI | Instituto Nacional de Estadística e Informática |
| IUCN | International Union for Conservation of Nature |
| MDE | Modelo de distribución de especies |
| MCG | Modelo Climático Global |
| MINAM | Ministerio del Ambiente |
| NDVI | Normalized Difference Vegetation Index |
| RCP | Representative Concentration Pathways |
| SENAMHI | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú |
| SERFOR | Servicio Forestal y de Fauna Silvestre |
| SERNANP | Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas |
| SIG | Sistemas de información geográfica |
| WWF | World Wildlife Fund |

INTRODUCCIÓN

El Perú ha sido catalogado como uno de los países más megadiversos en el mundo, que engloba alrededor del 70% de la biodiversidad del planeta (MINAM, 2014). Esta biodiversidad se representa por la variedad de ecosistemas, especies (flora y fauna) y diversidad genética dividida en las diferentes regiones naturales que el país posee. Así, el Perú cuenta con alrededor de 72 millones de hectáreas de bosques que albergan parte de esa biodiversidad existente (Llerena, Yalle y Silvestre, 2014). Los bosques cumplen un rol importante en los distintos ecosistemas; sin embargo, amenazas como la minería ilegal, deforestación e influencia del cambio climático ejercen una presión negativa sobre él (MINAM, 2014).

La deforestación es uno de los graves problemas por los que atraviesa los bosques amazónicos. Este proceso es entendido como la pérdida total de la cobertura forestal a través de procesos como la tala y quema de vegetación, cambio de uso de suelo y la instalación de infraestructura diversa (MINAM, 2016). MINAM (2016) menciona que la principal causa de pérdida de cobertura vegetal en nuestro país es la expansión de la agricultura y ganadería. Así, la región San Martín representa una de las regiones con mayores pérdidas de bosque húmedo amazónico en el país (MINAM, 2014). Sin embargo, es importante entender que los bosques representan mucho más que madera, sino son ecosistemas que permiten formas de vida y brindan beneficios a sociedades (MINAM, 2016).

Una de las formas de vida perjudicadas son los primates, los cuales ven amenazado su hábitat a partir de la deforestación por tres problemas principales que se derivan de él como la pérdida, degradación y fragmentación de su hábitat (Wich y Marshall, 2016). Además, éstos animales presentan gran susceptibilidad a cambios en el ambiente bajo la influencia del cambio climático

representados en alta mortalidad de individuos, decrecimiento en reproducción y agotamiento de comida (Kosheleff y Anderson, 2009; Dunham et al., 2010; Pavé et al., 2012; Gouveia et al., 2016; Graham et al., 2016). Pero, de este grupo de animales, los más vulnerables son aquellas especies endémicas que presentan rangos de distribución limitados (Graham et al., 2016).

Víctor Pacheco, Richard Cadenillas, Edith Salas, Carlos Tello y Horacio Zeballos (2009) mencionan que en el Perú existen tres especies endémicas de primates: *Plecturocebus oenanthe*, *Oreanax flavicauda* y *Aotus miconax*; siendo la primera especie, también conocida como mono tocón de San Martín, la que es catalogada en mayor peligro según la International Union for Conservation of Nature (IUCN) pues se encuentra en un nivel denominado como “en peligro crítico”, además de presentar un rango de distribución restringida únicamente en la región San Martín (Schwitzer et al., 2015). Si bien es cierto, estudios alrededor de este primate endémico se han ido acrecentando, los cuales cubren temas biológicos y conductuales de la especie; sin embargo, aún existen vacíos en estudios ligados a la variación en su hábitat e incluso en los desafíos que suponen su conservación en escenarios climáticos futuros.

Por tal motivo, a partir de la identificación de ese vacío de información, además de su carácter de endémico y de encontrarse en peligro de extinción, se elabora la presente tesis que tendrá como objetivo analizar los cambios en el hábitat en un período comprendido entre 1987 al 2017 y el hábitat futuro al año 2050 de la especie, usando dos Modelos Climáticos Globales (MCG), tocón con la finalidad de establecer medidas de conservación como el diseño de corredores ecológicos en áreas identificadas como prioritarias de preservación.

Así, la presente tesis está dividida en seis capítulos, además de considerar la introducción al tema de estudio. La introducción contempla la primera aproximación al estudio incluyendo la problemática existente, las preguntas de

investigación, la hipótesis y los objetivos respectivos. Además, se presenta la justificación de la tesis, el cual tiene un énfasis en el carácter de endémico de la especie y la vulnerabilidad de la misma ante amenazas como el cambio climático y la deforestación.

El primer capítulo expone el marco conceptual de la tesis, donde se revisan el marco teórico y los antecedentes como base para el entendimiento de esta tesis. El marco teórico está compuesto por cinco temas: biogeografía de la conservación, ecología del paisaje, modelamiento de distribución de especies, la relación existente entre cambio climático y primates, y entre seres humanos y primates. Por su parte, los antecedentes prevén los estudios alrededor del análisis de hábitats de primates endémicos en el mundo, en el Perú y, específicamente, los estudios concernientes a *Plecturocebus oenanthe*.

En el segundo capítulo se expone el área de estudio, el cual se enmarca en la región San Martín. Se describe su localización geográfica, su composición a nivel física y biológica, así como también las variables que componen el medio humano.

Por otro lado, el tercer capítulo incluye la metodología de la investigación. Dicho capítulo brinda una primera aproximación al proceso realizado, tomando en cuenta un esquema metodológico, compuesto por tres partes: la primera etapa de gabinete que incluye el planteamiento de la investigación; el trabajo de campo que explica las dos visitas al área de estudio; y, la segunda etapa de gabinete, en donde se sistematizó la información correspondiente recopilada en campo. De igual manera, se describen los seis métodos utilizados para cumplir con los objetivos propuestos, desde la búsqueda bibliográfica hasta el análisis, cálculo y modelamiento de las variables del presente estudio. Por último, este capítulo posee un apartado donde se explican los materiales utilizados para el desarrollo de los métodos antes mencionados, como los

materiales para el trabajo de campo, imágenes satelitales, variables bioclimáticas, modelos climáticos y RCP's, y archivos vectoriales.

En el cuarto capítulo se aborda los resultados obtenidos a partir de la ejecución de la metodología. Así, se obtuvieron cuatro resultados correspondientes a la variación espacio-temporal del hábitat de *P. oenanthe*, que incluye la variación cuantitativa y a nivel de cobertura en el área de estudio; el muestreo de la especie; el modelamiento de distribución potencial presente y futura del primate; y, el modelamiento de la conectividad reflejado en el diseño de dos corredores ecológicos.

El capítulo cinco abarca la discusión de los resultados, donde se plantea dos temáticas. Por un lado, la situación actual del hábitat de *P. oenanthe* a partir de los resultados obtenidos en torno a la variación de su hábitat en el período comprendido entre 1987 a 2017. Y, por otro lado, los retos y desafíos que implican la conservación de este primate endémico. Finalmente, el capítulo seis comprende las conclusiones del estudio, así como las recomendaciones derivadas de todo el proceso de investigación que puedan servir de base para futuros estudios en especies endémicas.

I. PROBLEMÁTICA

Uno de los grupos animales más amenazados por la deforestación y el cambio climático son los primates. La deforestación produce tres tipos de problemas para estos animales: pérdida, degradación y fragmentación del hábitat (Wich y Marshall, 2016). La pérdida del hábitat reduce la cantidad de espacio disponible para las especies y es considerada la más perjudicial; la degradación de hábitat ocurre mayormente a consecuencia de la tala ilegal de bosques y sus efectos varían dependiendo de la especie; y, la fragmentación producirá problemas en las especies según distintos factores como el tamaño del fragmento, tamaño del rango de distribución geográfica y la dieta de cada animal (Wich y Marshall, 2016).

Por otro lado, estudios recientes en primates han demostrado una gran sensibilidad por parte de estos animales al cambio climático; tal como variaciones en temperatura y precipitación que pueden derivar en problemas como el decrecimiento en tasas de reproducción, incremento de mortalidad e infecciones parasitarias, y agotamiento de comida (Kosheleff y Anderson, 2009; Dunham et al., 2010; Pavé et al., 2012; Gouveia et al., 2016; Graham et al., 2016); siendo las especies endémicas las más vulnerables y menos adaptables a este fenómeno mundial debido a sus rangos de distribución limitados (Graham et al., 2016). Asimismo, el cambio climático generará cambios negativos en su hábitat, tal como el mal desarrollo de árboles y el incremento en la incidencia de eventos extremos como inundaciones, sequías y tormentas (Cuentas, 2015).

San Martín es una de las regiones con mayor tasa de deforestación en el país, presentando una pérdida de bosques de 278115 ha en el período comprendido entre el 2000 y 2011 (Vargas et al., s/f), motivada en gran parte por la presencia de la carretera Fernando Belaunde Terry y por la creciente actividad agrícola que incluye el cultivo de arroz, café y cacao. Uno de los primates que se ha visto amenazado por la deforestación en esta región es el mono tocón

(*Plecturocebus oenanthe*), uno de los tres primates endémicos que el país posee y que ha sido declarado como uno de los veinticinco primates más amenazados del mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Schwitzer et al., 2015).

De esta manera, la problemática identificada recae en el peligro de desaparición del mono tocón a consecuencia de la severa transformación de su hábitat producto de la deforestación que se desarrolla actualmente en la región San Martín; además del impacto del cambio climático que puede afectar no solo su hábitat sino también sus patrones alimenticios y su distribución geográfica en la región.

II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- a. ¿Cuál es el estado actual de los bosques de la región San Martín y cómo ha ido transformándose a partir del crecimiento de actividades antrópicas desde 1987?
- b. ¿Cuál es la tasa de deforestación y tasa de cambio en el rango de distribución actual de *Plecturocebus oenanthe*, y cuáles son las áreas más deforestadas que necesitan ser conectadas para la conservación de la especie según la distribución actual del primate?
- c. ¿Cuál es la distribución potencial presente de *Plecturocebus oenanthe* y cómo será la distribución de tal especie al año 2050 a partir de la influencia del cambio climático?
- d. ¿Los corredores ecológicos serían una medida efectiva para la conservación de *Plecturocebus oenanthe*?

II. HIPÓTESIS

El aumento de áreas deforestadas en la región San Martín ha ocasionado la fragmentación del hábitat de una especie endémica: el mono tocón de San Martín (*Plecturocebus oenanthe*), la misma que se encuentran en peligro crítico de extinción (Schwitzer et al., 2015). Las zonas deforestadas se han ido acrecentando a lo largo de los últimos treinta años, siendo las áreas más

afectadas por la deforestación las que se encuentran cerca a centros poblados y redes viales de carácter nacional y departamental. Las vías de transporte favorecen de manera indirecta el crecimiento de áreas agrícolas en la región.

Por otro lado, la distribución actual del mono tocón obedece a parches de bosques fragmentados ubicados cerca a zonas de alta deforestación (redes viales y centros poblados), los cuales deben ser priorizados para acciones de conservación para la especie. Así, mediante la modelación de distribución de especies en Maxent, a partir de dos modelos climáticos, se obtendrán dos escenarios futuros: optimista (RCP 2.6) y pesimista (RCP 8.5). En un escenario optimista, la distribución del mono tocón en ambos modelos se mantendrá en su rango geográfico actual; mientras que en un escenario pesimista, el hábitat potencial de *Plecturocebus oenanthe* se verá restringido a parches con una menor extensión distantes unos de otros y también se ubicará en zonas con mayor altitud, generando migraciones de esta especie hacia nuevos espacios. Este estudio permitirá un mayor conocimiento sobre el hábitat actual del mono tocón, los impactos y vulnerabilidades que presenta. Además, mediante el uso de métodos de modelamiento futuro ayudará a una mejor comprensión de medidas de conservación como la implementación de corredores ecológicos en zonas prioritarias para combatir el riesgo de extinción de la especie.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la evolución del hábitat actual (1987-2017) y futuro (2050) de *Plecturocebus oenanthe* con el objetivo de diseñar un corredor ecológico que permita la conservación de la especie mediante la conectividad de las áreas más deforestadas en su rango geográfico en la región San Martín.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar cambios en cobertura forestal y usos de suelo en los bosques de la región San Martín mediante técnicas de análisis espacial entre los años de 1987 y el 2017.
2. Determinar la tasa de deforestación y tasa de cambio en el rango geográfico de *Plecturocebus oenanthe* para clasificar aquellas áreas de la región que necesiten ser conectadas para asegurar la integridad del hábitat de este primate endémico.
3. Modelar la distribución potencial de *Plecturocebus oenanthe* mediante la utilización del software Maxent en un escenario presente y futuro (2050) para la comprensión de vulnerabilidades de la especie.
4. Diseñar corredores ecológicos en las zonas con mayor fragmentación de *Plecturocebus oenanthe* a través del software Linkage Mapper como medida de conservación para la especie.

IV. JUSTIFICACIÓN

La masiva deforestación en el rango de ocurrencia de *Plecturocebus oenanthe* ha ocasionado la fragmentación de su hábitat, creando parches forestales que irán aumentando en el futuro, amenazando la supervivencia de este primate (Veiga et al., 2011; Ernest, 2015). La importancia de esta especie recae en su función como dispersador de semillas, asegurando el mantenimiento de diversidad biológica vegetal en los bosques de la región San Martín. Además, al igual que otras especies de primates, el consumo de insectos como parte de su dieta ayuda al control de plagas en beneficio de poblaciones circundantes y sus cultivos (Cornejo en Vélez, 2017). Por otro lado, el cambio climático es un fenómeno global que está afectado a los primates alrededor del mundo (Graham et al., 2016) y, sin duda, el mono tocón de San Martín es susceptible a

experimentar cambios en su distribución geográfica, en su hábitat y en sus patrones alimenticios.

Si bien los estudios acerca del mono tocón de San Martín han ido aumentando, éstos se centran en temas biológicos (Aldrich, 2006; Vermeer et al., 2011; DeLuycker, 2012) y conductuales (DeLuycker, 2006), dejando un vacío en investigaciones ecológicas, más aún en el entendimiento de los cambios físicos en su hábitat. De igual manera, existen pocas medidas de conservación para proteger esta especie, lo cual resulta importante al tratarse de una especie endémica en peligro crítico de extinción.

Así, tomando en cuenta las dos amenazas que enfrenta *Plecturocebus oenanthe*, sumado la poca información sobre la especie enfocada a los cambios en su hábitat, se ha propuesto desarrollar la presente investigación que analizará el hábitat actual del mono tocón, los cambios que se han dado a partir de actividades antrópicas, como la agricultura, en un período de treinta años (desde 1987 hasta 2017), y cómo sería la distribución futura de este primate ante la influencia del cambio climático al año 2050 mediante el modelamiento estadístico de la distribución de *Plecturocebus oenanthe*. A partir del análisis anterior se podrán diseñar corredores ecológicos en las zonas más vulnerables con el objetivo de integrar su hábitat fragmentado. La relevancia de este estudio recae en que aportará mayor información de las condiciones actuales del hábitat de *Plecturocebus oenanthe* y de los problemas que podrá enfrentar en un futuro; también, servirá como base inicial para la implementación de medidas de conservación tanto para esta especie como en otras que, al igual que el mono tocón, corren peligro de desaparecer.

CAPÍTULO 1

MARCO CONCEPTUAL

1.1. MARCO TEÓRICO

El marco teórico se compone de cinco temas principales. Por un lado, la biogeografía de la conservación y la ecología del paisaje como las ciencias de la presente tesis. Por otro lado, el modelamiento de distribución de especies, el cambio climático enfocado a primates y la conexión existente entre humanos y primates como temas relevantes para la presente investigación.

1.1.1. BIOGEOGRAFÍA DE LA CONSERVACIÓN

La biogeografía es “una ciencia que intenta documentar y comprender patrones espaciales de diversidad biológica” (Lomolino et al., 2010). Asimismo, estudia la variación de características biológicas ya sea por elevación, latitud, distancia o áreas en un paisaje (Brown y Lomolino, 1998; Lomolino y Perault, 2004). Whittaker et al. (2005) refieren que la *Biogeografía de la Conservación* es la aplicación de principios biogeográficos, análisis y teorías relacionados con la conservación de biodiversidad. La necesidad de conservar especies recae en cinco motivos importantes. La primera relacionada con la justificación económica o utilitaria donde la necesidad de los individuos o sociedades recaen en los recursos naturales para obtener beneficios económicos o para supervivencia. La segunda, justificación ecológica, no posee beneficios directos hacia los individuos sino que es esencial para el correcto funcionamiento de ecosistemas globales y regionales. La tercera justificación es la estética que trata sobre la percepción humana del mundo natural. La cuarta, justificación moral, para conservar los restos de las creencias de los elementos ambientales tienen derecho de existir. Y, la última es la justificación cultural que recae en la necesidad de muchas personas indígenas en especies específicas para alimento, materiales, ropa y medicinas (Botkin y Keller en Hugget, 2004).

1.1.2. ECOLOGÍA DEL PAISAJE

El paisaje es un término complejo que ha causado que “distintos autores planteen una definición de exclusión, fijando únicamente los límites del concepto y huyendo de una mayor concreción” (Martinez y Sanz en Zubelzu y Allende, 2015). La percepción es la desencadenante de ese problema pues condiciona las diferentes maneras de hacer un análisis de un territorio. Así, existen tres principales maneras de definir el paisaje teniendo en cuenta la percepción y la realidad física (Zubelzu y Allende, 2015). El primero de ellos solo considera el componente territorial; el segundo, el componente territorial y perceptual en el mismo orden jerárquico; y, el tercero comprende tanto los componentes territorial y perceptual en una relación de subordinación.

La ecología del paisaje engloba procesos de interacción entre patrones espaciales y procesos ecológicos. Carl Troll fue el primero en utilizar este término aduciendo que la ecología y el paisaje están relacionados con las actividades que realizan las personas, transformado el entorno natural a un paisaje económico y culturalmente aprovechado (Toll, 1950 en Herrera y Díaz, 2013). Posteriormente, en la década de los ochenta, aparecen conceptos importantes que serán tratados por la ecología del paisaje, como la fragmentación de hábitats, conservación de biodiversidad, conectividad a través de corredores ecológicos, entre otros (Forman, 1995 en Vila et al., 2006).

Los elementos básicos para poder estudiar el paisaje están compuestos por los parches, los corredores y la matriz. Los parches o fragmentos son “una superficie no-lineal de tamaño variable que difiere fisionómicamente de sus alrededores, y que posee un grado de homogeneidad interna” (Etter, 1991), los cuales pueden tener diversos tamaños y formas; donde la conectividad entre los distintos parches existentes son necesarios para el desarrollo de especies (Burel y Baundry, 2002; Vásquez, 2016). Los corredores, por otro lado, pueden ser

definidos como la conexión entre fragmentos a través de franjas longitudinales de forma y dirección variable, cuya función principal es la de permitir el flujo de organismos ya sea como refugio, intercambio de información genética o el simple transporte de especies; pueden ser de origen natural cuando están relacionados con redes de drenaje o rutas de migración animal, y de origen cultural cuando son infraestructuras o áreas de manejo delimitado por seres humanos. (Etter, 1991; Vila et al., 2006; Herrera, 2011; Herrera y Díaz, 2013; Cuentas, 2015; Vásquez, 2016). Finalmente, la matriz es el elemento compuesto por los parches, corredores y todos los demás elementos del paisaje donde su papel y extensión dependerán, en gran medida, del tipo de paisaje; y para que pueda cumplir la función de optimizar la fluidez de procesos en condiciones óptimas, la matriz no debe estar fragmentada por elementos antrópicos como vías, infraestructuras, entre otros, que debiliten la integridad del paisaje (Etter, 1991; Vila, 2006; Vásquez, 2016).

La ecología del paisaje ha sido aplicada en diversos campos de estudio en temas como la conservación de especies, fragmentación y conservación de hábitats. Pero, quizás, una de las mayores problemáticas que trabaja la ecología del paisaje es la fragmentación de hábitats; la cual es entendida como la alteración continua de un área en más de dos fragmentos que produce una disgregación total de un hábitat (Etter, 1991; Herrera, 2011; Cuentas, 2015). Mayormente, la fragmentación es causada por factores antrópicos como cambios de uso de suelo mediante agricultura o expansión de áreas urbanas; y que, al mismo tiempo, causan otros problemas como deforestación o sobreexplotación de recursos naturales (Cuentas, 2015).

1.1.3. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

Los Modelos de Distribución de Especies (MDE) son entendidos “como representaciones cartográficas de la idoneidad de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha

representación” (Mateo et al., 2011). Los MDE necesitan variables de tipo dependiente e independiente. Las variables dependientes son dicotómicas, donde solo se necesitan datos de presencia y/o ausencia de la especie a estudiar. Por otro lado, las variables independientes pueden ser cuantitativas, como datos climáticos o topográficos, y nominales, tal como los usos de suelo (Mateo et al., 2011). Así, la idoneidad para el resultado de distribución de especies es el resultado de procesos matemáticos entre las variables dependientes e independientes.

Mateo et al. (2011) refiere que existen tres grupos de técnicas de MDE. La primera es la técnica discriminante las cuales “necesitan datos de presencia y ausencia para construir el clasificador” (2011: 222); éstas se dividen en nueve tipos: árboles de clasificación, técnicas de ordenación, redes neuronales, esquemas de regresión adaptativa multivariante, modelos lineales generalizados, modelos aditivos generalizados, regresión por cuantiles, estadística bayesiana y máxima entropía. La segunda técnica es la descriptiva y solo requiere datos de presencia; destacan las deductivas, las envueltas geográficas y las envueltas ambientales. Finalmente, la tercera técnica es la mixta, los mismos que pueden emplear técnicas discriminantes o descriptivas para generar pseudoausencias.

De todas las técnicas mencionadas anteriormente es la de máxima entropía la que ha cobrado notable importancia en años recientes. La técnica de máxima entropía es representada por el software Maxent; el cual permite conocer la distribución potencial de especies en base a los datos de presencia y variables ambientales (Morales, 2012; Cuentas, 2015). Dentro de sus aportes se encuentran su contribución para priorizar áreas de conservación biológica, investigaciones de distribución ante el cambio climático, y el estudio y la evaluación de patrones de propagación de especies invasoras (Morales, 2012).

1.1.4. CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIMATES

El cambio climático se ha convertido en uno de los mayores problemas para los seres vivos a nivel global. El cambio climático es entendido como la alteración climática y de patrones meteorológicos en un intervalo de tiempo amplio, a consecuencia de la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre, generando cambios en la temperatura, precipitación, evaporación, entre otros (CCSP, 2008; Cuentas, 2015).

Uno de los grupos de mamíferos perjudicados ante el cambio climático son los primates. Estudios recientes han demostrado que estos animales son sensibles a alteraciones en la temperatura y precipitación, resultando en impactos severos relacionados a su hábitat y funciones vitales (Kosheleff y Anderson, 2009; Dunham et al., 2010; Graham et al., 2016). La creciente alteración climática mundial pone en peligro a las distintas especies de primates que, de por sí, hoy en día están amenazados. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha identificado que el 54% de primates en el mundo están en peligro de extinción (IUCN, 2012 en Graham et al., 2016), en donde la mayor riqueza de especies se encuentra situada en la Cuenca Amazónica y en África Central (Graham et al., 2016).

Los factores abióticos más propensos a cambios son la temperatura y la precipitación, los cuales son de suma importancia pues determinan la distribución geográfica de primates (Reed y Bidner, 2004). Por un lado, se prevé un incremento de 1.1 °C en el calentamiento esperado promedio en los rangos de primates, el cual indica que estos animales experimentarán un calentamiento superior al 10% del promedio mundial esperado (Graham, 2016). Por otro lado, la precipitación es un parámetro meteorológico variable (incremento en algunas zonas y disminución en otras) pero, al mismo tiempo, es importante en la estructura de comunidades de primates debido a que influyen en las

comunidades vegetales y en la producción primaria de recursos donde estos animales habitan (Reed y Fleagle, 1995 en Reed y Bidner, 2004). En zonas como Sudáfrica es probable que se genere un incremento de la precipitación a partir del calentamiento global, mientras que en Sudamérica se espera una disminución considerable de esta variable (Graham, 2016). Del mismo modo, se estima que los cambios en temperatura y precipitación generen severos impactos en algunos primates ubicados en zonas de América Central, Sudamérica, África y el Himalaya con cambios en temperatura mayores a 1.3 °C y el aumento del 4% en precipitación (Graham, 2016). Algunos de estos impactos son la reducción de hábitats (Gouveia et al., 2016), disminución en la cantidad de alimentos (Pavé et al., 2012), cambios en la capacidad termorreguladora (Kosheleff y Anderson, 2009), incremento de enfermedades relacionadas a parásitos (Barrett et al., 2013), decrecimiento de la población de primates (Gouveia et al., 2016), y el incremento de mortalidad adulta e infantil (Cheney et al., 2004).

1.1.5. RELACIÓN ENTRE HUMANOS Y PRIMATES

La conexión existente entre seres humanos y animales es innegable. Así, se puede mencionar que las personas pueden desarrollar distintos sentimientos hacia ellos, tales como miedo, admiración o respeto; sin embargo, también puede existir una relación únicamente utilitaria (Rojas, 2011). Las principales actividades humanas que muestran una estrecha relación con primates son la cacería, recreación e investigación, siendo las dos primeras las predominantes en el Perú (Encarnación y Castro, 1990; Aquino et al., 2009; Aquino et al., 2016).

La cacería, por un lado, puede ocurrir tanto dentro de los bosques como en áreas de transición de bosques y campos agrícolas (Wich y Marshall, 2016). Las razones para desarrollar esta actividad se encuentran ligadas al consumo propio, el comercio y al perjuicio que pueden generar estos animales en las áreas agrícolas (Wich y Marshall, 2016). En la Amazonía Peruana, los primates

forman parte de la dieta de sus pobladores como fuente de proteína animal (Aquino et al., 2009). Asimismo, la cacería de primates en el país también está relacionado con las economías de centros poblados, tales como comunidades nativas quienes realizan el comercio a través de la “carne de monte” y de animales vivos para mascotas (Aquino et al., 2007). Finalmente, existe evidencia de la presencia de algunas especies de primates (*Sapajus macrocephalus*, *Cebus yuracus*, *Leontocebus leucogenys*, *Aotus miconax*) en campos de cultivo frutales en zonas amazónicas, los mismos que son repelidos con el uso de armas de fuego, lo cual tiene un serio impacto en las poblaciones de estos animales (Aquino et al., 2007). Todo lo anterior ha generado una sobrecarga de ciertas especies, muchas de ellas en riesgo de extinción (Aquino et al., 2009).

Por otro lado, la recreación es una actividad de creciente interés en la actualidad y que puede darse en Áreas Naturales Protegidas (ANP's) y Áreas de Conservación Privadas (ACP's). Las iniciativas de conservación están incrementándose en países amazónicos, en donde el Perú alberga la mayor área de tierras de protección privadas (Monteferri y Coll, 2009). Así, regiones como Amazonas y San Martín, que albergan tres primates endémicos en sus territorios, presentan una participación activa por parte de comunidades rurales en iniciativas de conservación que incluyen protección de tierras, control de caza y la reducción de deforestación, que también deriva en el aumento de turismo en estas zonas (Shanee et al., 2015). Aquino et al. (2017) refiere que en algunas comunidades localizadas en San Martín y Huánuco, existe un creciente interés para contar con áreas de conservación y así acrecentar el ecoturismo en estos lugares donde habitan gran diversidad de primates, entre ellos *Lagothrix flavicauda*, especie endémica del Perú.

1.2. ANTECEDENTES

Los antecedentes están compuestos por investigaciones tanto a nivel mundial como a nivel local en torno a primates endémicos. Primero se describirán las distintas investigaciones correspondientes al análisis de hábitats de primates endémicos en el mundo. Luego, investigaciones de hábitats y distribución de primates endémicos peruanos sin considerar a *Plecturocebus oenanthe*. Finalmente, se describirán las investigaciones de *Plecturocebus oenanthe*, desde temas de distribución hasta temas que involucran su comportamiento siguiendo un orden cronológico desde su descubrimiento.

1.2.1. ANÁLISIS DE HÁBITATS DE PRIMATES ENDÉMICOS EN EL MUNDO

Los primates pertenecen al grupo de los mamíferos, dentro de los cuales se han reportado, para el 2012, 390 especies y 259 sub-especies en el mundo donde alrededor de una tercera parte habita en el neotrópico americano (Tobón et al., 2012). Los primates cumplen un importante rol en los ecosistemas pues permiten la dispersión de semillas, aportan una gran proporción de biomasa animal en los suelos donde habitan y son parte esencial dentro de flujos de energía en los bosques (Cortés y Francisco, 2009). Muchas especies de primates se encuentran en problemas debido a dos razones principales: la caza indiscriminada y la fragmentación de sus hábitats, siendo la segunda razón la que ha propiciado la elaboración de estudios para la conservación de estos animales.

A nivel latinoamericano se han desarrollado estudios para entender la distribución, estado de hábitats y comportamientos de primates endémicos; donde Brasil es el país con mayores investigaciones en estas especies. Rocha y Ferrari (2010) realizaron un muestreo en cuatro áreas fragmentadas en los Bosques Atlánticos Brasileños con el objetivo de conocer sobre el hábitat de *Callicebus coimbrai*, primate endémico de este país que fue descubierto en 1999. Los resultados obtenidos demostraron que esta especie posee una tendencia de

evitar espacios con mayor alteración en su hábitat. Por otro lado, Benchimol y Venticinque (2014) también condujeron investigaciones en Brasil pero enfocándose en comunidades de primates y no en una especie en específico. Así, estudiaron cómo estas comunidades respondían a cambios en el paisaje y su hábitat a partir de la construcción de la presa La Balbina en 1986, la cual inundó 31239 km² de bosque y creó más de 3500 islas artificiales. Los autores desarrollaron muestreos en veinte islas donde encontraron que el número de especies de primates era de 0 a 7 y que variaba según el área y la cubierta forestal que albergaban; por tal motivo, recomendaron crear áreas protegidas en lugares donde la biodiversidad se ha visto perjudicada por la creación de infraestructuras a gran escala.

Por otro lado, en México se han desarrollado investigaciones enfocados en la fragmentación de hábitats para primates pero no enfocados en sus especies endémicas; sin embargo, es importante su mención por las distintas temáticas que se abordan. Rodríguez-Arroyo y Mandujano (2006) mencionan que las modificaciones en la fragmentación de bosques son procesos sumamente negativos para la calidad de hábitats en primates. Los autores estudiaron a *Alouatta palliata* y la composición de vegetación en quince fragmentos de bosque para poder compararlos con bosques continuos; como resultados se obtuvieron que los fragmentos de bosque tienen una composición distinta a bosques continuos lo cual puede afectar la calidad de hábitat para *A. palliata*. Cristóbal-Azkarate y Arroyo-Rodríguez (2007) también estudiaron a la especie mencionada anteriormente pero se enfocaron en la dieta y el patrón de actividad del primate, y su relación con la fragmentación de su hábitat. Así, se encontró que *A. palliata* tiende a cambiar su dieta por nuevas plantas y un consumo no arbóreo. Por último, enfatizan la necesidad de conservar los fragmentos más grandes y de aumentar el tamaño en aquellos que posean un tamaño mediano y pequeño.

En África son dos los países donde más se ha desarrollado investigaciones en torno al análisis de hábitats de primates endémicas. Por un lado, Madagascar presenta altos niveles de biodiversidad pero el aumento de la deforestación y la pérdida de bosques nativos amenazan a las diferentes especies que se encuentran en este país. Los primates endémicos en este lugar son conocidos como lémures y las crecientes amenazas a sus hábitats han motivado el desarrollo de distintas investigaciones a favor de su conservación. Schäffler y Kappeler (2014) estudiaron la distribución actual, densidad poblacional y la respuesta a actividades antropogénicas del primate más pequeño del mundo, *Microcebus berthae*, mediante el uso de transectos lineales en la región central de Menabe. Se encontró que esta especie no ocurre en todos los bosques restantes de esta región y, a su vez, presenta una densidad altamente heterogénea a nivel geográfico y local; además es una especie susceptible a la degradación de su hábitat por parte de actividades humanas, lo que significa que deben realizarse acciones de protecciones en los bosques donde este animal habita.

Volampeno et al. (2015) realizaron un análisis de viabilidad poblacional (PVA por sus siglas en inglés) para medir el riesgo de extinción de *Eulemur flavifrons*, especie endémica de Madagascar categorizada como críticamente amenazada debido a la fragmentación de su hábitat y la pérdida de bosques que le sirven como conector entre los diversos parches forestales existentes. Para el cálculo del PVA utilizaron el software VORTEX, el cual usaba parámetros demográficos que incluían reproducción, esperanza de vida y el tamaño de la población de *E. flavifrons*. El resultado demostró que la extinción de esta especie tendría lugar en 2028, cuando el porcentaje de destrucción de bosques se incrementara al 12%, por lo que es de gran importancia establecer medidas de conservación para la supervivencia de este primate. Por otro lado, en Kenia, Moinde-Focler et al. (2006) evaluaron setenta y tres parches forestales entre enero y marzo del 2011 para determinar los efectos antrópicos e impactos

naturales a lo largo de las llanuras inundables del río Tana que pueden afectar a *Procolobus rufomitratu*s y *Cercocebus galeritu*s *galeritu*s, especies endémicas en riesgo de extinción, donde diecisiete de esos parches pertenecían a la Reserva Nacional del río Tana y los parches restantes, fuera de ésta. La data sobre impactos naturales y humanos fue recolectada a partir de empadronamientos sobre primates durante los tres meses que duró la evaluación, dando como resultado que la deforestación fue mayor fuera de la Reserva Nacional por lo que es necesario la implementación de programas de conservación comunal fuera de la reserva.

Finalmente, en el continente asiático Ehlers (2014) centró su investigación en la isla de Borneo, lugar que alberga 16 especies de primates donde cuatro de ellas son endémicas: *Presbytis chrysomelas*, *P. frontata*, *P. hosei* y *P. rubicunda*. La metodología usada consistió en el modelamiento de nichos ecológicos para el cálculo de la distribución de doce subespecies *Presbytis*, además de evaluar la pérdida de hábitat correspondiente al intervalo de tiempo entre el 2000 al 2010. Se encontró que estas subespecies experimentaron una reducción del 12.7% en diez años, donde el 12.5% de hábitat de estos primates han sido convertidos en plantaciones industriales. Del mismo modo, Quinten, Nopiansyah y Hodges (2016) realizaron muestreos sistemáticos desde el 2011 para determinar la densidad y abundancia de primates endémicos en el Parque Nacional Siberut localizado en Indonesia. Emplearon dieciocho transectos ubicados a lo largo del parque, dando como resultado 285 observaciones de primates residentes en esta zona. La densidad de cuatro primates endémicos (*Simias concolor*, *Hylobates klossii*, *Presbytis siberu* y *Macaca siberu*) fue de 51000 individuos dentro del parque, lo que significa que el Parque Nacional Siberut es de gran importancia para la supervivencia de estas especies endémicas al funcionar como refugio de conservación.

1.2.2. ANÁLISIS DE HÁBITATS EN PRIMATES ENDÉMICOS PERUANOS

El Perú posee tres primates endémicos: *Plecturocebus oenanthe*, *Oreanax flavicauda* y *Aotus miconax* (Pacheco et al., 2009). En el caso de *Oreanax flavicauda* se han desarrollado estudios para conocer su rango de distribución geográfica y las amenazas que enfrenta. Shanee (2011) realizó cincuenta y tres muestreos para determinar la presencia o ausencia del primate en cuarenta y tres sitios distribuidos en las regiones de San Martín, Amazonas y Huánuco durante tres años (2007-2010). Como resultados se encontraron que su distribución se encuentra limitada a bosques de gran altitud, desde los 1500 a 2650 m.s.n.m.; de igual manera, las mayores amenazas recaen en la conversión de bosques a terrenos agrícolas, la construcción de vías de transporte, la caza para subsistencia y el tráfico ilegal. Ese mismo año, Shanee y Shanee (2011) publicaron una investigación donde estimaron la densidad poblacional de *O. flavicauda* en el Centro Poblado “La Esperanza”, Amazonas. Se determinó que la densidad individual equivalía a 8.27/km² y la densidad grupal a 0.93/km²; de la misma manera, concluyeron que esta especie es apta de sobrevivir en áreas en constante presión antrópica pero que presenten niveles de caza bajos.

Por otro lado, para *Aotus miconax* se han desarrollado investigaciones para conocer su rango de distribución, su comportamiento, así como las amenazas que enfrenta. Shanee, Allgas y Shanee (2013) también colectaron información sobre el comportamiento de esta especie cerca al Centro Poblado “La Esperanza” en la región Amazonas. Como resultados se obtuvieron que el desplazamiento nocturno equivale a 823 metros; del mismo modo, concluyeron que la expansión de poblaciones y la caza son dos de las amenazas más fuertes de este primate. Posteriormente, Shanee et al. (2015) muestrearon la presencia y ausencia de este animal en cuarenta y cuatro localidades en los departamentos de Amazonas, Huánuco, La Libertad y San Martín, dando como resultado su presencia en sitios entre 1200 a 3100 m.s.n.m. Para medir su distribución

potencial usaron la combinación de softwares como Maxent y ArcGIS, donde estimaron que la pérdida de su hábitat asciende al 62% y que se debe principalmente al incremento de actividades humanas como deforestación y la caza ilegal.

1.2.3. ANTECEDENTES GENERALES DE PLECTUROCEBUS OENANTHE

El mono tocón (*Plecturocebus oenanthe*) fue descubierto en 1924 por Thomas; el espécimen fue recolectado a una altitud de 823 m. en Moyobamba (Bóveda-Penalba et al. 2009). En un primer momento, hubo discordancia sobre la subespecie a la cual este primate pertenecía. En 1958, Cabrera lo reconoció como parte de *Callicebus moloch*; y en la década de 1960, Hill lo reconoció como una subespecie de *Callicebus gigot* y le asignó el nombre vernacular de Isabelline titi (Mark, 2003). Años posteriores, Hershkovitz (1990) lo reconoció como *Callicebus oenanthe* (años más tarde cambiará al género *Plecturocebus*) al ser una especie distinta a las anteriores debido a características nuevas como pelaje blanquecino que bordean la cara del animal y pelaje naranja en gran parte de las extremidades, pecho y vientre; asimismo, señaló que su distribución geográfica comprendía el valle del Alto Mayo en la región San Martín, entre un rango altitudinal de 750 a 950 m (Hershkovitz, 1990 en Mark, 2003). Aquino y Encarnación (1994) mencionaron que esta especie ocurría en bosques por encima de 800 m y que eran simpatria con el mono choro de cola amarilla, *Oreonax flavicuda*, y el mono nocturno andino, *Aotus miconax* (Aquino y Encarnación, 1994 en Mark, 2003).

A partir del 2003, se empezaron a realizar investigaciones en torno a la distribución de esta especie. Mark (2003) realizó muestreos en cinco lugares del valle del Alto Mayo: Pabloyacu, Tarangue, Comunidad Nativa Ampliación Shimpiyacu, Comunidad Nativa San Juan y Rojas Chacra, todas entre 807 m y 1200 m. Al mismo tiempo, desarrolló entrevistas con pobladores de

Comunidades Nativas como Bajo Naranjillo, San Juan, Alto Mayo, Shampuyacu, y comunidades de colonos como Yuracyacu, Tumbo y Paz y Esperanza. Este autor pudo observar que muchos de los bosques donde habita el mono tocón se encontraban fragmentados por cambios de uso de suelos, especialmente para agricultura, tales bosques fragmentados aumentaron a partir de la construcción de la Carretera Marginal de la Selva. Finalmente, las entrevistas con pobladores revelaron la posible presencia de la especie en otros siete sitios en ambos márgenes del río Mayo. Rowe y Martínez (2003) también realizaron un estudio para identificar la presencia del mono tocón; no lograron avistarlos en su muestreo de cuatro días pero sí llegaron a oírlos cerca de la confluencia del río Mayo y el río Huallaga. El principal problema para su investigación surgió en las contradicciones de guías locales acerca de qué especies estaban presentes y cuáles no.

Además de estudios de distribución, también se desarrollaron investigaciones sobre el comportamiento y conductas de este primate. DeLuycker (2006) realizó el primer estudio de este tipo en la parte occidental del Alto Río Mayo desde octubre del 2004 hasta setiembre del 2005. Se estudió un grupo de cinco individuos de la especie en un bosque fragmentado de propiedad privada a 891 m cerca de la ciudad de Moyobamba. Se logró analizar la diferenciación del primate según su sexo y edad: machos adultos, hembras adultas, juvenil I (aproximadamente 9 meses de edad), juveniles II (aproximadamente 18 meses de edad), infantes II (nacidos 15 de mayo 2005). Por otro lado, Aldrich (2006) realizó un muestreo de vocalizaciones en la reserva privada Tarangue cerca a Moyobamba, donde se reportaron 29 grupos del mono tocón en un espacio de 74 ha, gracias a la presencia de corredores artificiales que permiten la conectividad entre poblaciones aisladas de este primate.

Hasta antes del 2007, *P. oenanthe* solo era conocido en algunas localidades del valle del Alto Mayo, es ahí el nombre vernacular de mono tocón del Alto Mayo. Pero, investigaciones realizadas a partir de ese año demostraron lo contrario. Bóveda-Penalba et al. (2009) realizaron un muestreo entre Mayo y Diciembre del 2007 a través de tres métodos diferentes: entrevistas con pobladores locales, uso de vocalizaciones y la observación directa a los primates. De las 96 localidades muestreadas, 74 se obtuvieron a través de las entrevistas con pobladores donde confirmaban su presencia. A partir de este estudio se demostró que su rango geográfico es más extenso del que se creía, encontrándose desde el valle del Alto Mayo hasta el río Saposoa (comprendiéndose el Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central). Posteriormente, Vermeer et al. (2011) investigó acerca de otra especie de primate en la región San Martín, *Callicebus discolor*, y su relación con *Plecturocebus oenanthe*; en donde a partir de varios muestreos a lo largo de la región se pudo determinar una probable relación de simpatria con el mono tocón. Además, propone la urgencia de conservación de estos primates debidos a la fragmentación de su hábitat por deforestación.

Investigaciones recientes sobre este primate endémico pretenden conocer, por un lado, más sobre el comportamiento y la morfología de este animal y, por otro lado, emplear nuevas tecnologías para su conservación. Así, DeLuycker (2012) realizó un estudio minucioso sobre la dieta de esta especie; encontrándose que su alimentación frugívora consiste en cantidades variables de frutas, hojas, semillas y artrópodos, siendo más alto el consumo de frutas con un 54% e insectos con un 22%. Del mismo modo, DeLuycker (2014) analizó el comportamiento de *Plecturocebus oenanthe* durante el proceso de gestación de esta especie, incluyendo el período pre-natal, parto y post-parto debido a que puede ayudar a la comprensión de roles en los individuos machos y hembras.

Por otro lado, Shanee et al. (2013) realizaron un análisis predictivo a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para producir un MDE y analizar riesgos en la distribución geográfica del mono tocón para así evaluar que tan efectivos son las áreas protegidas presentes en la región. Los resultados obtenidos demostraron la necesidad de estudios más profundos para conservar esta especie en peligro de extinción. En 2016, Byrne et al. desarrollaron un estudio basado en pruebas de carácter biogeográfico, genético y morfológico, y concluyeron que el mono tocón pertenecía al género *Plecturocebus*, de tal manera que su nombre científico pasó a ser *Plecturocebus oenanthe* y no *Callicebus oenanthe* como era conocido hasta entonces. Finalmente, Schaffer-Smith et al. (2016) desarrollaron modelos de distribución de *Plecturocebus oenanthe* en distintos escenarios climáticos y clasificaron la cobertura forestal en la zona norte de la región San Martín. Los autores estimaron que el rango de la especie es menor a los 14 000 km² y, a través de sensores remotos, revelaron que 34% de bosques bajos del norte de San Martín han sido perdidos y 95% de fragmentos de hábitat son, probablemente, muy pequeños para las poblaciones del primate; además, desarrollaron un modelo de corredor ecológico entre dos áreas de conservación: Morro de Calzada y Almendra.

Así, a partir de la revisión bibliográfica se denota que el mono tocón de San Martín es una especie altamente amenazada y que se encuentra en peligro de extinción. Se evidencia un creciente interés por estudiar aspectos biológicos, así como entender acerca del hábitat en el que se desarrolla y las amenazas que enfrenta. Sin embargo, aún no existen investigaciones acerca de la evolución de su entorno y las dinámicas que éste ha sufrido a partir de un tiempo determinado.

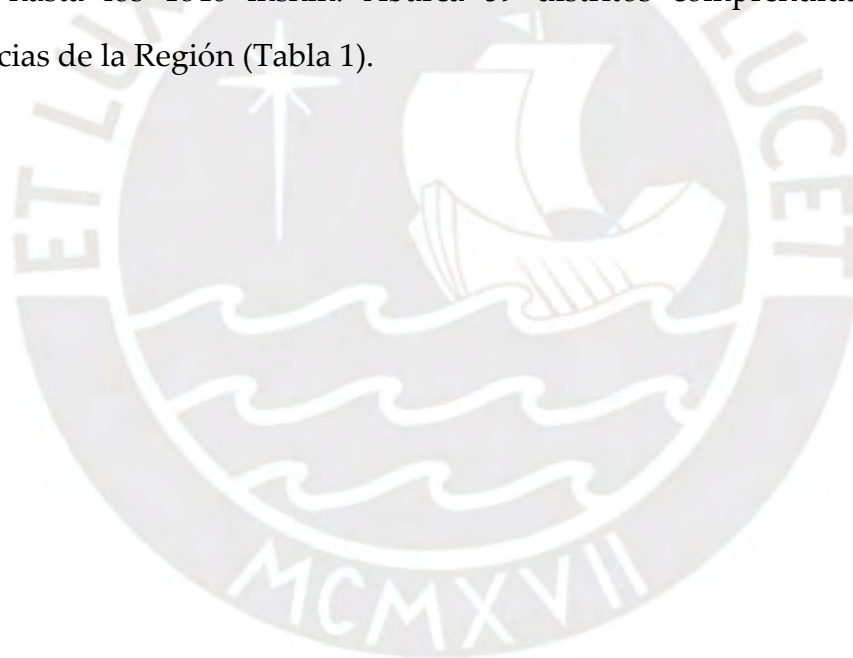
CAPÍTULO 2

ÁREA DE ESTUDIO

En el presente capítulo se describirán aspectos importantes del área de estudio como la localización, y componentes del medio natural y del medio humano; donde se incluirán aspectos como las características físicas y biológicas del entorno, así como la demografía y actividades económicas que se desarrollan.

2.1. LOCALIZACIÓN

El área de estudio obedece a la distribución actual de *P. oenanthe*, el mismo que se encuentra ubicado en la región San Martín en la selva norte del país (Mapa 1). Posee una extensión de 9108.76 km² y una altitud que varía desde los 200 msnm hasta los 1840 msnm. Abarca 59 distritos comprendidas en nueve provincias de la Región (Tabla 1).



Mapa 1: Área de estudio

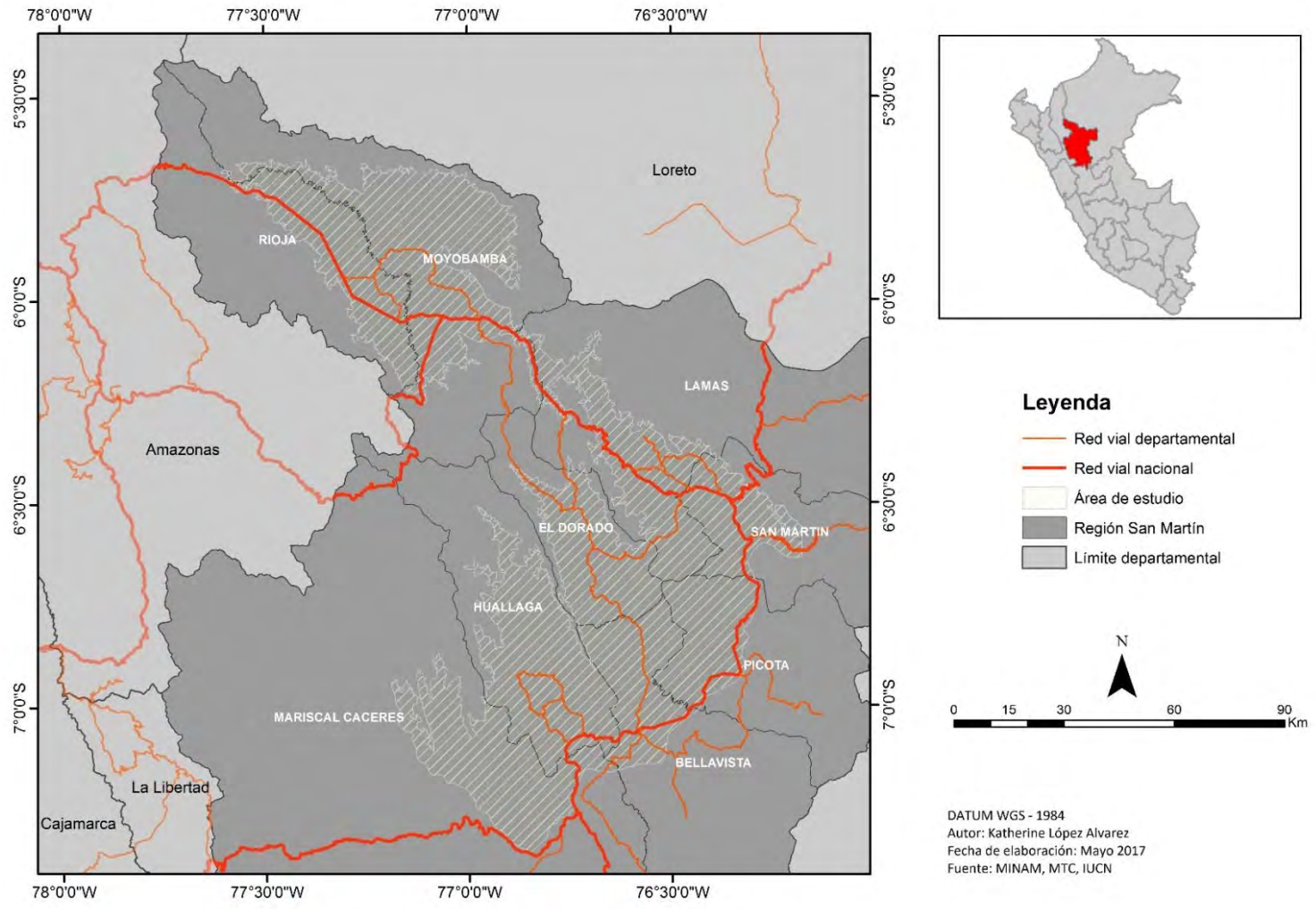


Tabla 1. Distritos comprendidos en el área de estudio

| Distrito | Provincia | Distrito | Provincia |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Pardo Miguel | Rioja | Agua Blanca | El Dorado |
| Awajun | | Santa Rosa | |
| Nueva Cajamarca | | San José de Sisa | |
| Elias Soplín Vargas | | Shatoja | |
| San Fernando | | San Martín | |
| Yuracyacu | | Pajarillo | Mariscal Cáceres |
| Rioja | | Juanjui | |
| Posic | | Pachiza | |
| Yorongos | | Huicungo | |
| Moyobamba | | Moyobamba | Sacanche |
| Yantalo | Tingo de Saposoa | | |
| Calzada | Piscoyacu | | |
| Habana | El Eslabon | | |
| Jepelacio | Saposoa | | |
| Soritor | Alto Saposoa | | |
| Pinto Recodo | Lamas | San Cristobal | Picota |
| Alonso de Alvarado | | Picota | |
| Tabalosos | | Caspisapa | |
| Shanao | | San Hilarión | |
| Rumisapa | | Pucacaca | |
| Lamas | | Pilluana | San Martín |
| Zapatero | | Buenos Aires | |
| Cuñumbuque | | Juan Guerra | |
| San Roque de Cumbaza | | Shapaja | |
| Huallaga | | Morales | |
| Bajo Biavo | Bellavista | Tarapoto | |
| San Rafael | | Cacatachi | |
| Bellavita | | San Antonio | |
| San Pablo | | La Banda de Shilcayo | |

Fuente: INEI, 2007. Elaboración propia

Para acceder a esta zona, hay tres rutas disponibles desde la ciudad de Lima, ya sea por vía aérea o terrestre. La primera es por la Panamericana Norte hasta la ciudad de Chiclayo, donde luego se tomará la carretera Fernando Belaunde Terry hasta llegar a la capital del departamento, Moyobamba. Por otro lado, la segunda ruta es por la Carretera Central hasta la ciudad de Huánuco y luego por la carretera Fernando Belaunde Terry hasta llegar a la ciudad de

Moyobamba. Finalmente, la tercera ruta es por vía área que involucra un viaje hasta la ciudad de Tarapoto y luego continuar el recorrido hacia Moyobamba.

2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En el siguiente apartado se abordarán las variables físicas del territorio, como la geología, geomorfología, hidrología y climatología.

2.2.1. GEOLOGÍA

La región San Martín está ubicada en el sector septentrional y central del Perú (Núñez, Luque y Pari, 2010) y posee unidades geológicas que provienen desde el Precámbrico hasta el Cuaternario (Castro, 2005). La zona de estudio está compuesta por doce formaciones geológicas (Tabla 2), siendo las formaciones del Neógeno mioceno continental y del Paleógeno-Neógeno continental las que ocupan una mayor área (Núñez, Luque y Pari, 2010).

Tabla 2. Geología del área de estudio

| Nombre | Código | Área |
|-------------------------------------|--------|---------|
| Domos | Domos | 19.84 |
| Jurásico superior continental | Js-c | 143.55 |
| Cretáceo inferior continental | Ki-c | 759.67 |
| Cretáceo inf. sup. Marino | Kis-m | 808.23 |
| Cretáceo sup. Marino continental | Ks-mc | 1.68 |
| Neógeno mioceno-continental | Nmp-c | 2067.31 |
| Neógeno cuaternario-continental | NQ-c | 223.06 |
| Paleoceno continental | P-c | 1184.97 |
| Paleógeno - Neógeno, continental | PN-c | 2131.13 |
| Cuaternario holoceno-continental | Qh-c | 1655.55 |
| Cuaternario pleistoceno continental | Qpl-c | 34.24 |
| Triásico sup., Jurásico inf. marino | TsJi-m | 78.59 |

Fuente: INGEMMET. Elaboración propia

2.2.2. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología de la región es el resultado de agentes tectónicos, deposicionales y erosivos que se han dado a lo largo de muchos años (Núñez, Luque y Pari, 2010). Las principales unidades geomorfológicas ubicadas en el área de estudio son cuatro: montañas, colinas y lomadas, depósitos de piedemontes, y planicies.

La unidad de montaña es aquella que posee una gran elevación natural en un terreno (FAO 1968 en Núñez, Luque y Pari, 2010). En el área de estudio se encuentran montañas de pendiente alta que presentan pendientes fuertes, montañas de pendientes media con pendientes entre pronunciadas y fuertes, montañas estructurales que “presentan alineamientos conformados por secuencias estratificadas plegadas” (Núñez, Luque y Pari, 2010). Las colinas y lomadas, por su parte, son elevaciones de origen natural de menor desnivel que las montañas; y, en la zona de distribución de *P. oenanthe*, están compuestas por areniscas, limolitas y calizas (Núñez, Luque y Pari, 2010). Por otro lado, los piedemontes son acumulaciones de material heterogéneo y se ubican al pie de cadenas montañosas; dentro de su tipología se encuentran vertientes de detritos, abanicos proluviales-aluviales y abanicos deluvio-coluviales (Núñez, Luque y Pari, 2010). Finalmente, las planicies son extensiones planas de un terreno y pueden ser aluviales e inundables (Núñez, Luque y Pari, 2010).

2.2.3. HIDROLOGÍA

El área de estudio se enmarca en la cuenca hidrográfica del río Huallaga, el cual pertenece a la vertiente hidrográfica del Atlántico. El río Huallaga nace en la región Pasco con el nombre de río Ranracancha que luego de un largo recorrido ingresa por la zona sur de la región San Martín con una orientación SE-NO. Este río presenta una longitud de 567 km y en la región tiene una extensión de 5 179 642 ha; además se caracteriza por ser navegable en varios sectores de San Martín. Las principales subcuencas relacionadas a la zona de estudio son las del

río Mayo, Biabo y Huayabamba (Tabla 3), y las principales intercuenas son el del Medio Huallaga, Medio Alto Huallaga y Medio Bajo Huallaga (Sánchez y Herrera, 1998; Núñez et al., 2010).

La subcuenca del río Mayo es considerada el afluente más grande del río Huallaga con una extensión de 9722.47 km² a nivel general pero con 4206.21 km² en el área de estudio. Su origen tiene lugar en quebradas tributarias ubicadas a altitudes mayores a los 2000 metros al norte de la región. Además, posee nueve unidades hidrográficas menores según Pfastetter: Alto Mayo, Tonchima, Indoche, Huascayacu, Avisado, quebrada La Collpa, Gera-Mamonaquihua, Cumbaza y Bajo Mayo (GORESAM, 2016). La subcuenca del río Huayabamba, por su parte, tiene su nacimiento en la Cordillera Oriental y posee 1255.94 km² en la zona de estudio; sus afluentes principales son el río Pachicilla, por la margen izquierda, y el río Abiseo, por la margen derecha. Finalmente, la subcuenca del río Biabo ubicado en la margen derecha del río Huallaga es la que cuenta con una menor extensión con solo 22.42 km² en el área a estudiar y sus afluentes principales son los ríos Chupichotal, Platanillo, Yuracyacu y Bombonajillo (Sánchez y Herrera, 1998).

Tabla 3: Áreas (km²) de subcuencas en el área de estudio

| Subcuenca | Área de la subcuenca (km ²) | Área en la zona de estudio (km ²) |
|----------------|---|---|
| Río Mayo | 9722.47 | 4206.21 |
| Río Biabo | 7111.02 | 22.42 |
| Río Huayabamba | 13801 | 1255.94 |

Geoservidor-MINAM. Elaboración propia

Por otro lado, se denomina intercuenca a un área que recibe drenaje de otra unidad que se encuentra aguas arriba mediante un curso de agua que conecta ambas (Ruiz y Torres, 2008). En la zona de estudio, estas intercuenas se encuentran en la zona media de la cuenca principal a la que pertenecen (cuenca

del río Huallaga). La intercuenca del Medio Bajo Huallaga posee un área de 91.47 km² en la zona de estudio; la intercuenca del Medio Huallaga, 570.44 km²; y la cuenca del Medio Alto Huallaga posee una mayor superficie con 2962 km² (Tabla 4).

Tabla 4: Áreas (km²) de intercuenca en el área de estudio

| Intercuenca | Área de la intercuenca (km ²) | Área en la zona de estudio (km ²) |
|---------------------|---|---|
| Medio Bajo Huallaga | 8926.21 | 91.47 |
| Medio Huallaga | 2133.3 | 570.44 |
| Medio Alto Huallaga | 5064.06 | 2962.29 |

Fuente: Geoservidor-MINAM. Elaboración propia

El agua subterránea también posee un gran valor en la región San Martín. Sin embargo se conoce poco sobre este recurso pero se considera que se encuentra distribuida a lo largo del territorio debido a rasgos geológicos, clima, precipitaciones y flujos superficiales del agua; siendo las zonas planas las que poseen el mayor potencial de existencia de aguas subterráneas (Sánchez y Herrera, 1998).

2.2.4. ASPECTOS CLIMÁTICOS

El clima es un factor importante pues ejerce influencia sobre componentes abióticos y bióticos. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) ha elaborado el “Mapa de Clasificación Climática del Perú” (2011) basado en la clasificación propuesta por W. Thornthwhite.

De esta manera se pueden identificar cinco tipos de climas en el área, ubicadas de manera heterogénea a lo largo del área de estudio. Al norte de la zona de estudio se encuentran tres tipos de climas: semi seco que presenta deficiencias de lluvia en estaciones de otoño, invierno y primavera pero con humedad relativa calificada como húmeda; clima cálido, lluvioso y con presencia de lluvias intensas a lo largo del año y con humedad relativa calificada como muy

húmeda; y, semi cálido, lluvioso pero con deficiencia de lluvias en invierno, además su humedad relativa es húmeda. Mientras que al sur del área de estudio se encuentran un clima cálido, lluvioso pero con lluvias no muy intensas en invierno, presenta una humedad relativa calificada como húmeda; y clima semi seco, cálido, con escasas lluvias en estaciones de otoño, invierno y primavera, presenta humedad relativa húmeda.

Tabla 5: Clasificación climática según Thornthwhite

| Código | Características | Humedad relativa |
|-----------------|--|------------------|
| B (i) A' H3 | Zona de clima cálido, lluvioso, con lluvia deficiente en invierno. | Húmeda |
| B (i) B'1 H3 | Zona de clima semi cálido, lluvioso, con lluvia deficiente en invierno. | Húmeda |
| B (r) A' H4 | Zona de clima cálido, lluvioso, con lluvia abundante en todas las estaciones del año. | Muy húmeda |
| C (o,i) B'2 H3 | Zona de clima semi seco, templado, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera. | Húmeda |
| C (o,i,p) A' H3 | Zona de clima semi seco, cálido, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera. | Húmeda |

Fuente: SENAMHI. Elaboración propia

2.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

2.3.1. ECORREGIONES

En el Perú se han desarrollado distintas regionalizaciones según parámetros climáticos (tipos de clima), de agua (cuencas hidrográficas), suelos (regiones edáficas), y de presencia de flora y fauna (formaciones vegetales y provincias de fauna). Brack y Mendiola (2004) han analizado las clasificaciones parciales existentes y han logrado reconocer ecorregiones. Las ecorregiones son áreas geográficas que poseen características homogéneas en cuanto a clima, suelos, flora, fauna y flujos de agua; además puede ser delimitado y distinguible. De

las once ecorregiones propuestas por los autores, las que pertenecen al área de estudio son dos (Brack y Mendiola, 2004).

La primera ecorregión es la de selva alta el cual se extiende por todo el flanco oriental andino, presenta una orografía compleja pues posee pendientes extremas y valles estrechos en altitudes entre los 2000 a 3500 msnm y valles amplios y relieve moderado por debajo de los 2000 msnm. Los suelos son de distinto tipo según las partes donde se ubican; en partes altas son predominantemente pedregosas, en partes intermedias son cambrisoles y acrisoles en partes bajas. La vegetación es variada, y se concentran especies arbóreas y epífitas como orquídeas, bromelias, helechos y líquenes. Por otro lado, la fauna característica de la región es de origen amazónico y se presentan una mayor cantidad de endemismos debido a factores de aislamiento (Brack y Mendiola, 2004).

La segunda ecorregión es el bosque tropical amazónico o también conocido como selva baja que comprende la región amazónica en altitudes menores a los 800 metros. Los suelos son heterogéneos pero todos provienen de sedimentos arrastrados desde los Andes a través de los años y que han sufrido procesos de transformación. Los principales suelos son ultisoles, entisoles, inceptisoles, alfisoles, vertisoles, molisoles y spodosoles. La vegetación y fauna es diversa dentro de los bosques amazónicos de esta región (Brack y Mendiola, 2004).

2.4. MEDIO HUMANO

El análisis del medio humano es importante para entender las dinámicas del territorio. Este apartado comprenderá la demografía, la población económicamente activa (PEA) y las actividades económicas.

2.4.1. DEMOGRAFÍA

A partir del uso de información vectorial de centros poblados (proporcionados por el INEI) en el software ArcGIS, se pudo determinar que la población total

del área de estudios es de 495009 habitantes a lo largo de las 9 provincias y 59 distritos comprendidas en el mismo. La población masculina es mayor que la femenina con 254158 y 240851 habitantes respectivamente. La provincia que cuenta con mayor población en el área de estudio es San Martín, seguido de la provincia de Rioja; mientras que la provincia con menor población es la de Picota (Tabla 6).

Tabla 6: Población por provincias según el área de estudio (Censo 2007)

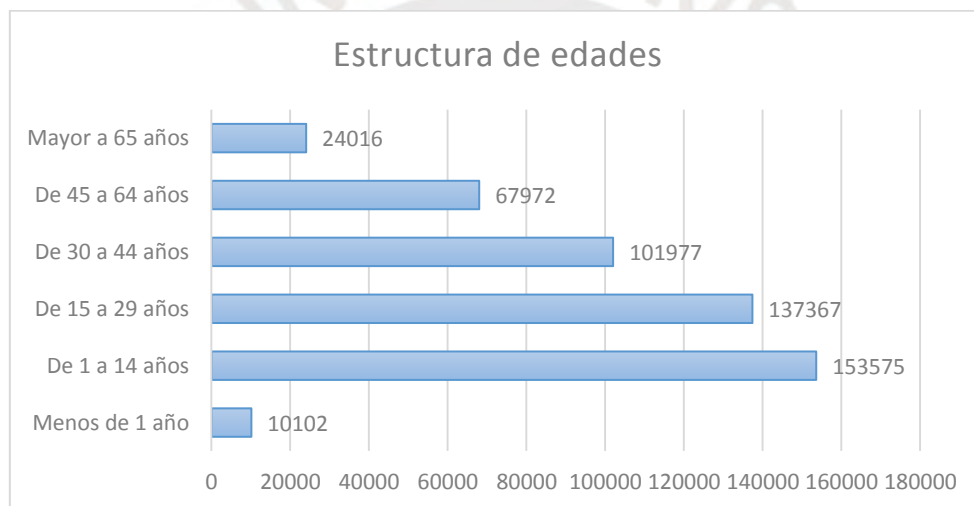
| Provincias | Población | Centros Poblados |
|------------------|-----------|------------------|
| Bellavista | 29789 | 177 |
| El Dorado | 30509 | 112 |
| Huallaga | 24448 | 219 |
| Lamas | 50174 | 202 |
| Mariscal Cáceres | 29855 | 113 |
| Moyobamba | 88971 | 156 |
| Picota | 19061 | 126 |
| Rioja | 93210 | 127 |
| San Martín | 128992 | 148 |
| TOTAL | 495009 | 1380 |

Fuente: INEI (2007). Elaboración propia

La cantidad de centros poblados asciende a 1380, los cuales se encuentran distribuidos de manera heterogénea a lo largo de la zona de estudio (Anexo 1). No existe una correlación directa entre el número de población y cantidad de centros poblados. Por ejemplo, la provincia de Huallaga no es la que posee mayor población pero sí es la que tiene mayor cantidad de centros poblados con un total de 219; lo anterior puede deberse a que el área de distribución de *P. oenanthe* ocupa una mayor superficie en dicha provincia. Según el carácter de centros poblados se tiene que el 93% son rurales y el 7% restante equivale a centros poblados urbanos, estando la mayor parte de ellos dentro de la categoría de unidades agropecuarias (442) y caseríos (424).

La estructura de edades según el censo del 2007 (Figura 1) muestra que la mayor cantidad de individuos se ubican en el rango de edad de 1 a 14 años, representado el 31% del total, y va decreciendo de manera escalonada hasta el último rango de edad (mayor a 65 años), con porcentajes de 28%, 21%, 14% y 5%, respectivamente. La diferencia entre cada rango etario es variable; por ejemplo, la diferencia mayor existente es la proveniente de los rangos de edad de 15 a 29 años y 30 a 44 años con 35390 individuos (excluyendo el rango de personas menores de un año y mayores de 65 años debido a que no agrupan una cantidad estable de edades como los demás rangos).

Figura 1. Estructura de edades en la zona de estudio



Fuente: INEI. Elaboración propia

La cantidad de viviendas en la zona de estudio asciende a 129640. El 88% de las mismas son casas independientes mientras que el 12% restante está distribuido en viviendas de tipo departamento, quintas, casa de vecindad, chozas y locales no destinados para la vivienda. La calidad en el acceso a servicios en la zona de estudio es parcial. En cuanto al servicio de agua, el 52.59% cuenta con agua potable a partir de una red pública dentro de la vivienda, un 12.76% posee red pública fuera de vivienda y un 34.66% restante obtiene agua mediante otras maneras como camiones cisternas, pozos y cuerpos de agua (ríos, acequias o similares). El servicio de saneamiento es deficiente en el área de estudios pues

solo el 33.17% posee una red pública de desagüe dentro de la vivienda, mientras que el 48.03% hace uso de un pozo ciego. Finalmente, el 68.13% cuenta con alumbrado eléctrico por red pública y el 31.81% no cuenta con tal servicio.

2.4.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La población económicamente activa (PEA), que se encuentran en edad de trabajar, y que al menos una semana antes de la realización del censo se encontraban buscando trabajo o trabajando, asciende a 152209 personas según el censo de población y vivienda a nivel de centros poblados realizado por el INEI el 2007.

La rama económica preponderante es la agricultura, representando el 45.51% del total. El porcentaje restante está distribuido de manera irregular en las otras 19 ramas económicas propuestas por el censo de población y vivienda del 2007; donde destacan el comercio al por menor con 11.52%, transporte, almacenamiento y comunicaciones con 6.33%, y enseñanza con 5.38% (Tabla 7).

Tabla 7: Ramas económicas del área de estudio

| Rama económica | Porcentaje |
|--|------------|
| Agric., ganadería, caza y silvicultura | 45.51% |
| Comercio al por menor | 11.52% |
| Trans., almac. y comunicaciones | 6.33% |
| Enseñanza | 5.38% |
| Construcción | 4.30% |
| Industrias manufactureras | 4.27% |
| Otros | 22.69% |
| TOTAL | 100.00% |

Fuente: INEI (2007). Elaboración propia

La rama agrícola, además de ocupar un mayor porcentaje en el área de estudio, es la actividad que ha modificado en gran medida el territorio de la región San Martín. Eduardo Zegarra y Juan Pablo Gayoso (2015) han caracterizado los procesos de expansión agrícola y lo han relacionado con la deforestación sucedida entre el 2000 y el 2011. Los resultados que obtuvieron mostraron que

la tasa anual de deforestación ha ido en aumento y de manera constante en la región San Martín, el cual ha sido motivado por factores como la comercialización de agricultura en la selva, expansión de frontera agrícola y la expansión de cultivos permanentes (Zegarra y Gayoso, 2015).



CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo se abordará el esquema metodológico propuesto para la investigación, así como los métodos que serán utilizados para alcanzar los objetivos propuestos.

3.1. ESQUEMA METODOLÓGICO

El esquema metodológico de la presente investigación consiste en las siguientes fases: primera etapa de gabinete, trabajo de campo, y la segunda etapa de gabinete.

La primera etapa de gabinete es el inicio del planteamiento de la investigación y aborda tres temas importantes. En primer lugar, la delimitación de la investigación sobre la premisa de conservación de fauna, bajo los siguientes criterios de selección: endemismo, peligro de extinción y territorio en constante transformación antrópica. En este sentido, *Plecturocebus oenanthe* fue elegido por cumplir los tres criterios anteriores, además de presentar un rango geográfico regional, solo en la región San Martín (Bóveda-Penalba et al., 2009), y no compartido como los otros dos primates endémicos que el Perú posee. En segundo lugar, se procedió con el levantamiento de información sobre el estado actual de la especie y el área de estudio a analizar mediante la revisión de fuentes bibliográficas, tanto físicas como virtuales; la recopilación de imágenes satelitales del área de estudio; y la obtención o creación de cartografía base (información vectorial de temáticas poblacionales y territoriales). Finalmente, el tercer tema consiste en la realización de un cronograma para las salidas de campo, tomando en cuenta la duración de las mismas y los materiales que se usarán.

El trabajo de campo conforma la siguiente fase de esta investigación y está compuesta por dos salidas que se realizaron en distintos momentos. Cada salida de campo contó con actividades precisas a desarrollar y objetivos a cumplir. Es importante señalar que Bóveda-Penalba et al. (2009) registraron datos de presencia para *Plecturocebus oenanthe* en un rango mayor que el conocido hasta ese entonces; extendiéndose la distribución hasta el centro y sur de la región. Mediante la transformación a formato vectorial de todos los datos recolectados por Bóveda-Penalba et al. (2009), se pasó a la primera interpretación de esa información a través de la adición de más capas vectoriales como vías nacionales y departamentales, concluyendo que la mayoría de puntos muestreados por los autores concuerdan con zonas cercanas a vías de transporte nacional (carretera Fernando Belaunde Terry) y de carácter departamental (tramos de la carretera Cuñumbuque – San Pablo, Roque, entre otras); resultando necesarios muestreos en zonas alejadas de éstas vías. Así, las salidas de campo propuestas tuvieron como objetivo inicial el abarcar aquellas zonas que no fueron contempladas por los autores antes mencionados; sin embargo, no pudo concretarse debido a condiciones meteorológicas que impidieron el poder transportarse hacia tales áreas. Por tal motivo, se recurrió a actualizar puntos de presencia que fueron abordados por Bóveda-Penalba et al. (2009) y a visitar algunos puntos nuevos que no fueron abordados por dichos autores.

La primera salida de campo tuvo lugar en agosto del 2017 y abarcó la parte norte de la región San Martín, comprendiendo las provincias de Rioja y Moyobamba; mientras que la segunda salida de campo, se realizó en enero del 2018 y contempló las provincias de Moyobamba, Picota y Huallaga ubicadas en la parte central y sur de la zona de estudio. Tanto en la primera como en la segunda salida, se recolectó información cualitativa sobre los distintos usos de suelo cercanas a la carretera Fernando Belaunde Terry mediante la técnica de

observación directa, las mismas que fueron de tipo forestal, agrícola, residencial e industrial; se muestreó la presencia o ausencia de *Plecturocebus oenanthe*; y, además, se obtuvieron datos de percepción de los pobladores locales en torno al mono tocón que puede ayudar al entendimiento de la relación de hombre y naturaleza.

Figura 1: Reconocimiento del área en las cercanías del C.P. Naciente del río Negro



Foto: Lopez Alvarez, Katherine

Figura 2: Reconocimiento del área en las inmediaciones del C.P. La Libertad



Foto: Lopez Alvarez, Katherine

Finalmente, la segunda etapa de gabinete consistió en la sistematización de la información recopilada en las dos salidas de campo: identificación de usos de suelo en las diferentes provincias, puntos GPS de presencia y/o ausencia de

Plecturocebus oenanthe y entrevistas con pobladores locales. Asimismo, los datos obtenidos a partir de la sistematización de los mismos sirvieron para el cumplimiento de los objetivos propuestos: realizar análisis multitemporales y espaciales, calcular la tasa de deforestación y de cambio en el área de distribución de la especie, generar mapas de distribución de especies para el presente y futuro, y diseñar corredores ecológicos en la zonas con mayor deforestación. A partir de los resultados obtenidos se podrán interpretarlos y discutirlos; de esta manera, se presentará conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones en torno a este primate endémico peruano.

3.2. MÉTODOS

Los métodos a emplear para esta investigación y así cumplir con los objetivos propuestos son: búsqueda bibliográfica, análisis espacial del área de distribución actual de *Plecturocebus oenanthe*, cálculo de la tasa de deforestación y de cambio en el área de distribución de *Plecturocebus oenanthe*, muestreo de la especie, modelamiento de distribución de especies y el diseño de corredores ecológicos.

3.2.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

La búsqueda bibliográfica consistió en la revisión de artículos científicos, libros y demás fuentes de información acerca del tema planteado. De igual manera, se consultó plataformas virtuales para la descarga y visualización de datos poblacionales y territoriales (INEI, GloVis, WorldClim, entre otros).

3.2.2. ANÁLISIS ESPACIAL

El análisis espacial consistió en un análisis multitemporal y la posterior clasificación supervisada con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El análisis multitemporal contribuye a una mejor interpretación de una imagen satelital y a la detección de cambios en un lugar determinado (Chuvienco, 1995). Este análisis permite conocer el tipo de

ocupación que existe en el suelo como cultivos agrícolas, espacios urbanos y la presencia de vegetación natural (Chuvienco, 1995). Para lograr esto se determinó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) en el software Arcmap 10.5 a partir de imágenes satelitales para los años de 1987, 1996, 2006, y 2017. A través del cálculo de NDVI se pudo observar el área de cobertura vegetal y el porcentaje que representa en cada año.

Por otro lado, la clasificación supervisada es una técnica de la clasificación digital, el cual consiste en la utilización de training fields (campos de entrenamiento) para “entrenar” a un programa SIG en el reconocimiento de firmas espectrales de distintas clases (vegetación, suelo descubierto, áreas urbanas, entre otras) para que sean asignadas al resto de los píxeles de una imagen (Chuvienco, 1995). Para la presente investigación se utilizó la herramienta “Maximum Likelihood Classification” en Arcmap 10.5. Las áreas de entrenamiento (AdE) se obtuvieron de la salida de campo y del análisis visual con la herramienta de Google Earth; éstos responden a la siguiente clasificación: i) bosques (incluyen bosques primarios, secundarios y plantaciones forestales), ii) cuerpos de agua (ríos y lagunas), iii) no bosque (incluye cultivos agrícolas y campos ganaderos), iv) superficie desnuda (compuesta por áreas sin cobertura y áreas urbanas), v) nubes y vi) sombra de nubes.

3.2.3. CÁLCULO DE LA TASA DE FORESTACIÓN Y TASA DE CAMBIO

El cálculo de la tasa de deforestación y de cambio en el área de distribución de *Plecturocebus oenanthe* se calculó en el programa Arcmap 10.4 en base a la clasificación supervisada obtenida anteriormente para los años 1996 y 2016, el mismo que fue convertido a formato vectorial desde formato ráster. Cabe mencionar que se utilizó el año 1996 como año base debido a las perturbaciones que representaba el año 1987 en cuanto a nubosidad. Posteriormente, se agregó una nueva columna en la tabla de atributos en cada archivo y se utilizó la

herramienta “Calcular Geometría”, con la opción de cálculo de área en km², para determinar la superficie de cada clase. Posteriormente, se realizó un cálculo manual de la siguiente fórmula:

- a) Tasa de deforestación anual

$$\frac{\text{Superficie boscosa 1996 (ha)} - \text{Superficie boscosa 2017 (ha)}}{21 \text{ (años)}}$$

- b) Tasa de cambio

$$\frac{\text{Superficie boscosa 1996 (ha)} - \text{Superficie boscosa 2017 (ha)}}{\text{Superficie boscosa 1996 (ha)}}$$

3.2.4. MUESTREO DE PLECTUROCEBUS OENANTHE

El muestreo de *Plecturocebus oenanthe* consistió en la toma de puntos de presencia/ausencia del primate en distintas localidades, especialmente en aquellas que no han sido abordadas por Bóveda-Penalba et al. (2009). De igual manera, se visitó algunos lugares muestreados en el 2009 para asegurar que siete años después la especie siga existiendo en dicho espacio.

La metodología usada fue la propuesta por la *Guía de fauna silvestre* del Ministerio del Ambiente (2015), específicamente para mamíferos medianos. Así, se ocuparon técnicas directas e indirectas. La primera consistió en avistamientos de los ejemplares en un horario de 6 am a 10 am, que es el recomendado por DeLuycker (2006) y Aldrich (2006) pues representan el tiempo idóneo para su observación. Mientras que para las técnicas indirectas se realizaron entrevistas con pobladores locales de comunidades en los distintos puntos de muestreo en la región. Estas entrevistas consistieron en mostrar fotografías de tres primates de la zona (*Plecturocebus oenanthe*, *Saguinus fuscicollis* y *Alouatta seniculus*) y pedir que identifiquen cuáles son los que reconocen en su zona.

3.2.5. MODELAMIENTO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

Los Modelos de distribución de especies (MDE) permiten generar representaciones de la idoneidad de un determinado espacio para albergar a una especie (Mateo et al., 2012). Para la generación de MDE's se utilizó el programa Maxent, donde se utilizaron variables de tipo independientes y dependientes. Por un lado, las variables independientes refirieron a los indicadores ambientales que fueron descargados del portal WorldClim. Las variables dependientes, por otro lado, fueron los datos de presencia de la especie que fueron recolectados en el trabajo de campo como en portales especializados en datos de biodiversidad como GBIF.

Así, se desarrollaron tres MDE: una distribución potencial actual y dos en un escenario futuro bajo dos *Representative Concentration Pathways* (RCP) y dos MCG: CCSM4 y HadGEM2-ES.

3.2.6. MODELAMIENTO DE CONECTIVIDAD

En primer lugar, en base a la capa vectorial obtenida a partir de la clasificación supervisada, se procedió a crear dos shapes que contenían la información de bosques para los años 1996 y 2017. A continuación se hizo uso de la herramienta "Unión" en Arcmap 10.4 y se generó un archivo vectorial que mostraba áreas que han sufrido de pérdida de bosques desde 1996, áreas que se han mantenido en superficie boscosa y áreas de bosques nuevos al 2017. Luego, con análisis cuantitativo se seleccionaron cuatro parches de bosque mayores a 900 ha (dos ubicados al norte y dos ubicados al sur del área de distribución del primate) que obedecían a áreas de pérdida gradual de superficie de bosques y que, por lo tanto, resultan importantes para elaborar un corredor ecológico. Las herramientas utilizadas para la obtención de los corredores ecológicos fueron

*Gnarly Landscape Utilities*¹ y *Linkage Mapper*² las cuales pueden ser agregadas directamente al toolbox de Arcmap para trabajar con ellas y que ambas han sido utilizadas para diseñar corredores ecológicos en mamíferos (Castilho et al., 2015; Krosby et al., 2015; Zhuge et al., 2015; Belote et al., 2016).

3.2.6.1. SUPERFICIE DE RESISTENCIA

Gnarly Landscape Utilities permite crear capas de superficie de resistencia que son esenciales para la creación de corredores usando un geodatabase (.gdb) de variables y una hoja de cálculo de Excel. Una superficie de resistencia o de costo es una representación del costo en un determinado paisaje para el movimiento de animales o el flujo de genes, que es generado a partir de distintas variables a las cuales se les asigna un peso determinado (Koen et al., 2012).

Para la creación del geodatabase, se procedió a la creación de las siguientes variables en formato ráster: cobertura vegetal, pendientes, altitud, distancia a vías y distancias a centros poblados. Las herramientas para la creación de ráster se especifican en la tabla 1.

¹ Disponible de manera gratuita en <http://www.circuitscape.org/gnarly-landscape-utilities>

² Disponible de manera gratuita en <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>

Tabla 8: Herramientas para la creación de variables

| Variable | Herramienta | Información adicional |
|------------------------------|----------------------|---|
| Cobertura vegetal | Entidad a ráster | Se usó la misma resolución espacial del <i>Digital Elevation Model (DEM)</i> : 100 m. |
| Pendiente | Slope | Se trabajó con una pendiente en grados (°) |
| Altitud | Topo a ráster | Se fusionó y recortó los archivos vectoriales correspondientes a curvas de nivel, cotas, ríos y lagos al área de distribución del primate. Resolución espacial: 100 m. |
| Distancia a vías | Distancia euclidiana | Se utilizó la información de vías nacionales, departamentales y vecinales provenientes del MTC. |
| Distancia a centros poblados | Distancia euclidiana | La información de centros poblados se descargó del portal ESCALE del MINEDU. |

Elaboración propia

Luego, se procedió a reclasificar cada variable ráster usando la herramienta "Reclasificar" según parámetros adecuados para cada una y en ArcCatalog se importó tales variables reclasificadas a un geodatabase previamente creado.

Por otro lado, para crear la capa de resistencia también se necesita una hoja de cálculo de Excel que contemple algunas columnas obligatorias: Data layer, Class ID, Class Description, Extra info, Habitat value, Resistance y ExpandCells. El Data layer obedece al nombre del archivo; Class ID, al valor de la reclasificación; Class Description, al rango de valores asignado a cada Class ID; Extra info, a información adicional; Habitat value, a una puntuación de 0.0 a 1 donde 1 constituye el mejor hábitat; Resistance, a una puntuación de 0 a 100 donde 100 corresponde a

una mayor resistencia; y ExpandCells, indica si todas las características de una capa se deben expandir en un número determinado de celdas antes de combinarlas con otras capas para garantizar sus propiedades iniciales. Para la asignación de puntaje se tuvo en consideración la cantidad de puntos contemplados en un rango específico, tal y como se muestra en la Tabla 19. Los datos de la hoja de cálculo generado se muestran en la tabla 9.



Tabla 9: Datos de variables para modelamiento de conectividad en Gnarly Landscape Utilities

| Data Layer | Class ID | Class Description | Extra Info | Habitat Value | Resistance | ExpandCells |
|----------------|----------|--|---------------|---------------|------------|-------------|
| Cobertura | 0 | Bosque de colina alta | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 1 | Bosque de colina baja | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 2 | Bosque de montaña | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 3 | Bosque de montaña basimontano | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 4 | Bosque de terraza alta | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 5 | Bosque de terraza baja | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 6 | Áreas de no bosque amazónico | MINAM | 0.2 | 70 | 0 |
| Cobertura | 7 | Rio | MINAM | 0 | 100 | 0 |
| Cobertura | 8 | Vegetación de isla | MINAM | 0 | 80 | 0 |
| Cobertura | 9 | Bosque inundable de palmeras | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 10 | Bosque de terraza alta basimontano | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 11 | Bosque de terraza baja basimontano | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 12 | Bosque inundable de palmeras basimontano | MINAM | 1 | 0 | 0 |
| Cobertura | 13 | Vegetación esclerófila de arena blanca | MINAM | 0.2 | 0 | 0 |
| Centro Poblado | 1 | 0-1000 | ESCALE-MINEDU | 0.3 | 30 | 0 |
| Centro Poblado | 2 | 1000-2000 | ESCALE-MINEDU | 0.6 | 0 | 0 |
| Centro Poblado | 3 | 2000-3000 | ESCALE-MINEDU | 1 | 0 | 0 |
| Centro Poblado | 4 | 3000-4000 | ESCALE-MINEDU | 1 | 0 | 0 |
| Centro Poblado | 5 | mas 4000 | ESCALE-MINEDU | 1 | 0 | 0 |
| Pendiente | 1 | 0° a 5° | DEM | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------|---|----------------|-----|-----|----|---|
| Pendiente | 2 | 5° a 10° | DEM | 1 | 0 | 0 |
| Pendiente | 3 | 10° a 15° | DEM | 0.8 | 0 | 0 |
| Pendiente | 4 | 15° a 20° | DEM | 0.6 | 40 | 0 |
| Pendiente | 5 | más 20° | DEM | 0.2 | 80 | 0 |
| Altitud | 1 | 150-200 msnm | DEM | 0.4 | 50 | 0 |
| Altitud | 2 | 200-500 msnm | DEM | 0.6 | 20 | 0 |
| Altitud | 3 | 500-1000 msnm | DEM | 1 | 0 | 0 |
| Altitud | 4 | 1000-1500 msnm | DEM | 0.8 | 0 | 0 |
| Altitud | 5 | más 1500 msnm | DEM | 0 | 80 | 0 |
| Vías | 1 | 0-200 m | MTC | 0.2 | 40 | 0 |
| Vías | 3 | 500-1000 m | MTC | 0.4 | 0 | 0 |
| Vías | 4 | 1000-1500 m | MTC | 1 | 0 | 0 |
| Vías | 5 | más 1500 m | MTC | 1 | 0 | 0 |

Elaboración propia

Finalmente, se hizo uso de la herramienta “Resistance and Habitat Calculator” ubicada en el toolbox de *Gnarly Landscape Utilities* y se incorporó los datos en los campos correspondientes. Para el campo “Habitat Suitable Calculation” se seleccionó el método de producto que multiplica todos los valores de cada celda que se encuentran en las variables ráster, y para el campo de “Resistance Calculation Method” se usó el método de suma que reconoce que los efectos de los diferentes valores de resistencia pueden ser acumulativos.

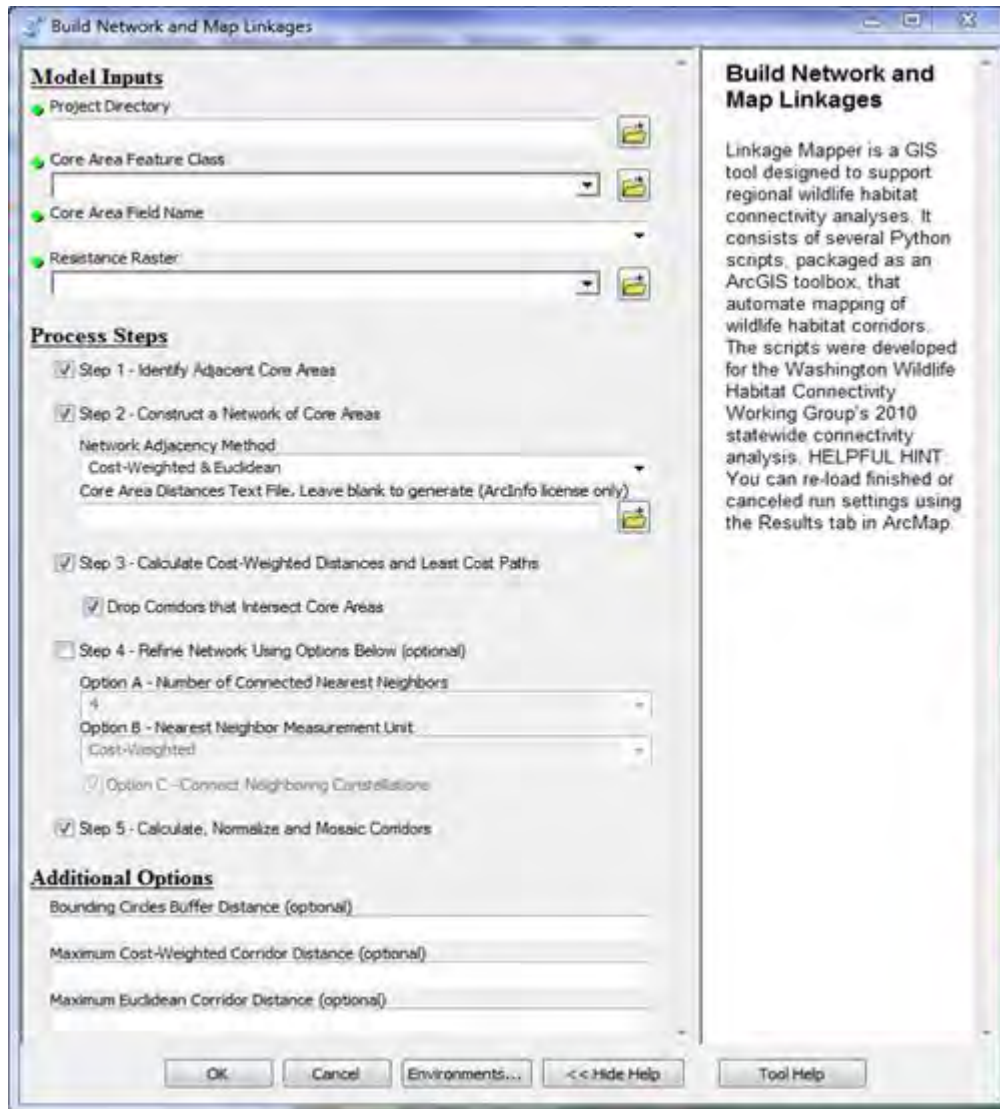
3.2.6.2. DISEÑO DE CORREDORES

Linkage Mapper es una herramienta que puede ser vinculada a ArcMap y que brinda apoyo al análisis de conectividad para diferentes especies y que para la creación de corredores necesita dos datos de entrada esenciales: polígonos de las áreas a conectar y un ráster de resistencia.

Los polígonos de las áreas a conectar responden a dos shapes se encuentran al norte y sur del área de distribución del primate y contienen dos y tres polígonos, respectivamente. Y, el ráster de resistencia fue el archivo generado previamente en *Gnarly Landscape Utilities*.

Posteriormente, se utilizó la herramienta “Build Network and Map Linkages” presente en el toolbox de *Linkage Mapper* y se rellenó los campos correspondientes a “Model Inputs”. Los demás valores se dejaron con el modo predeterminado.

Figura 3: Ventana de trabajo de Linkage Mapper



3.3. MATERIALES

3.3.1. MATERIALES PARA EL TRABAJO DE CAMPO

Los materiales necesarios para el trabajo de campo incluían un equipo GPS (eTrex 20x) para la toma de puntos de presencia/ausencia de la especie, cuadernos de apuntes, material de escritorio y un mapa base de los puntos de muestreo de Bóveda-Penalba et al. (2009).

3.3.2. IMÁGENES SATELITALES

Para el análisis satelital se emplearon imágenes satelitales de Landsat 5 y Sentinel 2a, las que fueron descargadas a través del portal GloVis del United States Geological Service (USGS). Las razones de elección de Sentinel 2a en lugar de Landsat 8 fueron la resolución espacial, siendo de 30 m en Landsat 8 y de hasta 10 m en Sentinel 2a; y la resolución pancromática con 11 bandas en Landsat 8 y 13 bandas en Sentinel 2a. Por otro lado, los criterios para la selección de imágenes fueron que correspondiesen a un período de treinta años a partir del 1987 con un intervalo de diez años entre cada una de ellas; del mismo modo que tuviesen una cobertura de nubes menor al 40% y que se ubicaran entre los meses de mayo a septiembre, donde mayo y septiembre son los meses de transición y de junio a agosto son los meses de época seca (DeLuycker, 2006). Así, las imágenes seleccionadas y que cumplieron con los criterios anteriores corresponden a los años de 1987, 1996, 2006 y 2017 y se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Propiedades de imágenes satelitales

| 1987 | | | | |
|------------|-----------|-----------------------|---------------|---------------|
| Fecha | Satélite | Código | Path/Row | Nubosidad (%) |
| 10/08/1987 | Landsat 5 | LT50090641987222XXX01 | 009/064 | 15 |
| 15/05/1987 | Landsat 5 | LT50080641987135CUB03 | 008/064 | 5 |
| 15/05/1987 | Landsat 5 | LT50080651987135CUB12 | 008/065 | 5 |
| 1996 | | | | |
| Fecha | Satélite | Código | Path/Row | Nubosidad (%) |
| 03/09/1996 | Landsat 5 | LT50090641996247AAA03 | 009/064 | 49 |
| 11/08/1996 | Landsat 5 | LT50080641996224XXX03 | 008/064 | 17 |
| 11/08/1996 | Landsat 5 | LT50080651996224XXX03 | 008/065 | 10 |
| 2006 | | | | |
| Fecha | Satélite | Código | Path/Row | Nubosidad (%) |
| 15/09/2006 | Landsat 5 | LT50090642006258CUB00 | 009/064 | 25 |
| 08/09/2006 | Landsat 5 | LT50080642006251CUB00 | 008/064 | 5 |
| 08/09/2006 | Landsat 5 | LT50080652006251CUB00 | 008/065 | 13 |
| 2017 | | | | |
| Fecha | Satélite | Código | Nubosidad (%) | |

| | | | |
|------------|-------------|------------------------------------|--------|
| 23/07/2017 | Sentinel 2a | L1C_T18MTU_A010890_20170723T152915 | 1.4603 |
| 23/07/2017 | Sentinel 2a | L1C_T18MUU_A010890_20170723T152915 | 0.9167 |
| 23/07/2017 | Sentinel 2a | L1C_T18MUT_A010890_20170723T152915 | 3.4969 |
| 23/07/2017 | Sentinel 2a | L1C_T18MTS_A010890_20170723T152915 | 0.7977 |
| 23/07/2017 | Sentinel 2a | L1C_T18MTT_A010890_20170723T152915 | 1.5525 |

Elaboración propia

a) Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Para el cálculo del NDVI se fusionaron las bandas pertenecientes al espectro visible rojo (R) y al espectro del infrarrojo cercano (NIR) en Arcmap para cada año.

Tabla 11: Bandas empleadas según satélite

| Satélite | R | NIR |
|-------------|---|-----|
| Landsat 5 | 3 | 4 |
| Sentinel 2a | 4 | 8 |

Luego fueron re proyectadas a coordenadas angulares (Datum WGS 1984) y recortadas por la máscara del área de distribución de *Plecturocebus oenanthe*. A continuación se empleó la herramienta de “Calculadora raster” para obtener el índice de vegetación en los años respectivos usando la siguiente fórmula:

$$\frac{NIR - R}{NIR + R}$$

b) Clasificación Supervisada

Para realizar la clasificación supervisada se necesitó de imágenes con bandas compuestas; las mismas que fueron descargadas de GloVis. Luego de haber fusionado las imágenes para cada año, se procedió a elaborar áreas de entrenamiento para las seis clases elegidas (bosque, no bosque, superficie desnuda, cuerpos de agua, nubosidad y sombras). Posteriormente se utilizó la herramienta “Maximum Likelihood Classification” en Arcmap donde se introdujo las áreas dibujadas para la obtención de dos tipos de productos: por un lado, la clasificación del área de estudio, y por otro lado, un raster de confianza que indicaba la fiabilidad de la clasificación en catorce clases. El siguiente paso fue la verificación de la clasificación obtenida previamente; si

existían errores en la clasificación, se editaron y agregaron más áreas de entrenamiento para lograr una alta fiabilidad en el resultado.

3.3.3. VARIABLES BIOCLIMÁTICAS

Las variables bioclimáticas obtenidas de WorldClim, portal especializado en información climática, fueron diecinueve. Tales variables fueron procesadas en Arcmap 10.4, en donde se re proyectaron a UTM y se recortaron al área de la región San Martín usando la herramienta “Extract by mask”. De igual manera, la reproyección y recorte de variables se hizo para las variables de los dos RCP’s.

3.3.4. MODELOS CLIMÁTICOS Y RCP’S

3.3.4.1. MODELOS CLIMÁTICOS

Se hicieron uso de dos modelos climáticos: CCSM4 y HadGEM2-ES. Por un lado, el CCSM4 (*Community Climate System Model* versión 4) es un modelo climático de circulación general desarrollado por una comunidad de científicos y estudiantes de distintas universidades e institutos que contempla componentes como la atmósfera, tierra, mar y hielo marino que intercambian información y flujos por medio de los componentes antes mencionados (Gent et al. 2011). Su diseño corresponde a simulaciones realistas del clima promedio del planeta por medio de un rango amplio de resoluciones espaciales (Cuentas, 2015).

Por otro lado, el HadGEM2-ES (*Hadley Global Environment Model 2 – Earth System*) fue desarrollado por el Met Office Hadley Centre for Climate Science and Services y representa la segunda generación de un modelo climático previo (HadGEM) que incluye la atmósfera, océano, componentes de mar y hielo, y componentes del sistema terrestre como la vegetación dinámica, biología oceánica y química atmosférica (Martin et al. 2011).

3.3.4.2. RCP's

Los RCP's son escenarios de concentración de gases de efecto invernadero que son usadas para la realización de modelamientos climáticos (Cuentas, 2015). Existen cuatro RCP's (2.6, 4.5, 6.9, 8.5) pero solo se usaron el 2.6 y el 8.5. El RCP 2.6 significa un nivel de forzamiento muy bajo donde la temperatura entre los años 2046-2065 estará en un intervalo de 0.4 °C a 1.6 °C; mientras que, el RCP 8.5 presenta un nivel de forzamiento muy alto, con un cambio de temperatura entre 1.4 °C y 2.6 °C para los años del 2046 a 2065 (IPCC, 2013).

3.3.5. ARCHIVOS VECTORIALES

Los archivos vectoriales empleados se obtuvieron de portales gratuitos como del Geoservidor del MINAM (límites políticos y usos de suelo actuales), MTC (vías de comunicación), ESCALE del MINEDU (centros poblados y cartografía base) e IUCN (área de distribución de *Plecturocebus oenanthe*). Además, se añadió la georreferenciación de los puntos de presencia de la especie obtenida por Bóveda-Penalba et al. (2009) y la información obtenida a partir de la salida de campo realizada al área de estudio.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

En el siguiente capítulo se muestran los resultados alcanzados de la investigación, los cuales se encuentran divididos en cuatro subcapítulos. En el primer subcapítulo se muestra la variabilidad espacio-temporal en el área de distribución de *P. oenanthe* a partir de un análisis cualitativo y cuantitativo de los cambios obtenidos mediante en el análisis espacial. El segundo subcapítulo se centra en los puntos de presencia y ausencia del animal a lo largo de distintas localidades de la región San Martín. En el tercer subcapítulo se mostrará la distribución potencial actual y futura tanto para *P. oenanthe*. Finalmente, en el último subcapítulo se detallará la propuesta de conservación de la especie mediante el diseño de corredores ecológicos.

4.1. VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL HÁBITAT

4.1.1. VARIACIÓN EN LA COBERTURA DEL HÁBITAT

El cálculo del NDVI para cada año demostró la presencia de cobertura vegetal a lo largo del ámbito geográfico del mono tocón. Los valores cercanos a 1 corresponden a cultivos agrícolas y bosques, sin embargo, los píxeles para estas clasificaciones no mostraban diferencias significativas entre ellas, donde en algunos casos poseen valores similares. Los valores cercanos a -1 pertenecen a nubes, ríos, sombras y superficies desnudas. Los mapas de cada año pueden visualizarse en el Anexo 1.

Para 1987 (Mapa 2) se obtuvo que el hábitat de *P. oenanthe* estuvo caracterizado por poseer una superficie con predominancia boscosa que asciende a un 50.35% del área total; sin embargo, el número puede ser mayor debido a que el porcentaje de perturbación (sumatoria de porcentajes de nubes y sombras) asciende al 7%, el cual es alto. Las áreas boscosas obedecen a dos tipologías. Por un lado, parches de bosques

ubicados cerca a redes viales como la carretera Fernando Belaunde Terry; y, por otro lado, áreas compactas alejadas de vías de comunicación localizadas en el noreste y suroeste de la zona de distribución geográfica del mono tocón. La superficie de no bosque, que engloba áreas agrícolas y ganaderas, ocupa un 38.96% del total y se encuentran como un área compacta en zonas adyacentes a las redes viales y redes hídricas. Finalmente, la superficie desnuda, que hace referencia a suelos sin cobertura vegetal y áreas urbanas, representan un 2.63% y su ubicación sigue el patrón de existencia de redes viales de carácter nacional.

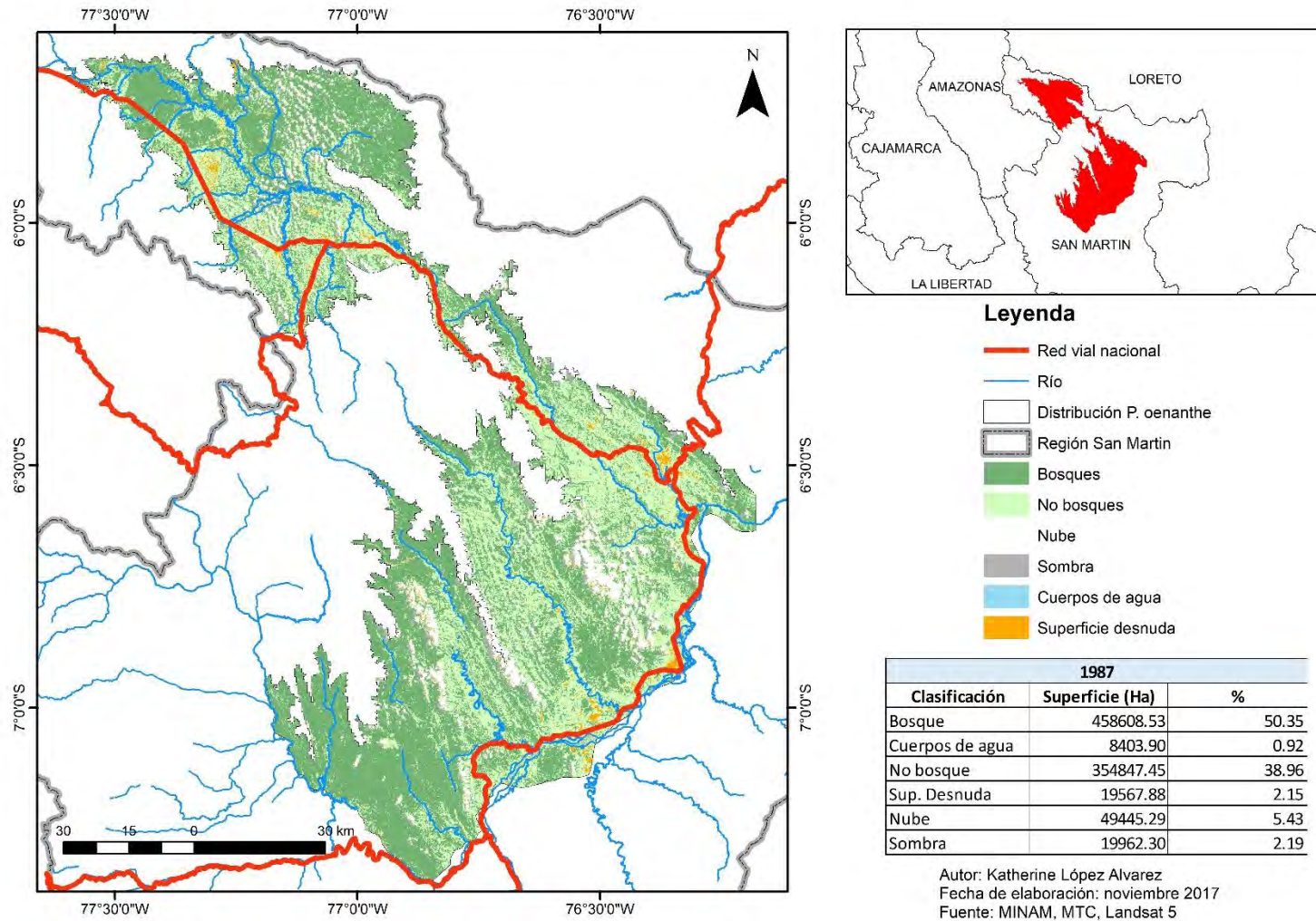
Los resultados para el año 1996 (Mapa 3), a diferencia de 1987, indican que la superficie de no bosque ocupa una superficie mayoritaria en el área de distribución geográfica de *P. oenanthe* con un 47.39%. Mientras que la categoría de bosques ocupa un 44.84% del área total, con reducciones en las zonas adyacentes de la carretera Fernando Belaunde Terry. De igual modo, también se puede apreciar cambios en la categoría de superficie desnuda que con 2.63% de superficie empieza a ocupar zonas donde antes se encontraban bosques; estas áreas se concentran cerca de ríos y obedecen a terrenos de cultivos de arroz luego de la temporada de cosecha. Por último, el porcentaje de perturbación es menor (3.42%); aun así, éstas se ubican de manera compacta en distintas zonas del área de estudio que imposibilitan la visualización y posterior clasificación de la imagen para este año.

Para el año 2006 (Mapa 4) se mantiene el patrón de 1996, donde la clasificación de no bosque ocupa una mayor superficie que la de bosques con un 53.74% y 39.90% respectivamente. La cobertura boscosa no sólo empieza a reducir en superficie, sino que empieza a concentrarse en parches rodeados por áreas agrícolas cerca de ríos principales. La superficie desnuda crece un 1.48% con respecto a 1996 y asciende a un 4.11% de la superficie total, el cual está condicionado por el aumento de áreas agrícolas

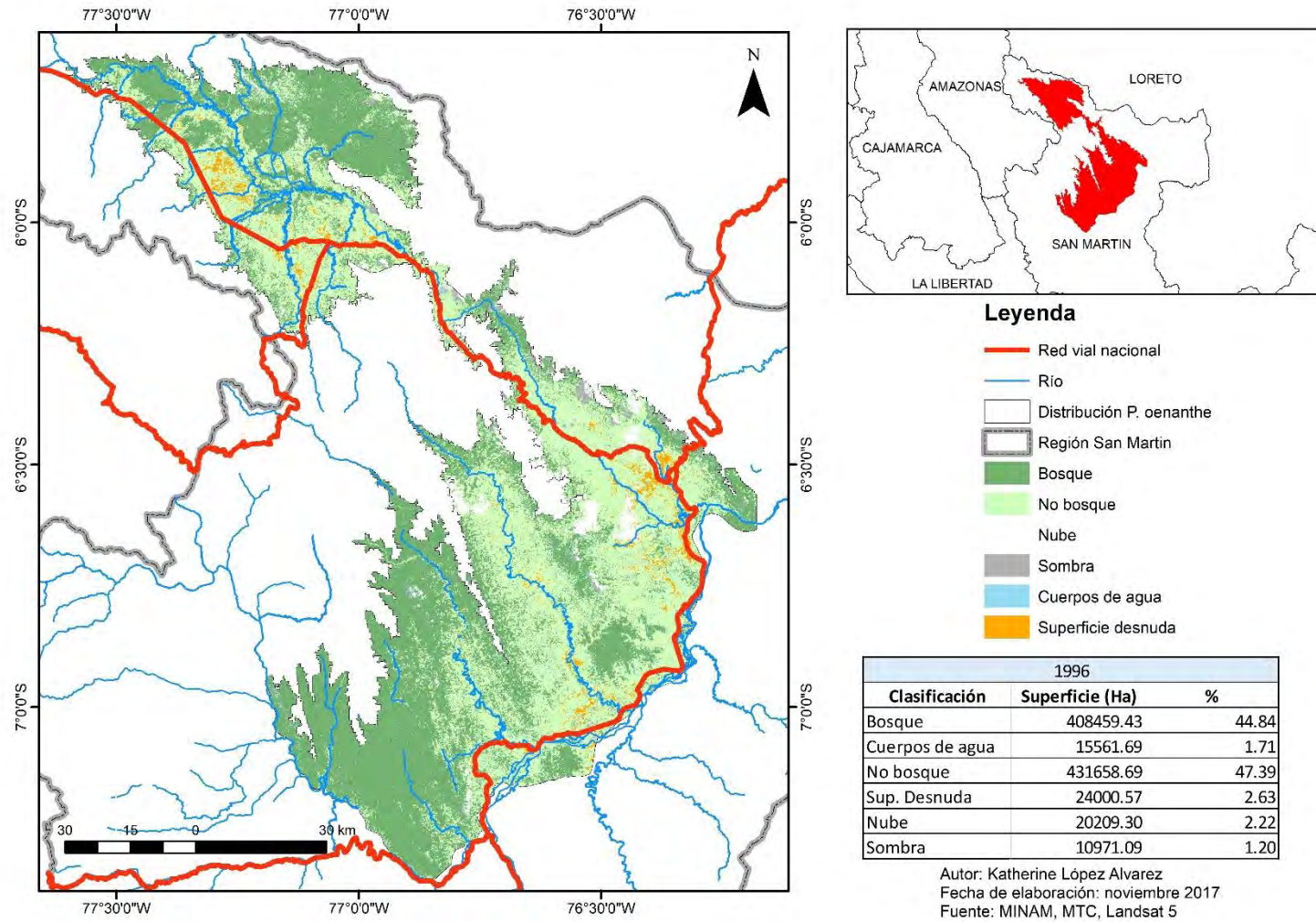
con principal énfasis en el cultivo de arroz pero también por el crecimiento de ciudades importantes como Rioja, Moyobamba y Tarapoto. El porcentaje de perturbación es de 1.78%, el cual ayuda a poder tener una mejor clasificación para este año.

Finalmente, el año 2017 (Mapa 5) evidencia cambios en cuanto a la composición en la cobertura del área de distribución de *P. oenanthe* con respecto a años anteriores. En primer lugar, la clasificación con mayor superficie es la de bosques con un 48.76%, seguido por el no bosque con 42.06%. Si bien, la cobertura boscosa ha aumentado, es importante señalar que ésta obedece a una morfología distinta pues grandes áreas compactas de bosques han disminuido (especialmente al norte del área de estudio) y se han creado una mayor cantidad de parches de bosques a lo largo de toda el área de distribución del primate. La clasificación de superficie desnuda aumentó a 4.13%, y obedecen a parches localizados en zonas contiguas a ríos y a áreas urbanas.

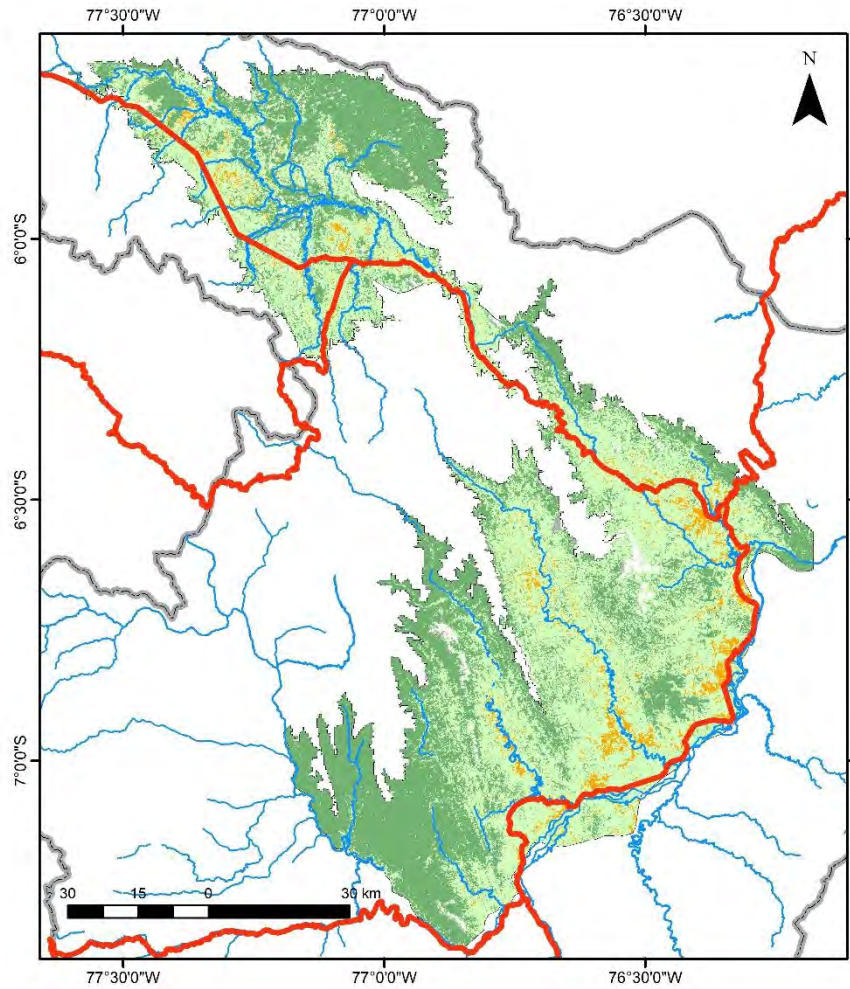
Mapa 2: Cobertura 1987



Mapa 3: Cobertura 1996



Mapa 4: Cobertura 2006



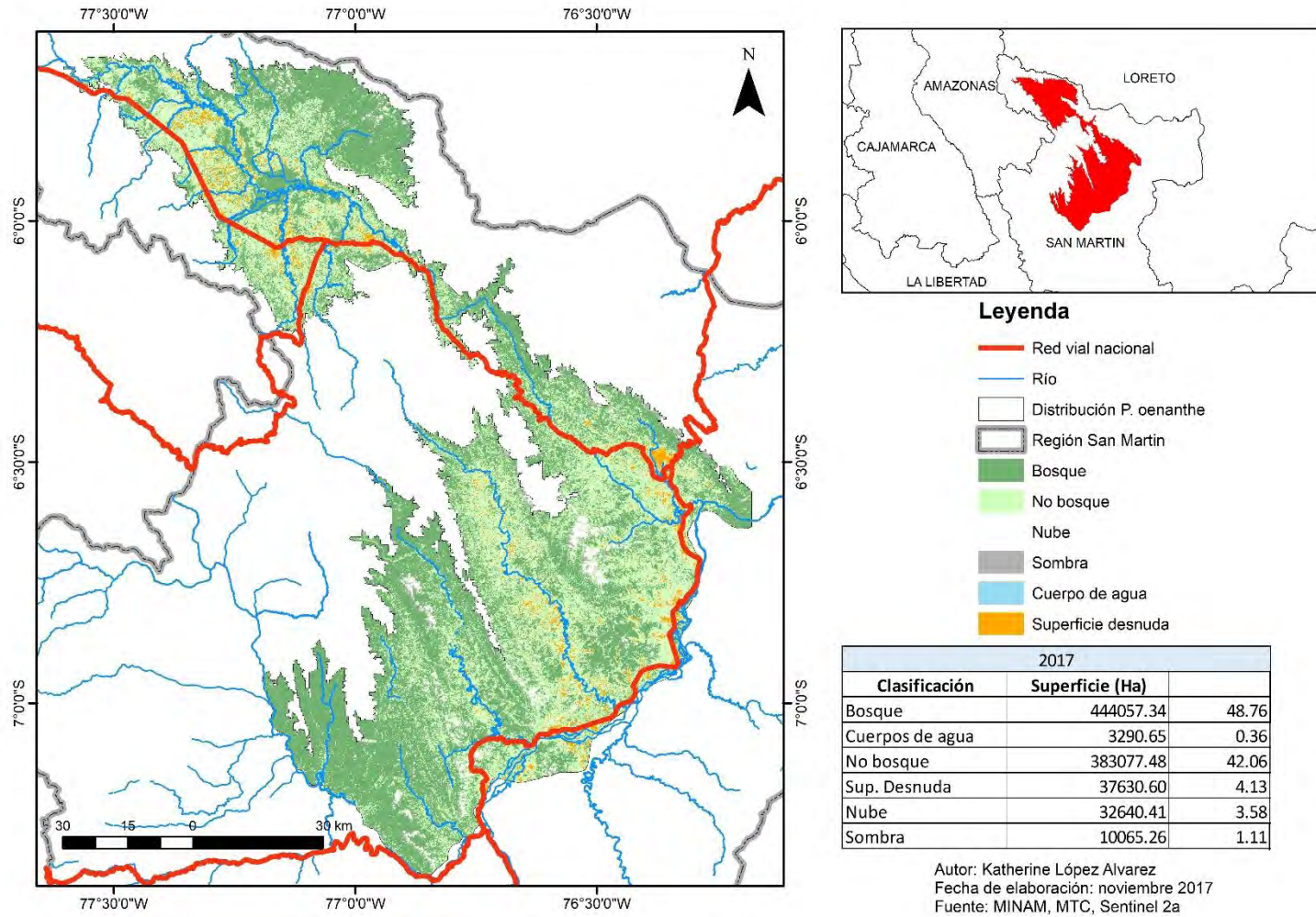
Leyenda

- Red vial nacional
- Rio
- Distribución P. oenanthe
- Región San Martín
- Bosque
- No Bosque
- Nube
- Sombra
- Cuerpos de agua
- Superficie desnuda

| 2006 | | |
|-----------------|-----------------|-------|
| Clasificación | Superficie (Ha) | % |
| Bosque | 363409.36 | 39.90 |
| Cuerpos de agua | 4263.17 | 0.47 |
| No bosque | 489512.58 | 53.74 |
| Sup. Desnuda | 37443.23 | 4.11 |
| Nube | 11037.66 | 1.21 |
| Sombra | 5169.75 | 0.57 |

Autor: Katherine López Alvarez
 Fecha de elaboración: noviembre 2017
 Fuente: MINAM, MTC, Landsat 5

Mapa 5: Cobertura 2017



4.1.2. VARIACIÓN CUANTITATIVA EN EL HÁBITAT

A partir de la aplicación de las fórmulas mostradas en el apartado 3.2.3 se obtuvo los siguientes resultados.

La tasa de deforestación muestra la pérdida de bosques en un período de tiempo determinado. En primer lugar, en el período de 1987 a 1996 se obtuvo una pérdida de 5572.12 ha/año; entre 1996 a 2006, 4505 ha/año; y, para el intervalo de 2006 a 2017, -7331.63 ha/año que significa una ganancia de superficie boscosa y no una pérdida como en los períodos anteriores. En general, para el período de treinta años desde 1987 al 2017 se tuvo una pérdida de 485.03 ha/año.

La tasa de cambio refleja la variación entre coberturas boscosas de años distintos con respecto al año inicial. Entre 1987 y 1996 hubo un cambio del 10.93%; entre 1996 y 2006, 11.03%; mientras que entre los años de 2006 y 2017 se obtuvo un -22.19% que demuestra que el cambio ha sido positivo: se ha generado una ganancia de cobertura boscosa. Para los treinta años que comprende el estudio se calculó un 3.17% de cambio en el área de estudio.

Sin embargo, como el porcentaje de perturbación para el año 1987 es muy alto, se optó por realizar los cálculos con 1996 como año base. Así, la tasa de deforestación entre 1996 al 2017 fue de -1695.14 ha/año, y la tasa de cambio en ese mismo período fue de -8.72%.

4.2. MUESTREO DE *P. OENANTHE*

La primera salida de campo abarcó las provincias de Rioja y Moyobamba en la zona norte del área de estudio, mientras que la segunda salida de campo tuvo lugar en algunos centros poblados de las provincias de Moyobamba, Picota y Huallaga. Mediante los métodos de entrevista, vocalización y observación en diez localidades se determinó la presencia de *P. oenanthe* en cada una de ellas. En las cercanías del centro poblado “El Triunfo” fue posible visualizar un grupo

de tres individuos. Las demás localidades de presencia se muestran en la tabla 12 y 13, y en el mapa 6.

Figura 4: Visualización de P. oenanthe (zona central) en un parche de bosque cerca al C.P. El Triunfo



Foto: Katherine Lopez Alvarez

Figura 5: Parche de bosque en el C.P. El Triunfo



Foto: Katherine Lopez Alvarez

Tabla 12: Localidades de muestreo (Primera salida de campo)

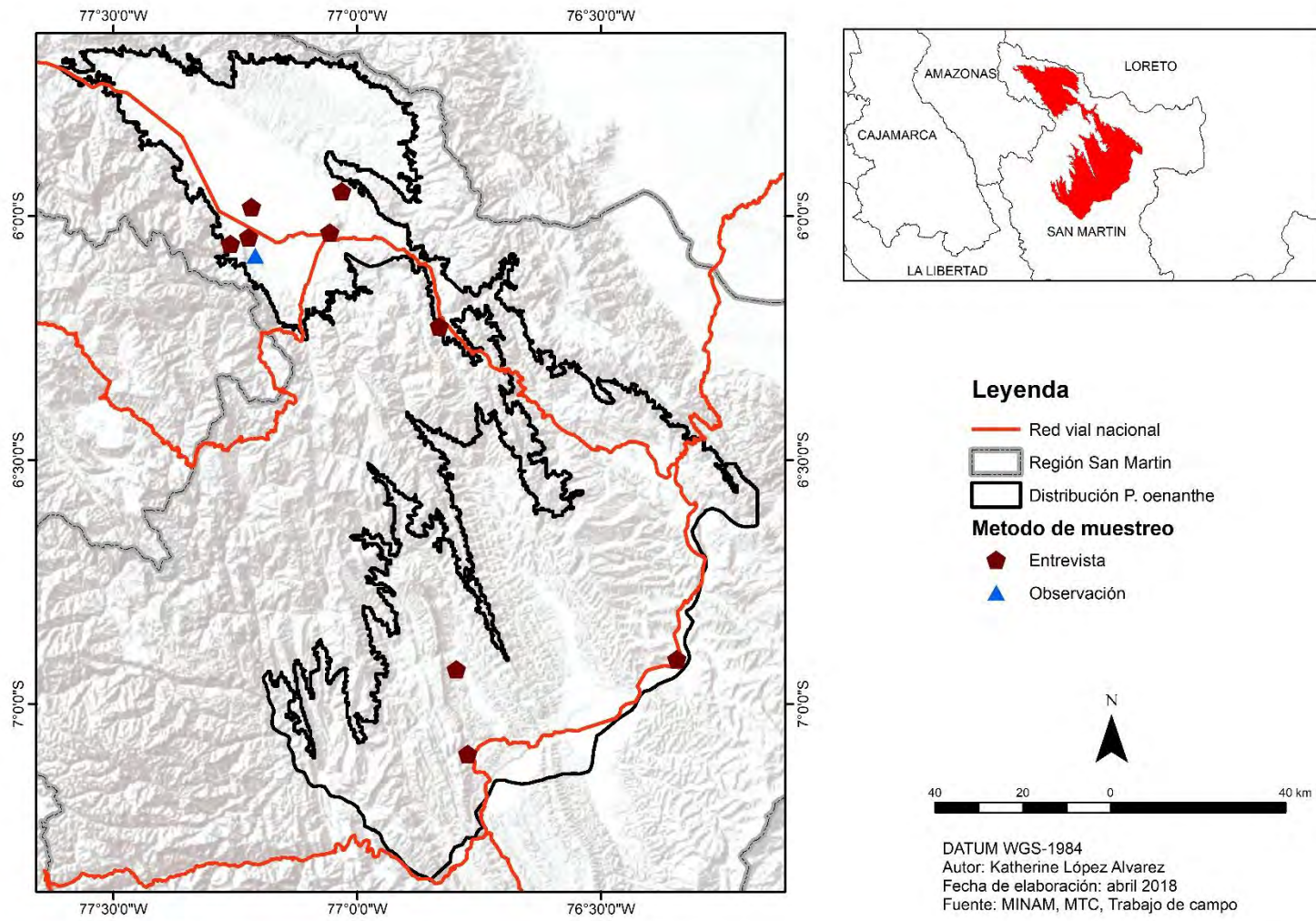
| Localidad | Especie | Método de muestreo | | | Altitud (msnm) | Coordenadas | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|--------------|
| | | Entrevista (número de entrevistados) | Vocalización | Observación | | X | Y |
| El Tambo | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (5) | 0 | 0 | 829 | 77°12'49.45"O | 5°59'22.36"S |
| Naciente del Río Negro ^a | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (7) | 0 | 0 | 821 | 77°15'22.99"O | 6° 3'37.01"S |
| La Libertad | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (5) | 0 | 0 | 844 | 77°13'20.06"O | 6° 2'35.80"S |
| El Triunfo ^a | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (6) | x | 3(1) | 835 | 77°12'36.22"O | 6° 4'59.53"S |
| Calzada | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (5) | 0 | 0 | 853 | 77° 3'55.39"O | 6° 1'53.35"S |
| Yantaló | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (6) | 0 | 0 | 836 | 77° 1'8.98"O | 5°58'26.64"S |

^aLocalidad próxima al área de entrevista u observación

Tabla 13: Localidades de muestreo (Segunda salida de campo)

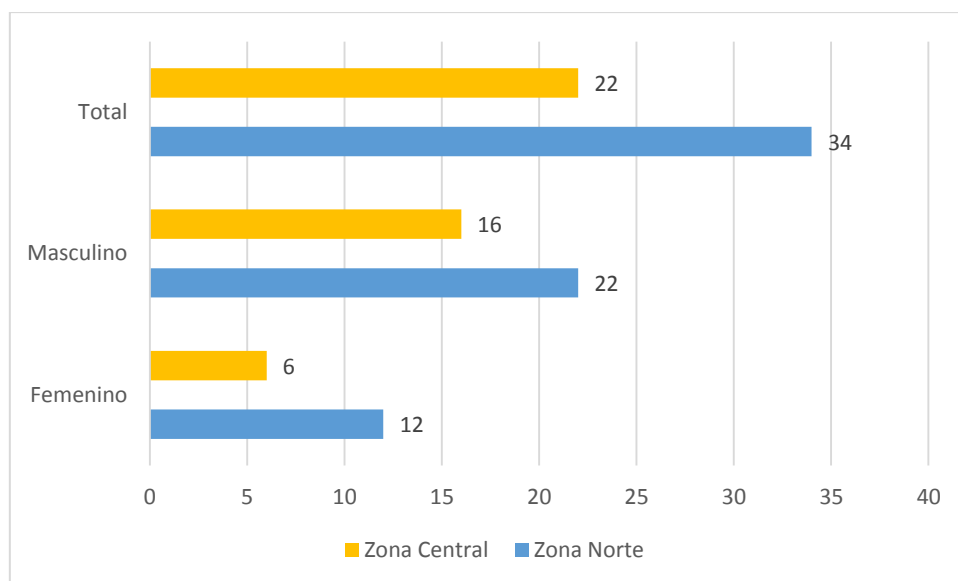
| Localidad | Especie | Método de muestreo | | | Altitud (msnm) | Coordenadas | |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|----------------|-------------|----------|
| | | Entrevista (número de entrevistados) | Vocalización | Observación | | X | Y |
| Saposa | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x (5) | 0 | 0 | 352 | 76°47'46W | 6°55'45S |
| Lahuarpia | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x(5) | 0 | 0 | 1127 | 76°49'52W | 6°13'34S |
| Picota | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x(7) | 0 | 0 | 340 | 76°20'39W | 6°54'29S |
| Tingo Saposa | <i>Plecturocebus oenanthe</i> | x(5) | 0 | 0 | 347 | 76°40'45W | 7°06'09S |

Mapa 6: Puntos de muestreo



La muestra total de personas entrevistadas fue de 56 individuos, donde 34 personas fueron entrevistadas en la zona norte del área de estudio y 22 en la zona central del mismo (Figura 2). Las edades de los participantes fueron variables, siendo el más joven un poblador de 27 años del C.P. El Triunfo y el más adulto fue un residente de 72 años del C.P. Saposoa.

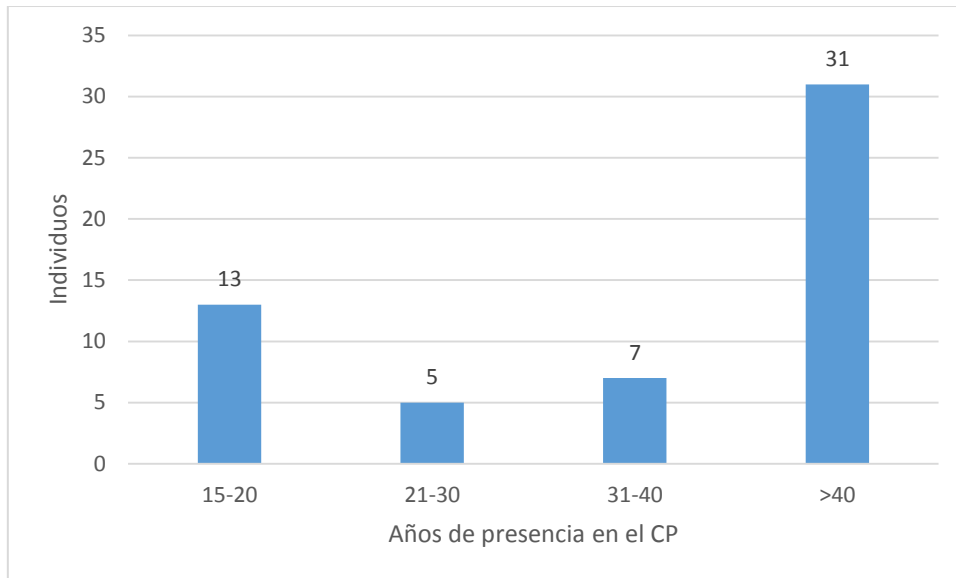
Figura 6: Distribución de los entrevistados, por sexo



Elaboración propia

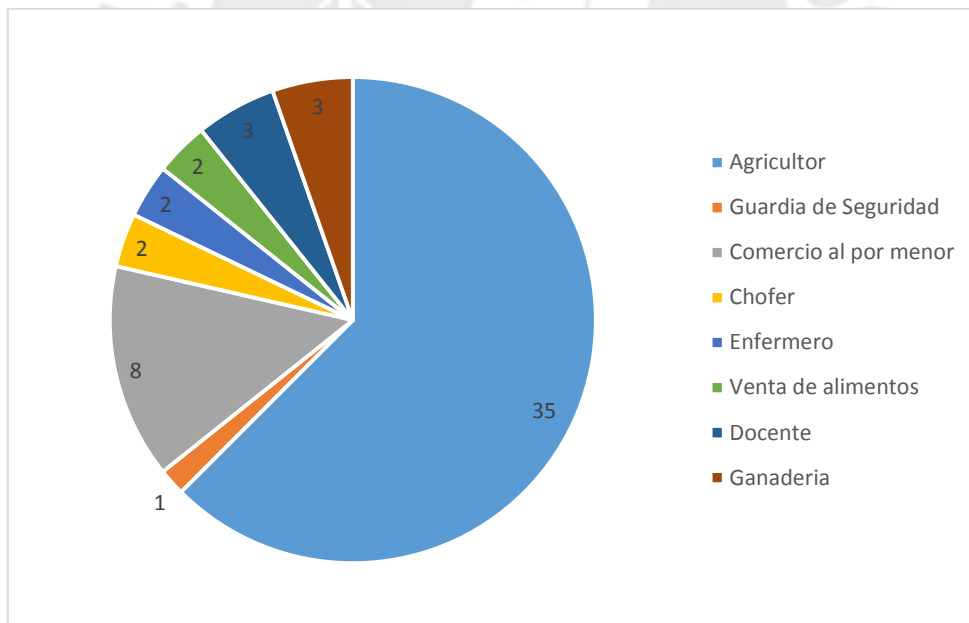
El tiempo de presencia de cada persona en el centro poblado donde se realizó cada entrevista también fue variable. En la figura 3 se puede observar que la mayor cantidad de personas presentan una ocupación mayor a 40 años, el cual está ligado a que muchos de ellos referían que residen en tales lugares desde su nacimiento. Por otro lado, la figura 4 muestra la actividad económica que realizan, siendo la agricultura la de mayor número de entrevistados, seguido del comercio al por menor.

Figura 7: Tiempo de presencia en el Centro Poblado



Elaboración propia

Figura 8: Actividad económica de los entrevistados



Elaboración propia

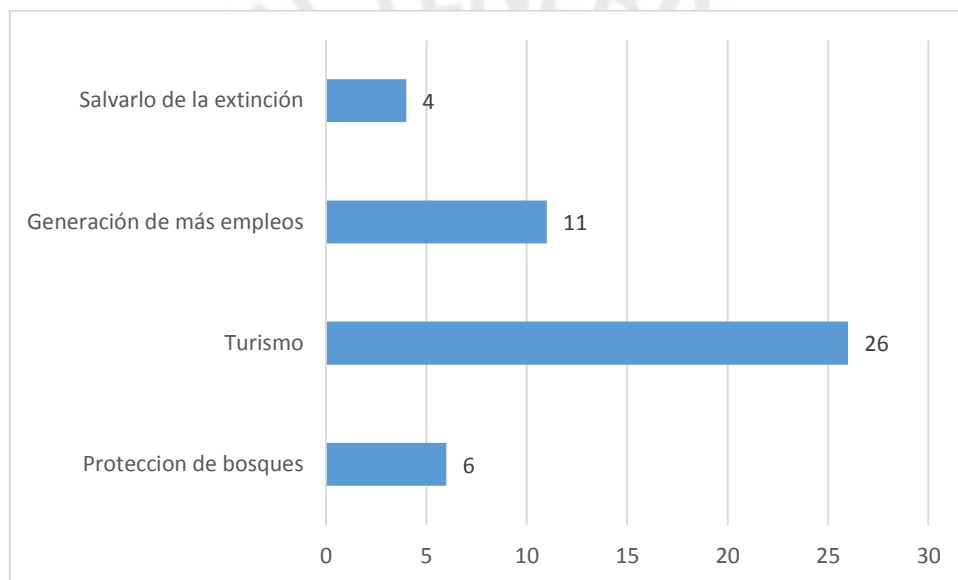
Finalmente, en cada entrevista se decidió elaborar algunas preguntas entorno a la percepción de las personas con el animal y la importancia de su conservación. Así, la tabla 14 muestra los resultados de tales interrogantes, donde la mayoría de personas refiere que no conoce que la especie es endémica, sin embargo está de acuerdo con conservarla. Las razones para conservarla se encuentran

graficadas en la figura 5. Por último, la razón para no conservar la especie estuvo ligada a que este animal es percibido como un perjuicio para los cultivos de café y cacao.

Tabla 14: Interrogantes en las entrevistas en los CCPP

| | Sí | No | Total |
|---|----|----|-------|
| ¿Sabe si la especie es endémica? ³ | 9 | 47 | 56 |
| ¿Cree que es importante su conservación? | 47 | 9 | 56 |

Figura 9: Razones para la conservación de la especie



Elaboración propia

Las encuestas compiladas para cada centro poblado se muestran en el Anexo 4 y 5.

4.3. MODELAMIENTO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

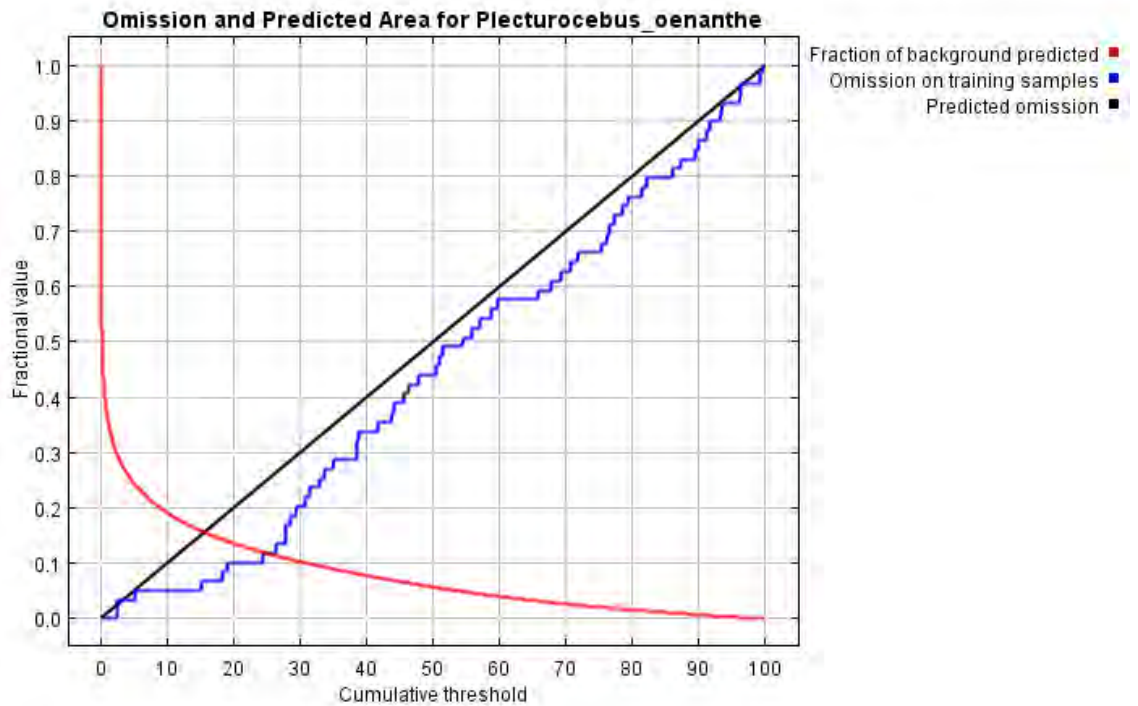
DISTRIBUCIÓN POTENCIAL ACTUAL

La información resultante en Maxent arrojó que el gráfico de la curva de omisión refleja una eficiencia entre la tasa de omisión de las muestras de entrenamiento y la línea de omisión predicha, el cual puede observarse en la cercanía entre ambas líneas en la figura 2. De igual manera, el valor

³ Al momento de mencionar la pregunta se explicó lo que significa el término endémico.

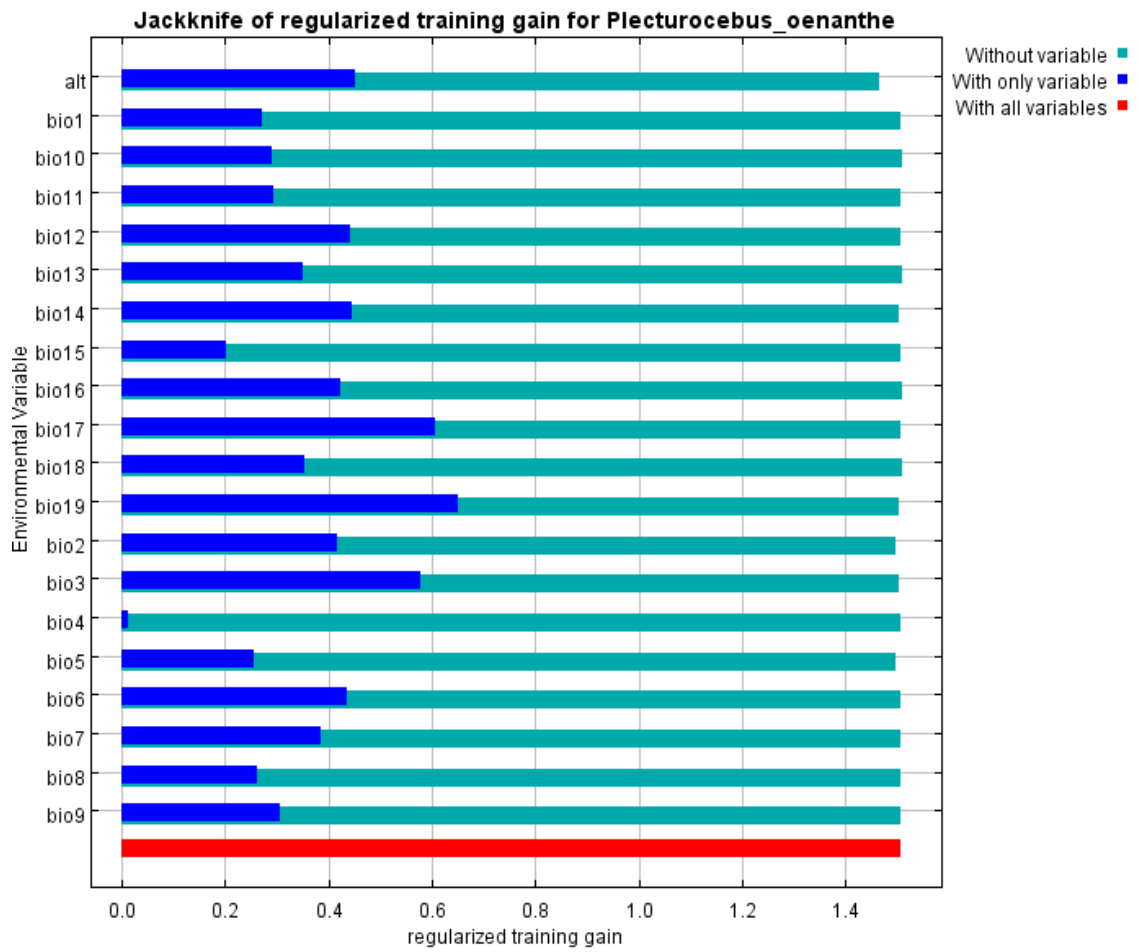
de AUC es de 0.936, el cual es un valor cercano a 1 y confirma la eficiencia del modelo.

Figura 10: Curva de omisión



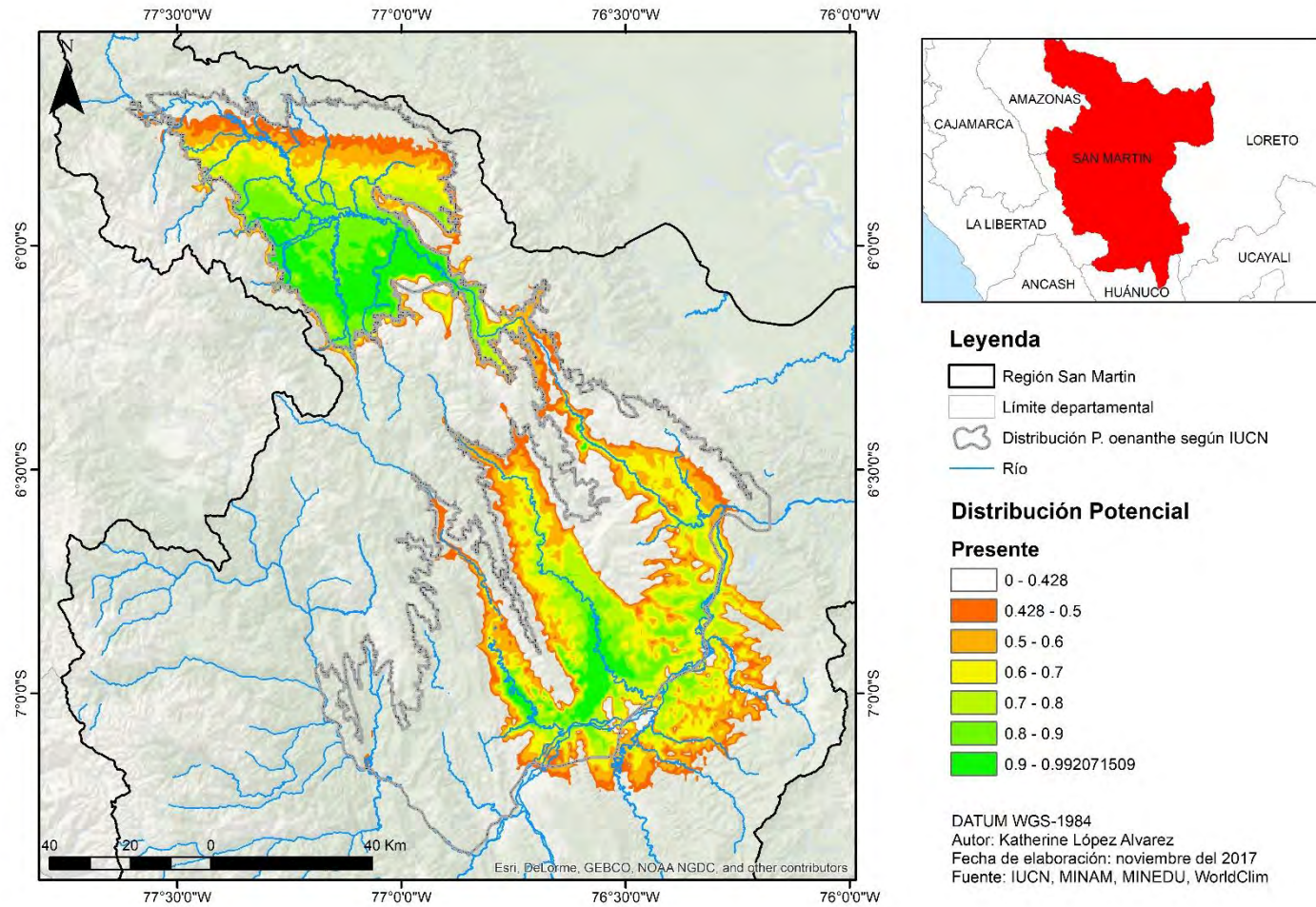
Además, para poder analizar la contribución de las variables bioclimáticas se empleó el Test de Jackknife que puede apreciarse en la figura 3. Así, las variables con mayor significancia responden a bio 19, bio 17, bio 3 y altitud; es decir, el hábitat potencial para el primate está determinado en gran medida por variables de precipitación e isothermalidad (diferencia entre temperatura promedio anual y el rango anual de temperatura), además de la altitud. Sin embargo, todas las variables muestran una contribución para el hábitat, a excepción de bio 4 que representa la estacionalidad en la temperatura.

Figura 11: Test de Jackknife



El mapa 5 muestra la distribución potencial de *P. oenanthe*; es decir, se muestra aquellas áreas que son más propicias a albergar a la especie según las variables ambientales. El valor del percentil 10 fue de 0.428 y significa que los demás valores a partir de ese percentil son los que poseen condiciones favorables para la presencia de la especie a muestrear. Mientras la tonalidad se acerque a verde, significa una mayor probabilidad de presencia de la especie.

Mapa 7: Distribución potencial actual de *P. oenanthe*



La distribución potencial para *P. oenanthe* se concentra íntegramente en la región San Martín como lo demostraba la demarcación de la IUCN. Sin embargo, el hábitat potencial está restringido a un área menor que el propuesto por la IUCN. La zona norte presente una mayor superficie de idoneidad para la presencia del mono tocón, donde se observa una gradiente de colores alrededor del valle del Alto Mayo. El curso del río Mayo funciona como una especie de corredor para conectar la zona norte y sur del área de distribución.

La zona sur es la que presenta una mayor variación con respecto al límite propuesto por el IUCN. La superficie que representa una mayor idoneidad está localizada en las cercanías de los ríos Huallaga, Saposoa y Sisa. La restricción del hábitat se ubica al oeste de la región pero es posible ubicar manchas del umbral 0.428-0.5 a lo largo del río Huayabamba.

A nivel cuantitativo, el área de distribución potencial asciende a 6700.95 km² pero la superficie del umbral de variables mayor a 0.7, que representa una mayor idoneidad, es de 2775.02 km². Los demás datos se encuentran en la tabla 13.

Tabla 15: Superficie de distribución potencial actual

| Presente | Área (km ²) |
|-----------------|-------------------------|
| < 0.428 | 44238.1724 |
| 0.428 - 0.5 | 956.66 |
| 0.5 - 0.6 | 1442.99 |
| 0.6 - 0.7 | 1526.28 |
| 0.7 - 0.8 | 1089.69 |
| 0.8 - 0.9 | 912.55 |
| > 0.9 | 772.78 |
| Área Total | 6700.95 |
| Mayor idoneidad | 2775.02 |

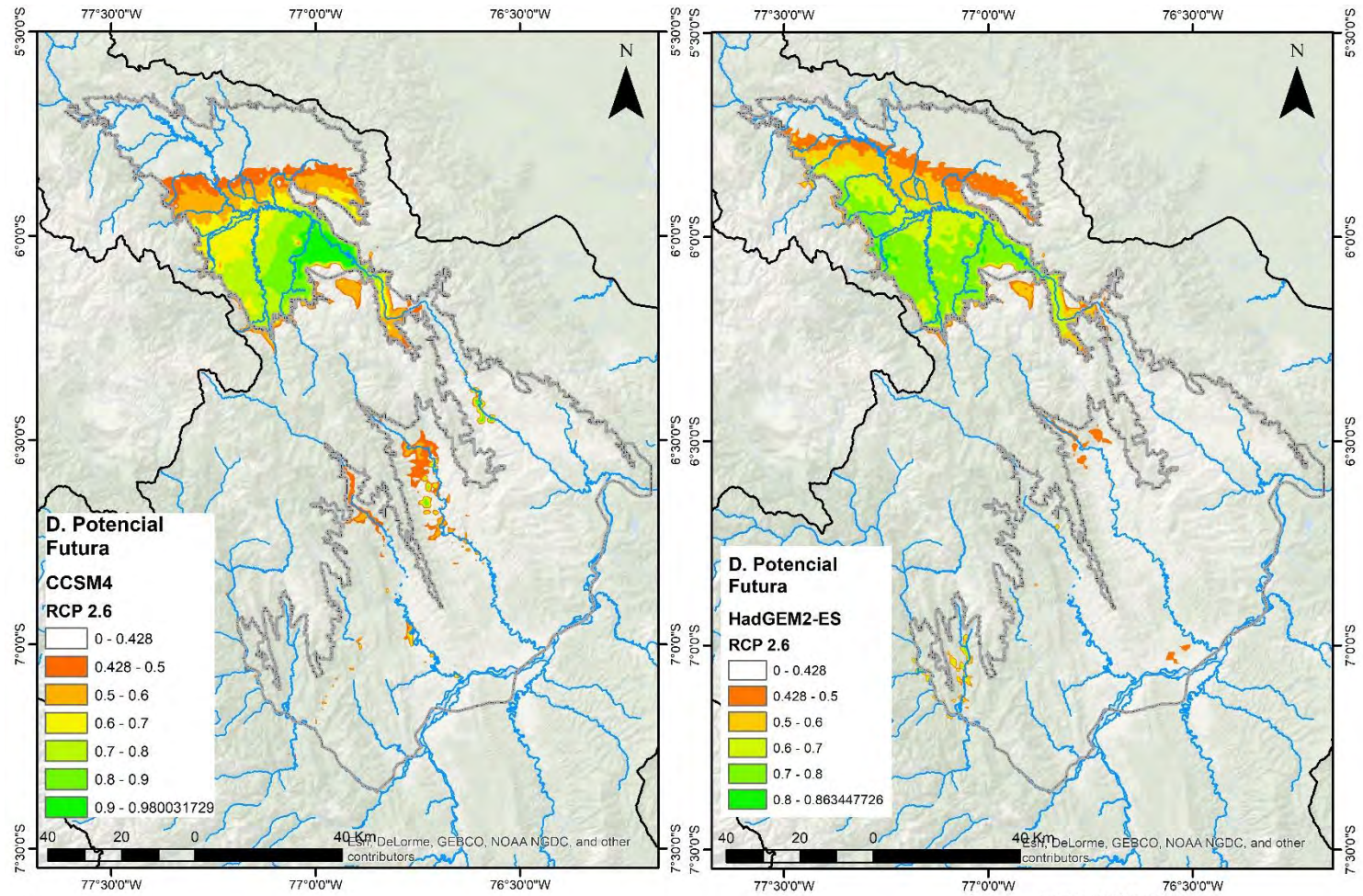
Elaboración propia

4.3.1. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL FUTURA

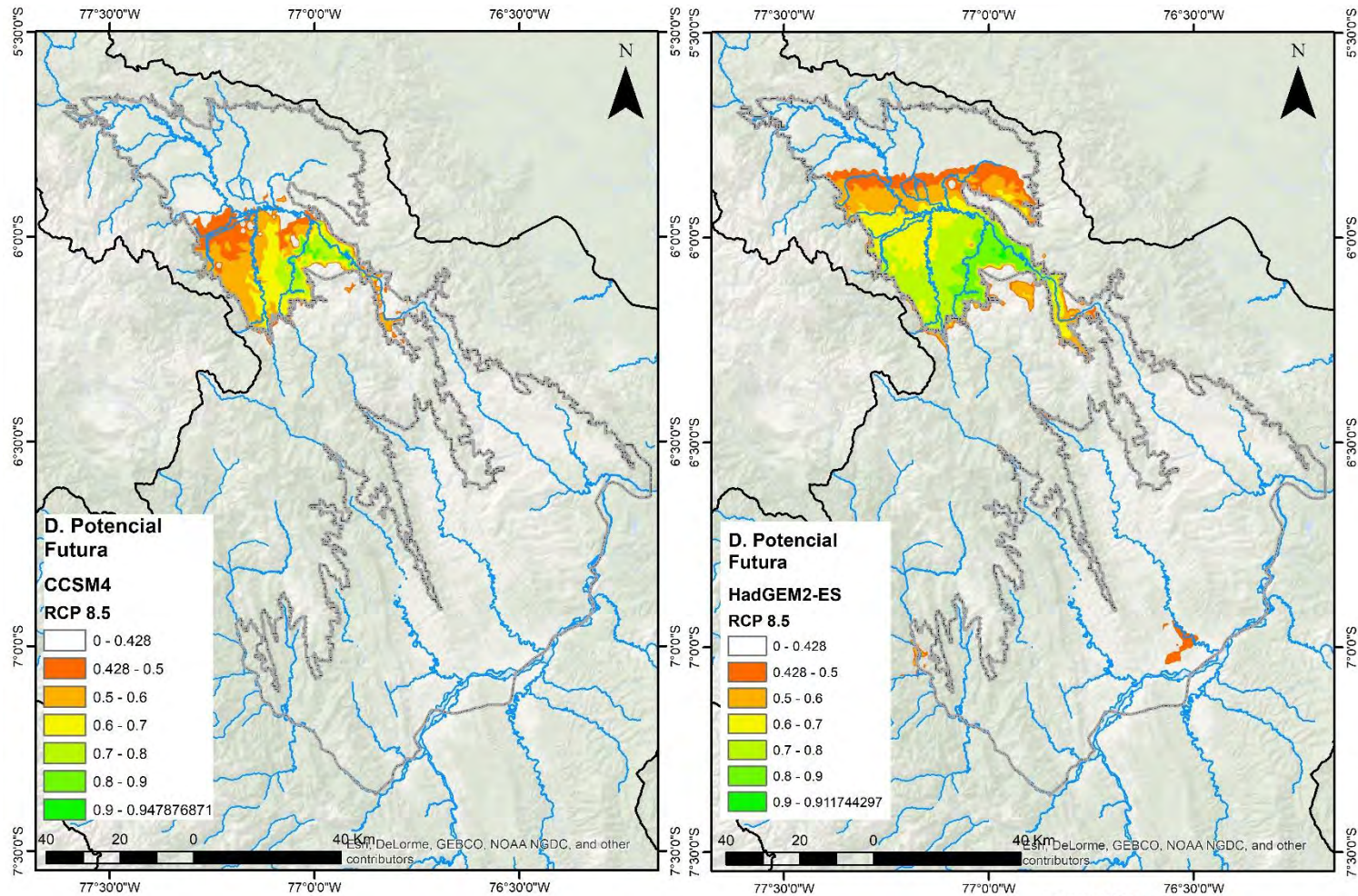
Además de la distribución potencial actual, Maxent puede ser usado para elaborar modelos de distribución futura en base a los distintos escenarios climáticos existentes. Como se explicó en el apartado 3.2.5, se usaron dos modelos climáticos bajo dos RCP: CCSM4 y HadGEM2-ES, ambos para el año 2050. Los mapas 7 y 8 muestran la influencia de ambos modelos con sus respectivos RCP en la distribución del primate.



Mapa 8: CCSM4 y HadGEM2-ES (RCP 2.6)



Mapa 9: CCSM4 y HadGEM2-ES (RCP 8.5)



Leyenda

- Región San Martín
- Distribución *P. oenanthe* según IUCN
- Río

DATUM WGS-1984
 Autor: Katherine López Alvarez
 Fecha de elaboración: noviembre del 2017
 Fuente: IUCN, MINAM, MINEDU, WorldClim

Por un lado, el RCP 2.6 es el escenario que no presenta variaciones tan marcadas con respecto a la actualidad; es decir, es un escenario optimista para el futuro ante la influencia del cambio climático. En primer lugar, el modelo CCSM4 muestra una clara disminución del área con respecto a la distribución potencial actual y la propuesta por el IUCN. La zona norte es la que mantiene un área más compacta en cuanto a los valores de idoneidad, mientras que la zona sur alberga parches de distintos umbrales, siendo el umbral mayoritario el del intervalo 0.428 - 0.5. Las variables con una contribución mayor al 10% son bio 2, altitud, bio 12 y bio 19, estas variables están relacionadas con el rango diario de temperatura, precipitación anual y en el trimestre más frío, y altitud pero, las variables que no tienen contribución alguna son bio 10, bio 9, bio 4, bio 18, bio 17 y bio 13, que guardan relación con temperaturas promedio en trimestres calurosos y secos, estacionalidad en temperatura, precipitación en el trimestre más caluroso y en el período más lluvioso.

En segundo lugar, el modelo HadGEM2-ES también muestra una disminución con respecto a la distribución actual pero presenta áreas con una superficie mayor que el modelo anterior. Así, la zona norte posee una superficie mayor con respecto al modelo CCSM4 y alberga todos los umbrales idóneos para la presencia de *P. oenanthe*. Al igual que la distribución potencial futura anterior, la zona sur alberga parches de distintos umbrales de idoneidad y éstos tienden a localizarse cerca de ríos. Finalmente, los valores de contribución son similares que el escenario climático anterior.

El RCP 8.5, por otro lado, obedece a un escenario futuro con variaciones severas a raíz de la influencia de cambio climático; es decir un escenario pesimista. El modelo CCSM4 muestra una reducción parcial en la zona norte del área de distribución geográfica y una reducción total en la zona sur de la misma. El umbral de alta idoneidad (mayor a 0.7) se concentra en una pequeña área entre los ríos Mayo y Tónchima.

El modelo HadGEM2-ES muestra una reducción con respecto al RCP 2.6 pero se diferencia del CCSM4 al conservar algunos parches en la zona sur. Pero, las zonas potenciales de albergar la especie se encuentran solo en la zona norte, el cual es mucho mayor que el modelo anterior. Tanto para el modelo CCSM4 como para el HadGEM2-ES, las variables que no contribuyen a los modelos de distribución son los mismos que en el RCP 2.6.

Finalmente, la superficie para la distribución potencial en cada modelo y en cada RCP pueden ser observados en la tabla 14. Así, el modelo CCSM4 tiene una menor superficie que HadGEM2-ES en cada uno de los RCP. De igual manera, se puede afirmar que la disminución del área en el modelo CCSM4 en el RCP 8.5 es el doble que en el RCP 2.6; mientras que la diferencia en HadGEM2-ES entre los dos RCP es de 332.43 km².

Tabla 16: Superficie de distribución potencial futura

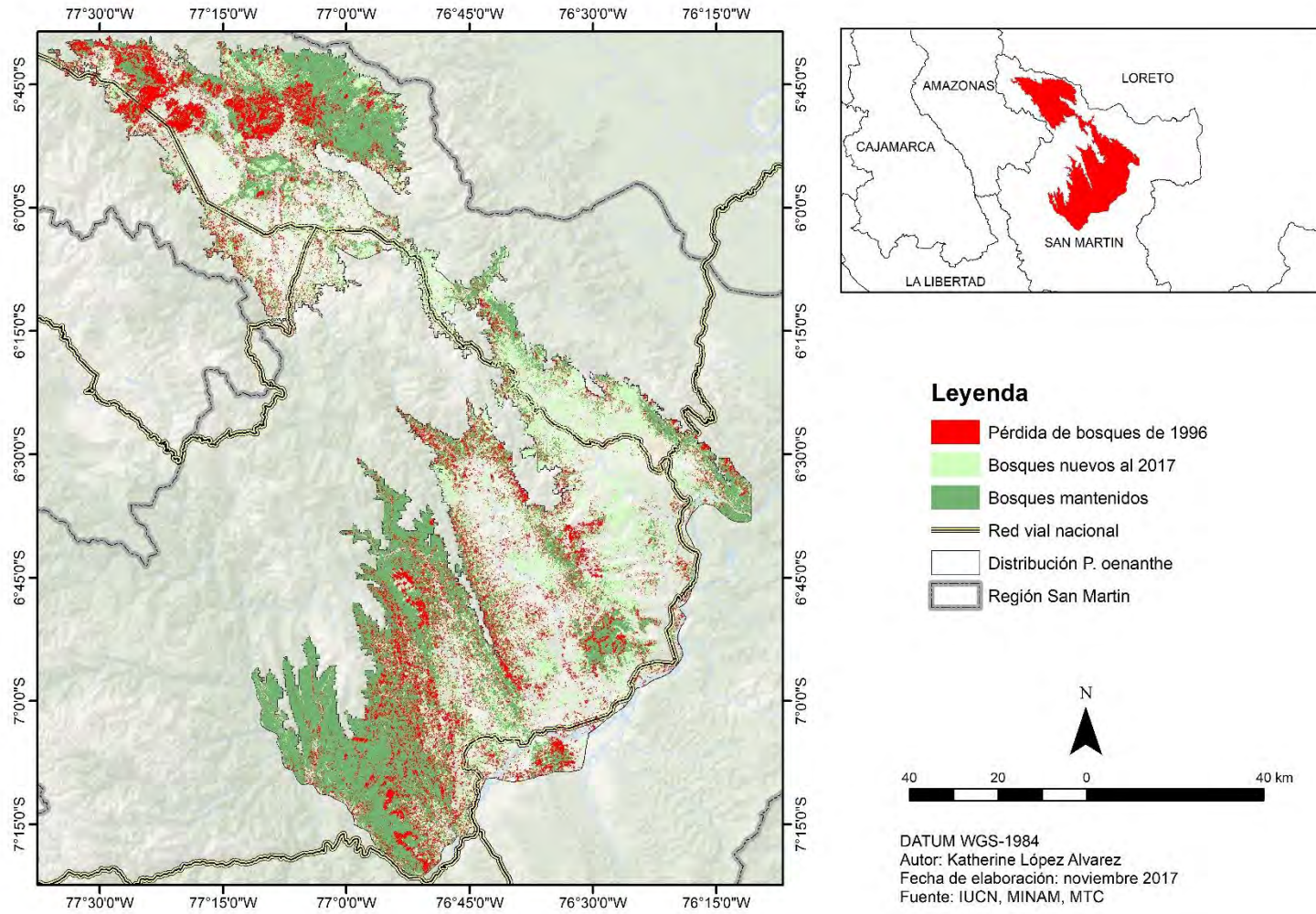
| RCP | CCSM4 | HadGEM2-ES |
|-----|-------------------------|-------------------------|
| 2.6 | 1901.61 km ² | 2069.68 km ² |
| 8.5 | 910.06 km ² | 1737.25 km ² |

Elaboración propia

4.4. CONECTIVIDAD

Los resultados del uso de la herramienta “Unión” arrojaron tres tipos de datos que se muestran en el mapa 9: bosques de 1996 que se han perdido, bosques que se han mantenido en el período de 1996 al 2017 y bosques nuevos al 2017. Así, se puede observar que ha existido una mayor pérdida de bosques en la zona norte del área de distribución geográfica que en la zona sur. Los parches escogidos para conectar responden a las áreas con mayor pérdida de bosques con una superficie mayor a 900 ha y un intervalo de distribución potencial actual superior a 0.8.

Mapa 10: Dinámicas de bosques (1996-2017)

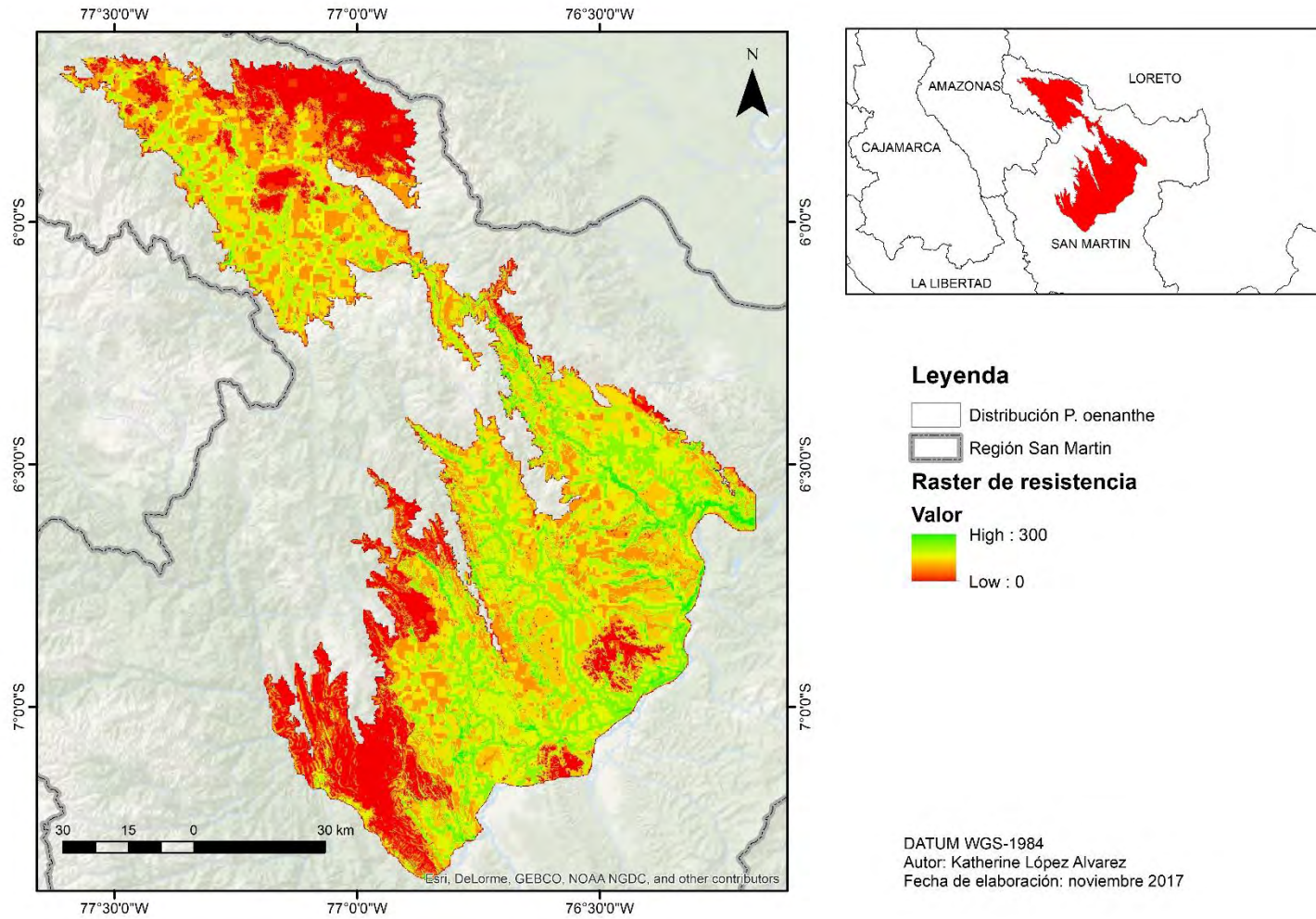


Mediante el uso de la herramienta *Gnarly Landscape Utilities* se generó dos archivos ráster. Por un lado, un ráster de resistencia del área de estudio (Mapa 11) y, por otro lado, ráster que muestra las áreas más adecuadas para el hábitat de *P. oenanthe* (Mapa 12)

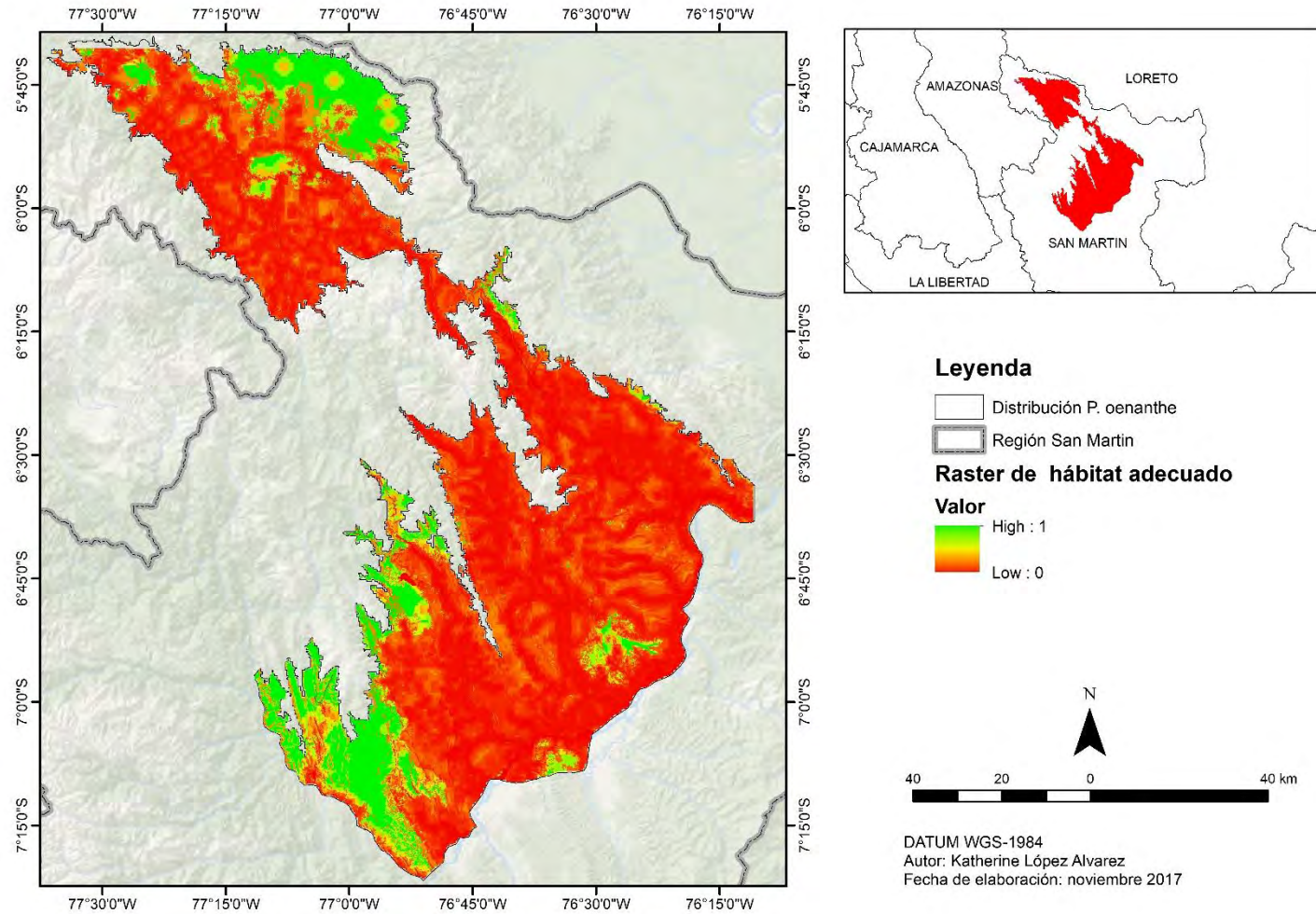
El mapa 11 muestra las áreas de resistencia, la misma que presenta valores de 0 a 300 donde 300 es la máxima resistencia. Las áreas verdes, que son aquellas cercanas al máximo valor, son el resultado de los valores de las variables (cobertura vegetal, distancia a centros poblados y vías, pendiente, altitud) que afectan negativamente al primate o, en todo caso, que no contribuyen en su hábitat. Así, las áreas con menor resistencia se encuentran ubicadas en zonas lejanas de las variables que perturban al primate y obedecen a parches con menor superficie.

El mapa 12 es el contraste del mapa anterior pues muestra las áreas idóneas del hábitat para *P. oenanthe* en una escala de 0 a 1, donde 1 representa la mayor idoneidad. Las áreas que en el mapa 11 presentaban una menor resistencia son aquellas que son las más adecuadas para mono tocón de San Martín. De esta manera, se puede decir que existe una correlación: a menor resistencia, mayor idoneidad para el hábitat.

Mapa 11: Resistencia del área de estudio



Mapa 12: Áreas adecuadas para el hábitat

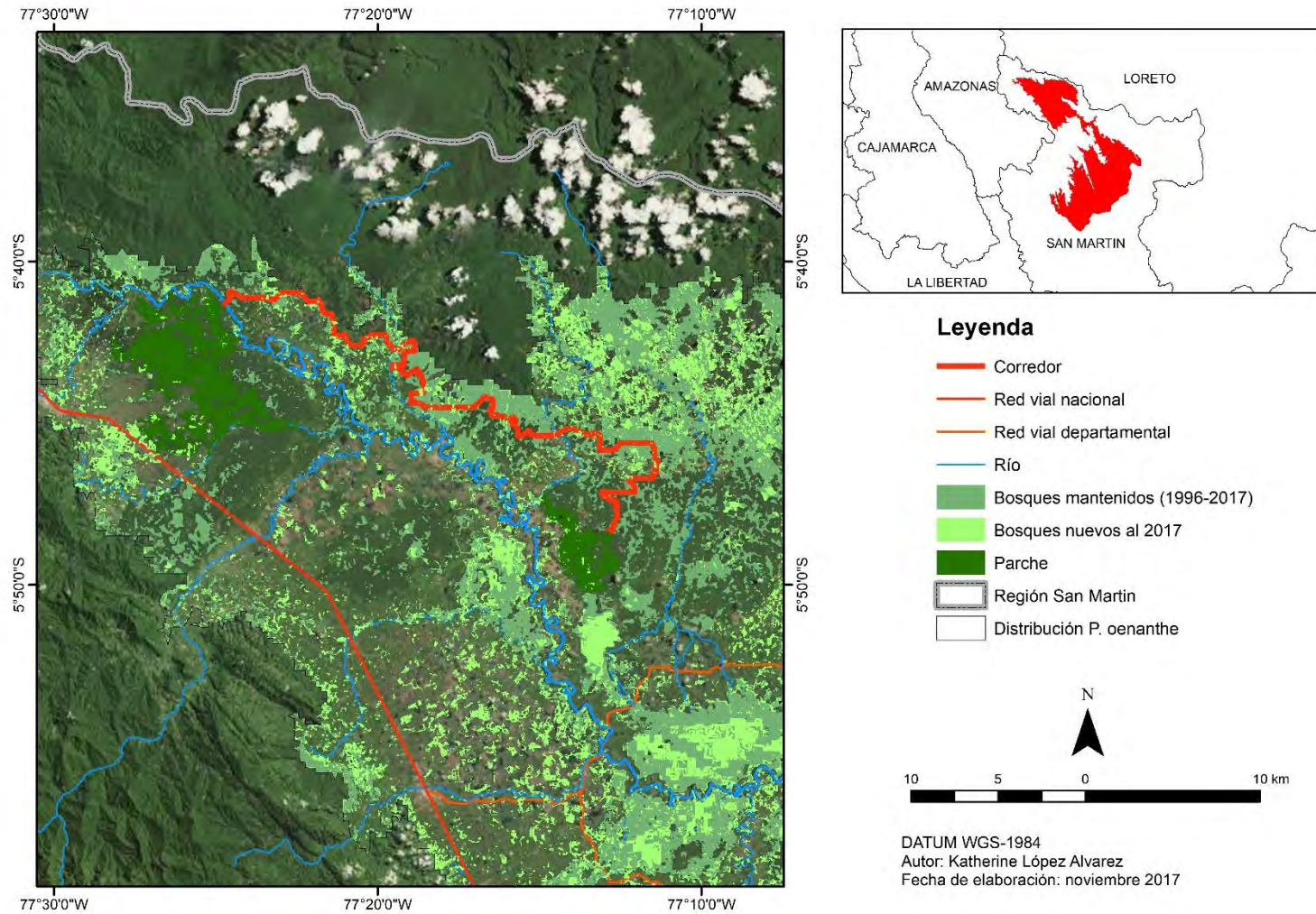


Con el archivo de resistencia y los archivos vectoriales de las zonas a conectar se prosiguió a utilizar la herramienta *Linkage Mapper*, teniendo como resultado el mapa 13 para la zona norte y el mapa 14 para la zona sur.

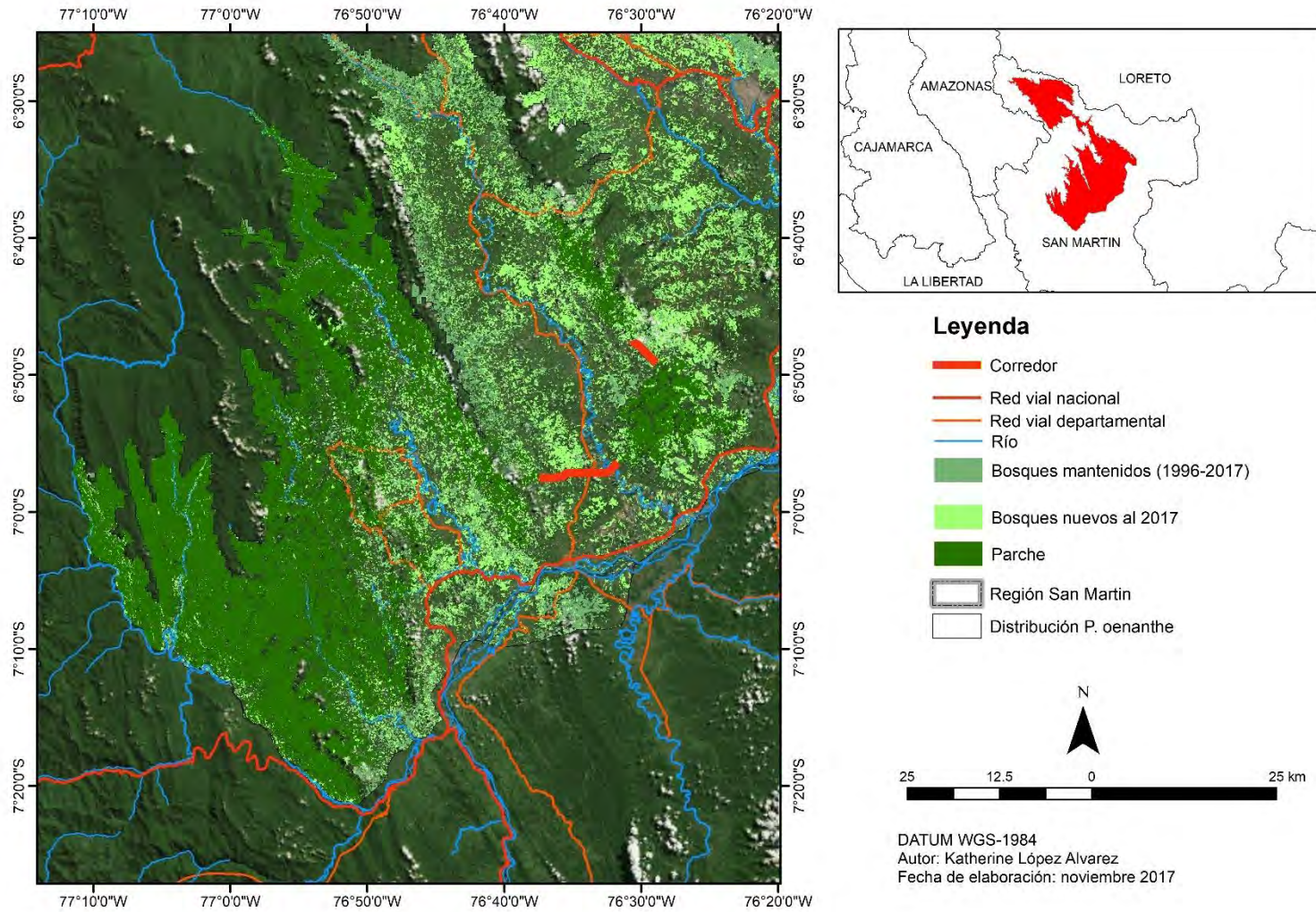
El mapa 13 muestra un corredor de 53.91 km que presenta una trayectoria no lineal donde atraviesa un río principal (Río Mayo) y dos ríos menores (río Cachiyacu y Tioyacu). Si bien el objetivo era conectar dos parches de gran superficie, el corredor también atraviesa por parches de bosques que se han mantenido a lo largo de veintiún años como de nuevas áreas boscosas, lo que resulta importante para una mejor conectividad.

El mapa 14, muestra tres parches principales ubicados cerca al río Huallaga. El trayecto menor del corredor cuenta con 4.4 km y el tramo mayor con 11.55 km. El tramo mayor es el que atraviesa por el río Sisa y al igual que el caso anterior, el corredor también conecta parches pequeños de bosques. Finalmente, ambos corredores tratan de evitar las zonas de perturbación para el primate.

Mapa 13: Corredor en la zona norte del área de distribución geográfica



Mapa 14: Corredor en la zona sur del área de distribución geográfica



CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN

El siguiente capítulo se encuentra dividido en dos partes. Por un lado se discutirá la situación actual del hábitat de la especie estudiada teniendo en cuenta las amenazas que se han presentado desde 1987 a la actualidad. Por otro lado, se hablará sobre los retos y desafíos para su conservación.

5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL HÁBITAT DE *PLECTUROCEBUS OENANTHE*

Parte de la metodología aplicada tenía como objetivo el generar información que permitiera comprender los cambios en el hábitat del mono tocón de San Martín y los patrones que se han dado en un período de treinta años.

El año 1987, como año base para la presente investigación, representa el punto de partida para el análisis de la transformación en la cobertura y usos de suelo. Así, se puede observar la existencia de fuertes cambios hasta el año 2017. El enunciado anterior puede ser corroborado con la disminución en la variable de bosques que pasó de 458608.53 ha en 1987 a 363409.36 ha en 2006, que equivale a la pérdida del 20% de los bosques en el ámbito geográfico de *P. oenanthe*.

La deforestación en la región San Martín es una de las más altas del país con un 20.39% con respecto al valor nacional en el período comprendido entre el 2001 y el 2016, siendo las provincias de Bellavista, Picota y Lamas las que presentan una mayor pérdida en el intervalo antes mencionado con 19.03%, 17.49% y 12.88%, respectivamente, y son las tres provincias parte del área de distribución geográfica del mono tocón, el cual representa un serio problema para la conservación de la especie. Las principales razones de la deforestación en la Amazonía están enmarcadas en el avance de la actividad agropecuaria, el crecimiento poblacional, y la creación de infraestructura variada como carreteras (Geist y Lambin, 2002; SERFOR, 2015).

La actividad agropecuaria puede ser subdividida en agricultura permanente, agricultura migratoria y la ganadería. La agricultura permanente es definida como aquellas parcelas que son cultivadas año tras año donde puede existir periodos de descanso y puede ser subdivida en cultivos permanentes o transitorios (Geilfus, 1994). La presencia de cultivos transitorios en el ámbito geográfico del mono tocón puede ser corroborada con los resultados obtenidos por parte de la clasificación de no bosque que obedecen a áreas de cultivos agrícolas en las cuales destacan el arroz, donde su cultivo en la región ocupa uno de los mayores porcentajes (22%) de la producción nacional (MINAGRI, 2017). De igual manera, las clasificaciones de superficie desnuda y cuerpos de agua también aportan en la identificación de la presencia de cultivos de arroz y de algunas de sus etapas como la post-cosecha que está caracterizada por poseer terrenos con pozas sin cobertura y que pueden presentar acumulación de agua. Los cultivos de carácter transitorio tienen patrones de ubicación definidos pues tienden a concentrarse cerca de redes viales y de ríos importantes como Tónchima, Mayo, Huallaga, Sisa y Saposoa pues necesitan de fuentes de agua para el riego. Además, el área donde se visualizó el grupo de *P. oenanthe* estaba rodeada por cultivos de arroz, donde la presencia de humanos y ruidos provenientes de vehículos no significaban perturbación alguna para la especie, demostrándose una especie de adaptación a este situación.

Los cultivos permanentes fueron clasificados dentro de la categoría de bosques junto con bosques primarios y secundarios que se encuentran en el área. El incremento en la superficie boscosa en el período comprendido entre el 2006 y el 2017 puede estar influenciado por el aumento de tales cultivos en la región. Dentro de los cultivos permanentes presentes en la región San Martín se encuentran el cacao, café y sacha inchi, los mismos que brindan gran rentabilidad económica a la población (Andina, 2016). En los últimos años, han existido esfuerzos por parte del sector público y privado para la promoción de

las cadenas productivas de cultivos como el café y el cacao. El Sistema de Información y Monitoreo de DEVIDA (SIMDEV) desarrolló entre el 2010 y 2011 un inventario de los cultivos de cacao en la región como parte de las actividades de la Estrategia Nacional de Lucha contra las Drogas y cuyo resultado se visualiza en el mapa 24. En tal mapa se puede observar la gran cantidad de parcelas de cultivo de cacao en el sur del área de distribución geográfica del mono tocón y que corresponden a zonas donde se han perdido bosques presentes en 1996 y donde existen nuevos bosques al presente año. El área norte está caracterizada por la presencia de cultivos de café (Saavedra, 2015) pero aún no existe un registro actualizado de cultivos permanentes para la región San Martín, lo cual dificulta la capacidad de análisis de las amenazas por el avance de la frontera agrícola para el primate.

Si bien la agricultura permanente es la que puede ser más identificada en la zona de estudio mediante la metodología aplicada, es necesario entender que la agricultura migratoria y la ganadería son igual de perjudiciales para la deforestación y degradación en el hábitat de *P. oenanthe*. La agricultura migratoria es definida como “el conjunto de técnicas que utilizan los agricultores que sólo disponen de instrumentos de labranza básicos, que no pueden invertir ningún capital en el trabajo y cuya finalidad esencial es producir alimentos para ellos mismos” (Dourojeanni, 1987 en MINAM, 2009) y es considerada como una gran amenaza por la técnica de roce y quema que se utiliza para generar los terrenos para los cultivos. La ganadería, por otro lado, tiene gran presencia en el área de estudio y que, según el Censo Nacional Agropecuario del 2012, la región San Martín posee 91,224 unidades agropecuarias en su jurisdicción, donde 19,349 de ellas están destinadas para vacunos.

El crecimiento de la población en la Amazonía está asociado a las migraciones que se han dado a lo largo de los años. En el Perú, este proceso se dio a partir de

políticas estatales de colonización y la expansión de actividades agropecuarias, donde la región San Martín fue uno de los focos de atracción por la expansión de la frontera agrícola (PNUMA, OTCA y CIUP, 2009). Actualmente, las migraciones internas tienen una connotación urbana donde la población mayormente proviene de áreas rurales y pequeñas ciudades (Sánchez, 2015). Las provincias con mayor tasa de migraciones internas al 2007 y que al mismo tiempo forman parte del ámbito geográfico del mono tocón son Bellavista, Mariscal Cáceres, San Martín y Huallaga (Sánchez, 2015).

Otro de los principales patrones de focos de deforestación son observados a lo largo de las redes viales presentes en la región, donde la carretera Fernando Belaunde Terry ejerce una fuerte presión para la destrucción de cobertura forestal. La construcción de esta carretera se llevó a cabo a partir de 1970 y su importancia recae en que permitió la conexión con mercados urbanos de la costa y el acceso humano a la Amazonía; el cual representaría en los años siguientes un gran daño para la biodiversidad presente en la región (Echevarría, 1991; Ozambela, 2006). A pesar que la mayor parte de la deforestación se concentra en la carretera antes mencionada, es importante mencionar el gran número de vías de carácter regional y vecinal que están documentadas por el MTC hasta el 2016 (Anexo 8); lo cual puede derivar en mayores daños para las especies de flora y fauna, especialmente de aquellas endémicas como el mono tocón. Además, se debe tener en cuenta los otros impactos que se generan durante y después de la construcción de carreteras que pueden afectar a distintas especies animales como la polución química y ruidos (Caro et al., 2014).

Finalmente, las limitaciones encontradas en el estudio del hábitat actual de *P. oenanthe* recaen en el procesamiento de imágenes satelitales. Por un lado, la nubosidad fue un factor que perjudicó el procesamiento y el posterior análisis de algunas zonas, a pesar de la aplicación de criterios para aminorar tal

problema como el trabajar con imágenes correspondientes a la época seca en la región. De igual manera, el trabajo con el NDVI no representó mayores aportes para la clasificación de la cobertura vegetal pues existían valores similares en algunas coberturas como arrozales y bosques primarios; por tal motivo, este índice no brindó aportes significativos en la investigación.

5.2. RETOS Y DESAFÍOS

Al superponerse el resultado obtenido de la modelación en Maxent para la distribución potencial actual con el ráster de clasificación supervisada de la región San Martín, se demuestra la hipótesis planteada inicialmente pues la distribución presente para *P. oenanthe* obedece a parches de bosques fragmentados y a áreas con una alta deforestación por el avance de la agricultura, donde factores como la migración interna y creación de infraestructura vial han ocasionado la degradación de su hábitat. Sin embargo, la distribución generada por el programa difiere de la distribución propuesta por la UICN, siendo la última la que abarca mayor superficie en la región y comprende más puntos de presencia. Para generar el modelo de distribución se utilizaron 59 puntos de presencia pero el modelo solo contempla 55, el cual demuestra que se deben añadir más variables que las de tipo meteorológicos y topográficos.

La modelación de distribución futura en donde se utilizaron dos modelos climáticos (CCSM4-HadGEM2) y dos RCP (2.6 y 8.5) demuestran un grave escenario futuro para la sobrevivencia de la especie. Por un lado, el RCP 2.6 en los dos modelos muestra una clara disminución del área potencial para la especie, el cual tiende a concentrarse como parches aislados y distantes unos de otros. Por otro lado, el RCP 8.5 expone un escenario atroz para el mono tocón donde la superficie de distribución disminuye considerablemente a consecuencia de emisiones mayores de GEI. En ambos RCP, la distribución se

mantiene en su rango geográfico actual y no se observa migraciones hacia zonas con mayor altitud; por tal motivo, la hipótesis de migraciones hacia zonas más altas para el RCP 8.5 se rechaza pues el rango se mantiene como en la distribución actual pero a través de áreas de distribución discontinuas.

Sin embargo, el panorama cambia si a las áreas de distribución potencial futura del hábitat del primate, para cada modelo climático y RCP, se superpone con aquellas áreas de bosques que se mantienen desde el período de 1987 al 2017. Por ejemplo, para ambos RCP's del modelo HadGEM2 (Mapa 15 y 16) se observa la fragmentación de las áreas continuas a lo largo del área de distribución del mono tocón, principalmente en la zona norte de la misma. De la misma manera, para el modelo CCSM4 (Mapa 17 y 18) se tiene la misma tendencia de creación de parches que influyen de manera negativa en la habitabilidad de tales áreas para *Plecturocebus oenanthe*. A nivel cuantitativo, el área de pérdida de bosques, para cada modelo, en el hábitat del mono tocón se muestran en la tablas 17 y 18.

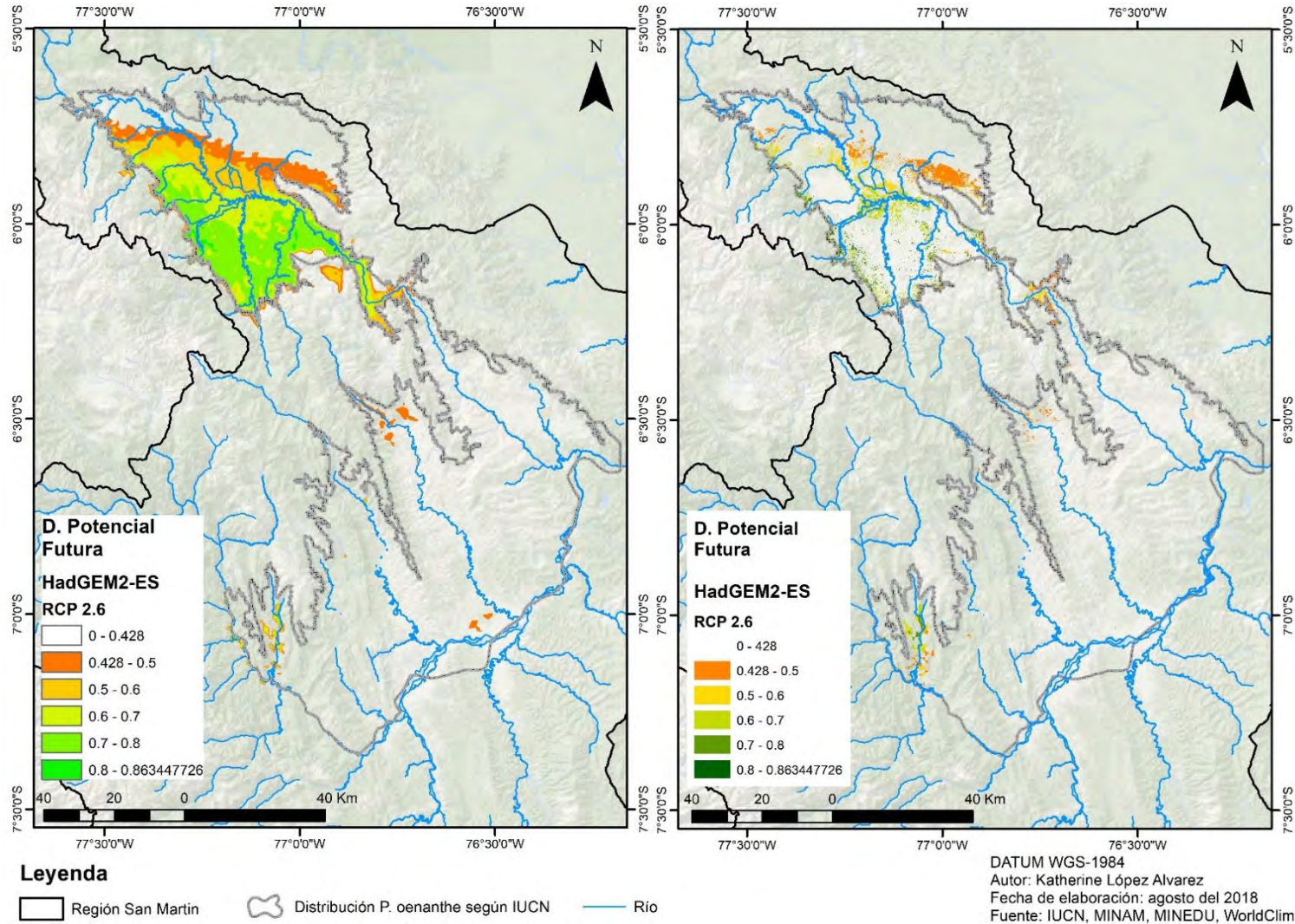
Tabla 17: Áreas de distribución potencial futura (HadGEM2)

| UMBRAL | HadGEM2 RCP 2.6 | | HadGEM2 RCP 8.5 | |
|--------------|--|--|--|--|
| | SIN CONSIDERAR PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) | CONSIDERANDO PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) | SIN CONSIDERAR PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) | CONSIDERANDO PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) |
| 0.428 - 0.5 | 413.366578 | 133.002236 | 335.58873 | 99.707332 |
| 0.5 - 0.6 | 432.03033 | 90.488266 | 350.616481 | 87.211459 |
| 0.6 - 0.7 | 518.554758 | 86.939771 | 418.695252 | 70.177658 |
| 0.7 - 0.8 | 679.19502 | 61.773906 | 423.707048 | 43.615864 |
| 0.8 - 0.9 | 26.529711 | 3.82911 | 201.65995 | 17.885909 |
| > 0.9 | - | - | 6.980509 | 0.074886 |
| TOTAL | 2069.676397 | 376.033289 | 1737.24797 | 318.673108 |

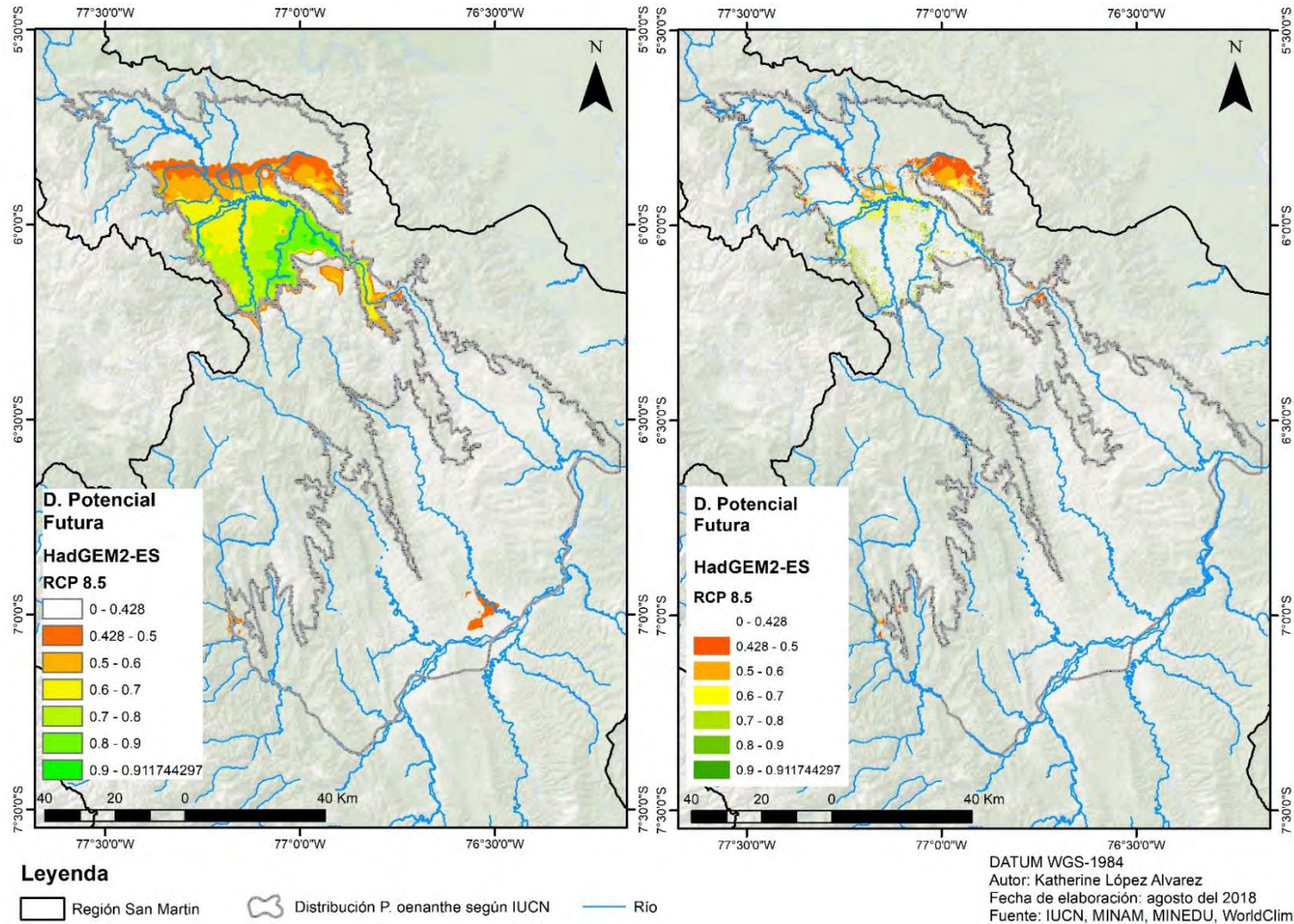
Tabla 18: Áreas de distribución potencial futura (CCSM4)

| UMBRAL | CCSM4 RCP 2.6 | | CCSM4 RCP 8.5 | |
|--------------|---|---|---|---|
| | SIN CONSIDERAR PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) | CONSIDERANDO PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) | SIN CONSIDERAR PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) | CONSIDERANDO PÉRDIDA DE BOSQUES 1987-2017 (km ²) |
| 0.428 - 0.5 | 389.596016 | 109.191673 | 226.523579 | 34.43642 |
| 0.5 - 0.6 | 442.145232 | 101.506812 | 323.258599 | 40.992098 |
| 0.6 - 0.7 | 380.595977 | 81.336137 | 224.962201 | 15.874543 |
| 0.7 - 0.8 | 343.898267 | 37.546001 | 94.894108 | 5.414622 |
| 0.8 - 0.9 | 211.514084 | 15.825066 | 30.789151 | 3.755965 |
| > 0.9 | 133.864079 | 10.893143 | 9.632137 | 0.546426 |
| TOTAL | 1901.613655 | 356.298832 | 910.059775 | 101.020074 |

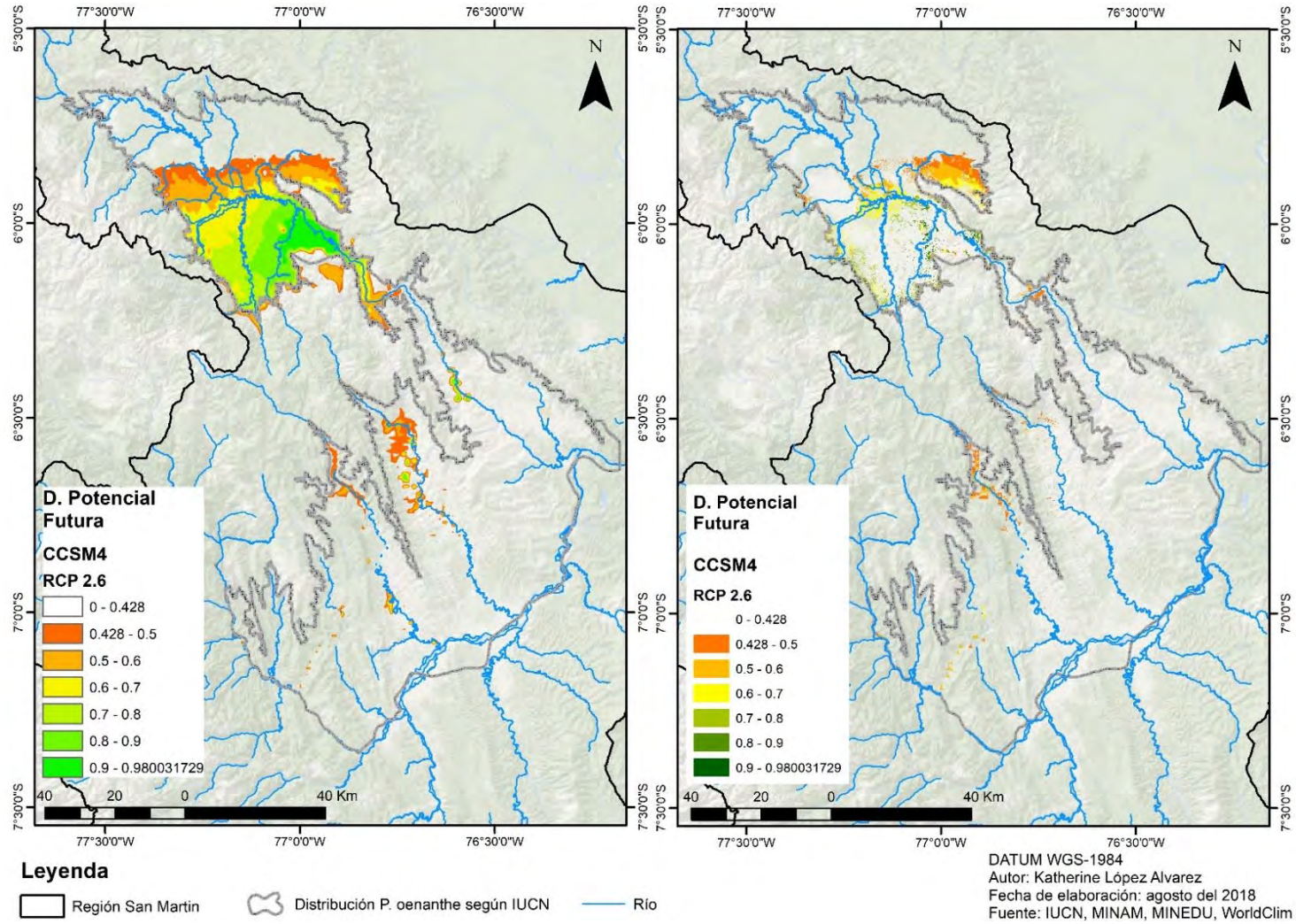
Mapa 15: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (HadGEM2-ES RCP 2.6)



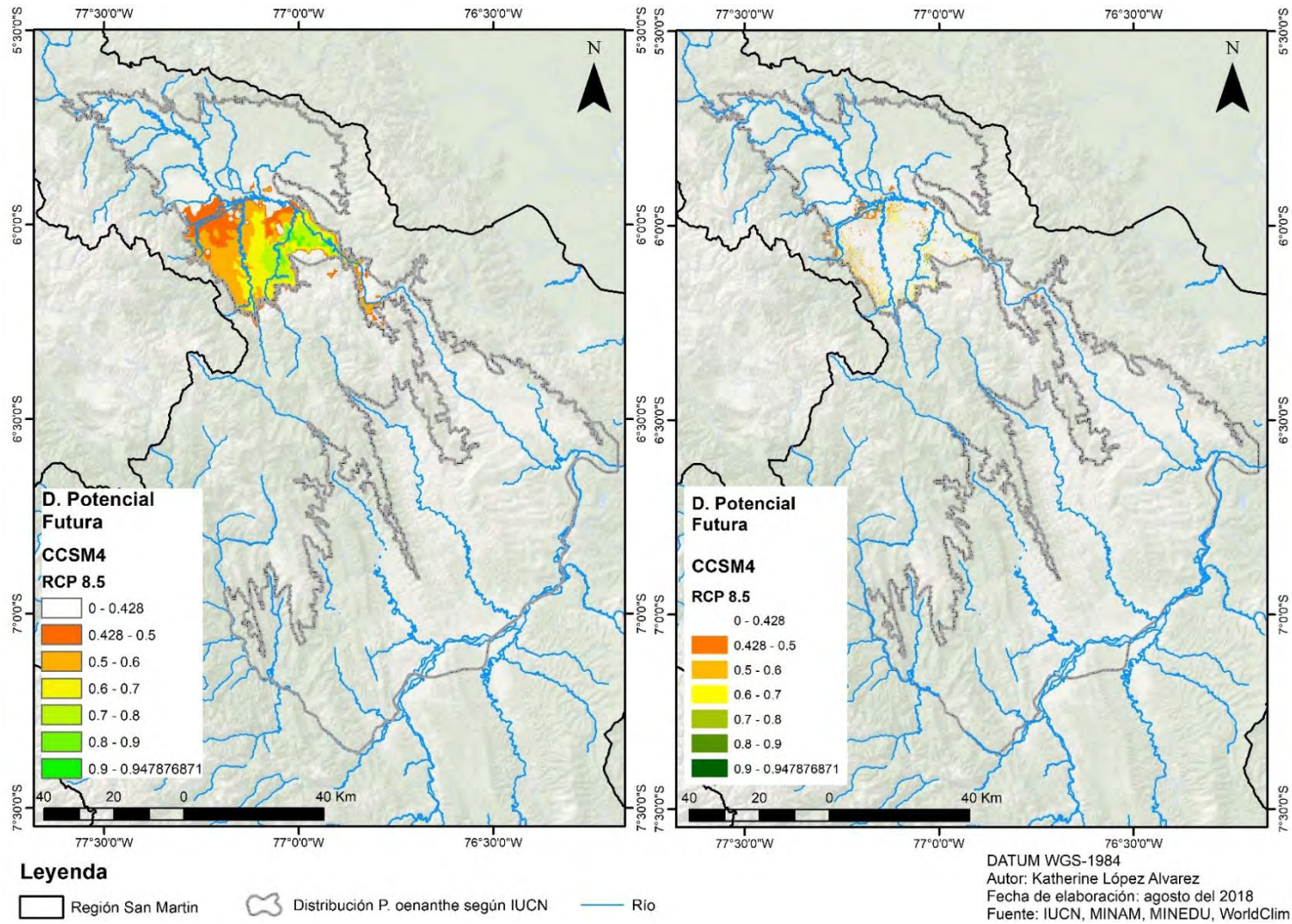
Mapa 16: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (HadGEM2-ES RCP 8.5)



Mapa 17: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (CCSM4 RCP 2.6)



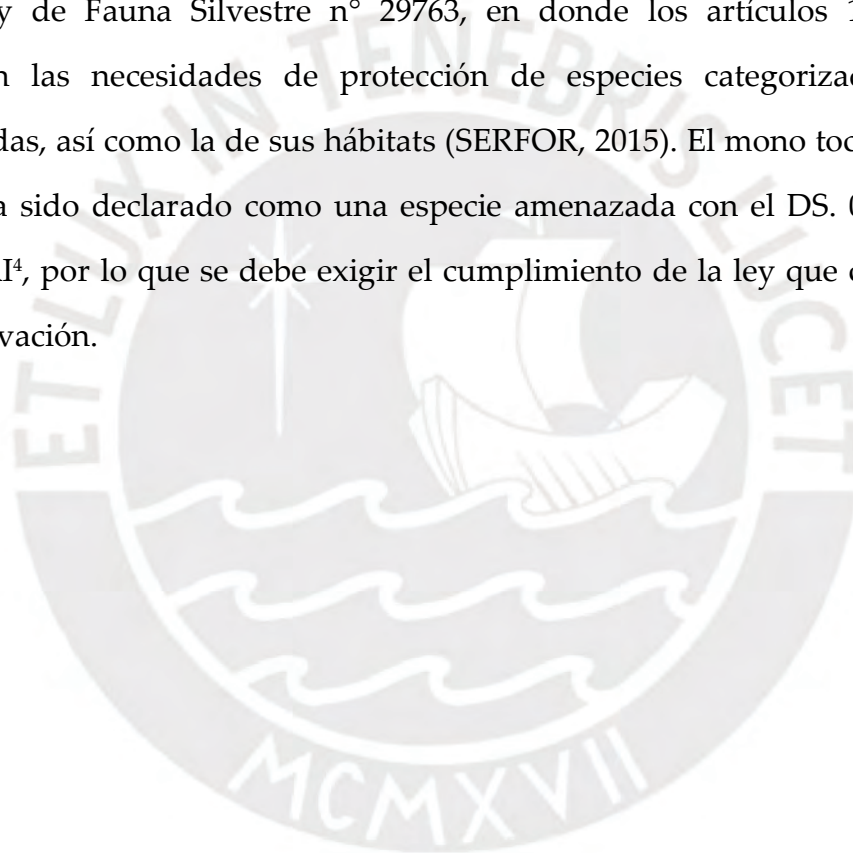
Mapa 18: Distribución potencial futura con parches de bosques mantenidos 1987-2017 (CCSM4 RCP 8.5)



El diseño de corredores es una estrategia de conservación para lograr la conectividad entre parches que se encuentran distantes. El hábitat actual del mono tocón se encuentra fragmentado de manera muy agresiva, donde hay una mayor presencia de cultivos agrícolas permanentes y de tipo temporal. La conectividad resulta esencial para asegurar el intercambio genético y energético de especies en una mayor extensión geográfica (Roy et al., 2010 en García y Abad, 2014). Los corredores diseñados responden a una realidad compleja, sin embargo, reafirman el propósito de conectar áreas aisladas evitando perturbaciones que pueden dañar la integridad del primate. Los corredores atraviesan áreas agrícolas pero a partir del trabajo de campo se pudo observar que éstas no representan algún problema para el animal y que estos pueden convivir con el tránsito de personas y ruidos que generan tanto ellos como algunos vehículos que se encuentren en zonas cercanas. A pesar de haber trabajado con cinco variables importantes para el primate, es necesario mencionar que se pensó en la adición de otras variables como la presencia de Áreas de Conservación Privadas (ACP), y zonas de perturbación antrópica como ladrilleras y fábricas industriales pero no fue posible por la falta de datos actuales y por la limitación en la creación de capas ráster de variables que no tienen superficies representativas en el área de estudio. Por tal motivo, es recomendable un análisis posterior donde se involucre tales variables para asegurar la confiabilidad de los resultados.

Finalmente, uno de los mayores retos para la conservación del primate recae en su valoración por parte de la población local. A partir de informantes locales, quienes fueron entrevistados en la salida de campo, se pudo conocer que estas personas identifican la presencia del animal pero desconocen sobre su nombre. Así, los pobladores, especialmente de áreas rurales, desconocen de su riesgo de extinción y de la importancia de su cuidado por su carácter de animal endémico. En áreas urbanas hay un mayor conocimiento sobre el animal, donde

se han iniciado campañas en materia de educación ambiental por parte de ONG's. Sin embargo, es necesario ampliar el rango de acción de tales campañas hacia zonas rurales pues, a través de las entrevistas, se ha descubierto la disposición de los pobladores hacia labores de conservación del primate pues éstos traerían beneficios ecológicos y económicos para ellos, tales como la conservación de bosques y la creación de empleos ligados al turismo. Por tal motivo, para asegurar su preservación y la de su hábitat es necesario implementar medidas urgentes que deben estar amparadas según la Ley Forestal y de Fauna Silvestre n° 29763, en donde los artículos 110 y 112 establecen las necesidades de protección de especies categorizadas como amenazadas, así como la de sus hábitats (SERFOR, 2015). El mono tocón de San Martín ha sido declarado como una especie amenazada con el DS. 0004-2014-MINAGRI⁴, por lo que se debe exigir el cumplimiento de la ley que contempla su conservación.



⁴ Disponible en <http://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/09/DS-N004-Especies-amenazadas-de-fauna-silvestre.pdf>

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el siguiente capítulo se expondrá las conclusiones derivadas del proceso de investigación de la presente tesis. Además se mencionará recomendaciones para la adecuada conservación del mono tocón de San Martín.

6.1. CONCLUSIONES

En primer lugar, es necesario acotar los logros derivados de la presente investigación. Así, se menciona la consecución de cada uno de los objetivos planteados, y también de los procedimientos derivados de los mismos. De igual manera, se logró la integración de la parte física y humana que envuelve la geografía a través del uso del análisis espacial y SIG con entrevistas a la población local del área de estudio. Además, se generó data diversa como la relacionada con transformación del paisaje en los últimos treinta años, la distribución espacial futura del primate de acuerdo a dos MCG y la posterior propuesta de corredores ecológicos cuyo objetivo es integrar áreas degradadas por acción antrópica en beneficio a la conservación del mono tocón de San Martín.

El primer objetivo específico ligado a evaluar los cambios en cobertura forestal y usos de suelo en la región San Martín muestra que existe una transformación en el área de distribución actual de *P. oenanthe* desde 1987 hasta el 2017 a raíz del crecimiento de actividades económicas como la agricultura y la ganadería que comprende un total de nueve distritos de la región San Martín. El año de 1987, como año base, arrojó una superficie boscosa de 458608.53 ha, el cual disminuyó a 408459.43 ha para 1996 y a 363409.36 ha para el 2006; sin embargo, para el 2017 se obtuvo una superficie boscosa de 444057.34 ha, ligada al incremento de cultivos permanentes como cacao y café en la región.

Por otro lado, el segundo objetivo específico, ligado a determinar la tasa de deforestación en el rango de distribución de la especie, se logró partir de la información cuantitativa originada por la clasificación supervisada, donde se obtuvo las siguientes tasas de deforestación: 5572.12 ha/año entre 1987 y 1996, 4505 ha/año entre 1996 y 2006 y -7331.63 ha/año entre el 2006 y 2017. Así, hubo una disminución constante desde el año base de la investigación (1987) hasta el 2006 con 4507.58 ha/año y un incremento entre el 2006 y el 2017 con 7331.63 ha/año. No obstante, el porcentaje de perturbación para 1987 fue muy alto a consecuencia de la nubosidad presente en las imágenes satelitales que sirvieron para la clasificación. Por tal motivo, se procedió a establecer el año 1996 como nuevo año base para el cálculo de la tasa de deforestación y de cambio, obteniéndose -1695.14 ha/año y -8.72%, respectivamente.

De igual modo, se pudo actualizar la presencia del mono tocón de San Martín en nueve localidades previamente abordadas por Bóveda-Penalba et al. (2009), además de dos nuevas localidades no consignadas por dichos autores, ambas ubicadas en la provincia de Rioja: El Tambo y El Triunfo. En el Tambo se realizaron entrevistas de identificación con los pobladores, mientras que en El Triunfo se logró divisar un grupo de tres individuos. La disposición por parte de cada una de las personas entrevistadas fue completa siendo, en su mayoría, personas dedicadas a la agricultura de arroz, café y cacao. A partir de los resultados obtenidos se desprende el desconocimiento de los pobladores locales al carácter endémico de la especie, el cual representa una problemática para su conservación. Sin embargo, un número mayor de encuestados refiere su disposición para la conservación de la especie por factores económicos y ecológicos. También, la salida de campo efectuada en el C.P. El Triunfo arrojó la adaptación del primate hacia perturbaciones antrópicas ligadas al uso de vehículos para el cultivo de arroz y al tránsito de personas cerca del área.

A partir del uso de los 59 puntos de muestreo recolectados tanto por Bóveda-Penalba et al. (2009) como en las dos salidas de campo se pudo determinar la distribución potencial actual y futura en base a variables bioclimáticas y de altitud, además de datos de dos MCG al año 2050 que engloban el tercer objetivo específico. La distribución potencial actual obtenida por Maxent es menor a la consignada por la UICN, lo que significa que se debe tomar en cuenta otras variables para el modelamiento o, en todo caso, abarcar áreas de muestreo que contemplen tales zonas. La distribución potencial futura en los modelos CCSM4 y HadGEM2-ES para el RCP 2.6 muestra la disminución del área de distribución potencial de 2775.02 km² a 1983.96 km² y 2166.68 km², respectivamente. Por otro lado, para el RCP 8.5 se obtuvo una disminución a 929.28 km² para el modelo CCSM4 y de 1824.54 km² para HadGEM2-ES. Así, el RCP 8.5 representa el escenario perjudicial para la especie. Sin embargo, considerando la pérdida de bosques en los treinta años que involucra el estudio, el área de distribución disminuye considerablemente. Para el MCG HadGEM2-ES se tiene áreas de distribución de 376 km² en el RCP 2.6 y 318.7 km² en el RCP 8.5; y para CCSM4, 356.3 km² en el RCP 2.6 y 101.02 en el RCP 8.5.

Además, con la consecución del cuarto objetivo específico se logró diseñar dos corredores ecológicos con el uso de SIG en la zona norte y sur del área de distribución del primate, teniendo como resultado la conexión de parches principales con una superficie mayor a 900 ha que involucran, a su vez, parches con una superficie menor. Además, el uso de *Gnarly Landscape Utilities* permitió generar archivos ráster con información de áreas adecuadas para el hábitat de *P. oenanthe* que sirven como base para análisis de la idoneidad de zonas para la conservación.

Finalmente, es necesario acotar el arduo trabajo que significó el muestreo del mono tocón que, a diferencia de especies vegetales, su carácter de ser móvil no permitió su fácil identificación en el espacio. Su visualización se concentra en

unas horas al día según la temporalidad del mismo, donde las lluvias significaron la pérdida de una oportunidad de poder observarlos.

6.2. RECOMENDACIONES

Una de las limitaciones encontradas fue en torno a la adquisición de imágenes satelitales óptimas para el análisis espacial correspondiente. La nubosidad existente en las imágenes generaba una perturbación en la clasificación supervisada realizada; sin embargo el considerar a las nubes y sus sombras como tipologías de clasificación fueron de vital ayuda para continuar con el análisis. Por tal motivo, es necesario tener en cuenta opciones más complejas para el tratamiento de imágenes satelitales con nubosidad como el enmascaramiento de nubes.

En un principio se tenía previsto abarcar áreas de muestreo alejadas de las vías de comunicación; sin embargo, las fuertes lluvias y la inaccesibilidad de tales zonas no permitieron el logro de ese objetivo. Por lo tanto se recomienda tener en cuenta el muestreo de tales áreas para actualizar los registros existentes del primate y, con eso, establecer mejores acciones de conservación. Por otro lado, se desconoce sobre qué especies conforman la dieta vegetativa de la especie. La información bibliográfica refiere de manera general sobre estas especies pero no se ahonda en éstas, lo cual resulta necesario para muestrearlas y conocer la distribución potencial actual y futura con el objetivo de analizar la relación entre alimento y el consumidor (primate). Por ejemplo, la bibliografía señala que el mono tocón consume las hojas de *Cecropia sp.*, sin embargo no refiere la especie específica, considerando la gran variedad de las mismas en la región.

Es necesario recalcar el rol importante que cumplen las comunidades ubicadas en el área de estudio para la conservación del primate. Así, se debe generar espacios de difusión en zonas urbanas y rurales donde se explique el carácter endémico de la especie, su situación actual y los mecanismos de conservación

que involucren la participación de tales comunidades que ayuden a la obtención de beneficios económicos y ecológicos como el ecoturismo.

Por último, a partir de la identificación de zonas de bosques que han sufrido una intensa transformación desde 1987, es vital definir estrategias para su preservación. Así, con ayuda de la información resultante del modelamiento de distribución de especies se puede proponer la creación de ANP's o ACP's que contemplen la situación actual de los bosques y su situación bajo influencia del cambio climático.



BIBLIOGRAFÍA

Aldrich, B. C. (2006). *A song-based survey of the Andean titi monkey (Callicebus oenanthe) at Tarangue, with notes on its vocalisations*. Tesis de doctorado con mención en Primate Conservation. Oxford: Oxford Brookes University, Departamento de Ciencias Sociales y Derecho.

Andina (22 de agosto de 2016). San Martín declara de importancia regional a siete productos de la zona. *Andina*. Disponible en: <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-san-martin-declara-importancia-regional-a-siete-productos-de-zona-627477.aspx>

Aquino, R., Pacheco, T. y Vásquez, M. (2007). Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. *Revista peruana de biología*, 14 (2), 187-192.

Aquino, R., Terrones, W., Navarro, R., Terrones C. y Cornejo, F. (2009). Caza y estado de conservación de primates en la cuenca del río Itaya, Loreto, Perú. *Revista peruana de biología*, 15 (2), 33-39.

Aquino, R., López, L., Arévalo, I. y Daza, J. (2016). Diversidad y abundancia de primates y sus amenazas en el interfluvio de los ríos Napo y Putumayo, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 23(3), 243-252.

Aquino, R., García, G., Charpentier, E. y López L. (2017). Estado de conservación de *Lagothrix flavicauda* y otros primates en bosques montanos de San Martín y Huánuco, Perú. *Revista peruana de biología*, 24 (1), 25-34.

Barrett, A., Brown, J., Junge, R. y Yoder, A. (2013). Climate change, predictive modeling and lémur health: Assessing impacts of changing climate on health and conservation in Madagascar. *Biological Conservation*, 157, 409-422.

Belote, T., Dietz, M., McRae, B., Theobald, D., MacClure, M., Irwin, H., McKinley, P., Gage, J. y Aplet, G. (2016). Identifying Corridors among Large Protected Areas in the United States. *PLoS ONE*, 11(4), 1-16.

Benchimol, M. y Venticinque, E. (2014). Responses of Primates to Landscape Change in Amazonian Land-bridge islands-a Multi-scale Analysis. *Biotropica*, 46(4), 470-478.

Bóveda-Penalba, A. J., Vermeer, J., Rodrigo, F. y Guerra-Vásquez, F. (2009). Preliminary Report on the Distribution of *Callicebus oenanthe* on the Eastern Feet of the Andes. *International Journal of Primatology* (30), 467-480.

- Brack, E. y Mendiola, V. (2004). *Ecología del Perú*. Lima: Bruno
- Brown, J.H. y Lomolino, M.V. (1998). *Biogeography*. Massachusetts: Sinauer Associates.
- Burel, F. y Baundry, J. (2002). *Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid: Mundi-prensa.
- Byrne, H., Rylands, A., Carneiro, J., Alfaro, J., Bertuol, F., Da Silva, M., Messias, M. (2016). Phylogenetic relationships of the New World titi monkeys (*Callicebus*): first appraisal of taxonomy based on molecular evidence. *Frontiers in Zoology*, 13, 1-25.
- Caro, T., Dobson, A., Marshall, A. y Peres, C. (2014). Compromise solutions between conservation and road building in the tropics. *Current Biology*, 24(16), 722-726.
- Castilho, C., Hackbart, V., Pivello, V. y Dos Santos, R. (2015). Evaluating Landscape Connectivity for *Puma concolor* y *Panthera onca* Among Atlantic Forest Protected Areas. *Environmental Management*, 55(6), 1377-1389.
- Castro, W. (2005). *Geología*. Gobierno Regional de San Martín
- CCSP (2008). *The effects of Climate Change on agriculture, land resources, water resources, and biodiversity in the United States*. Washington: U.S. Department of Agriculture.
- Cheney, D., Seyfarth, R., Fischer, J., Beehner, J., Bergman, T., Johnson, E., Kitchen, D., Palombit, R., Rendall, D., Silk, J. (2004). Factors affecting reproduction and mortality among baboons in the Okavango Delta, Botswana. *International Journal of Primatology*, 25, 401-428.
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid: RIALP.
- Conservation Corridor. (s/f). *Corridor Design*. Disponible en: <http://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/programs-and-tools/corridor-design/>
- Cortés, A. y Francisco, F. (2009). *Densidad poblacional y ecología de Ateles hybridus (I. Geoffroyi-St. Hilaire, 1829) en un fragmento de bosque húmedo tropical en la Hacienda San Juan de Carare, Municipio de Cimitarra, Departamento de Santander, Colombia*. Tesis de licenciatura en Ciencias con mención en Biología. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/14590/AlfonsoCortesFelipeFrancisco2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cristóbal-Azkarate, J. y Arroyo-Rodríguez, V. (2007). Diet and Activity Pattern of Howler Monkeys (*Alouatta palliata*) in Los Tuxlas, Mexico: Effects of Fragmentation and Implications for Conservation. *American Journal of Primatology*, 69, 1013-1029.

Cuentas, A. (2015). *Revalorizando el bosque seco de Algarrobo. Estudio y análisis de la biodiversidad, distribución y conservación de los bosques secos en Lambayeque*. Tesis de licenciatura en Humanidades con mención en Geografía y Medio Ambiente. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Letras y Ciencias Humanas.

Cuentas, A. (2016). Análisis del hábitat del zorro costeño (*Lycalopex sechurae*) en el departamento de Lambayeque y propuesta de corredores ecológicos con herramientas SIG. *Espacio y desarrollo*, (28), 129-152. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/15008>

DeLuycker, A. M. (2006). Preliminary report and conservation status of the Rio Mayo titi monkey, *Callicebus oenanthe* Thomas, 1924, in the Alto Mayo Valley, Northeastern Peru. *Primate Conservation*, 21, 33-39.

DeLuycker, A. M. (2012). Insect Prey Foraging Strategies in *Callicebus oenanthe* in the Northern Peru. *American Journal of Primatology*, 74 (5), 450-461.

DeLuycker, A. M. (2014). Observations of a daytime birthing event in wild titi monkeys (*Callicebus oenanthe*): implications of the male parental role. *Primates*, 55 (1), 59-67.

Dunham, A., Erhart, E. y Wright, P. (2011). Global climate cycles and cyclones: consequences for rainfall patterns and lemur reproduction in southeastern Madagascar. *Global Change Biology*, 17, 219-227.

Echevarria, F. (1991). Cuantificación de la Deforestación en el Valle del Huallaga, Perú. *Revista Geográfica*, 114, 37-53.

Ehlers, D. (2014). The effects of land-use policies on the conservation of Borneo's endemic Presbytis monkeys. *Biodiversity and Conservation*, 23, 891-908.

Encarnación, F. y Castro, N. (1990). Informe preliminar sobre censo de primates no humanos en el sur oriente peruano: Iberia e Iñapari. En Proyecto Peruano de Primatología, *La Primatología en el Perú*. Lima.

Ernest, M. (2015). *Habitat quality and integrative connectivity analysis for Callicebus oenanthe in San Martín, Perú*. Proyecto de maestría con mención en Administración Ambiental. Duke: Duke University.

Etter, A. (1991). *Introducción a la Ecología del Paisaje. Un Marco de Integración para los Levantamientos Ecológicos*. Bogotá.

FAO (2016). Los bosques y el cambio climático en el Perú. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5184s.pdf>

Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente (2010). Cambio climático en el Perú. Amazonía. Lima: Biblioteca Nacional del Perú. Disponible en: <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/cambioclimaticoamazonia.pdf>

García, F. y Abad, J. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, 17, 253-298.

Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor: principios y técnicas*. Turrialba.

Geist, H. y Lambin, E. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52(2), 143-150.

Gent, P., Danabasoglu, G., Donner, L., Holland, M., Hunke, E., Jayne, S., Lawrence, D., Neale, R., Rasch, P., Vertestein, M., Worley, P., Yang, Z. y Zhang, M. (2011). The Community Climate System Model Version 4. *Community Climate System Model*, 24, 4973-4991.

GORESAM (2016). *Proceso de creación de un comité de subcuenca en la Amazonía-Cuenca del Río Mayo*.

Gouveia, S. et al. (2016). Climate and land use changes will degrade the configuration of the landscape for titi monkeys in Eastern Brazil. *Global Change Biology*, 22, 2003-2012.

Graham, T., Matthews, D. y Turner, S. (2016). A Global-Scale Evaluation of Primate Exposure and Vulnerability to Climate Change. *International Journal of Primatology*, 37, 158-174.

Herrera, J. (2011). El papel de la matriz en el mantenimiento de la biodiversidad en hábitats fragmentados. De la teoría ecológica al desarrollo de estrategias de conservación. *Ecosistemas*, 20 (2), 21-34.

Herrera, P. y Díaz, E. (2013). Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio. Una aproximación al estado de la cuestión desde una perspectiva técnica y científica. *Dossier ciudades*, 1, 43-70. Disponible en:

Herskovitz, P. (1990). Titis, New World monkeys of the genus *Callicebus* (Cebidae, Platyrrhini): A preliminary taxonomic review. *Fieldiana Zoology*, 55, 1-109.

Hugget, J. (2004). *Fundamentals of biogeography* (2^a ed.). London: Routledge.

INEI (2007). *Censos Nacionales 2007. XI de población y VI de vivienda*.

- IPCC (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- IPCC (2013). *Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: IPCC. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Frontmatter_FINAL.pdf
- Koen, E., Bowman, J. y Walpole, A. (2012). The effect of cost surface parameterization on landscape resistance estimates. *Molecular Ecology Resources*, 12, 686-696.
- Kosheleff, V. y Anderson, C. (2009). Temperature's Influence on the Activity Budget Terrestriality and Sun Exposure of Chumanzees in the Budongo Forest, Uganda. *American Journal of Physucal Anthropology*, 139, 172-181.
- Krosby, M. et al. (2015). Focal species and landscape "naturalness" corridor models offer complementary approaches for connectivity conservation planning. *Landscape Ecology*, 30(10), 2121-2132.
- Llerena, C., Yalle, S. y Silvestre, E. (2014). *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. Lima: FAO
- Lomolino, M. y Perault, D. (2004). Geographic gradients of deforestation and mammalian communities in a fragmented, temperate rain forest landscape. *Global Ecology and Biogeography*, 13, 55-64.
- Lomolino, M., Riddle, B., Whittaker, R. y, Brown, J. (2010). *Biogeography*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Mark, M. (2003). Some observations on *Callicebus oenanthe* in the Upper Rio Mayo Valley, Perú. *Neotropical Primates*, 11(3), 183-187.
- Martin, G., Bellouin, N., Collins, W., Culverwell, D., Halloran, P., Hardiman, S., Hinton, T., Jones, C., ... Wiltshire, A. (2011). The HadGem2 family of Met Office Unified Model climate configurations. *Geoscientific Model Development*, 4, 723-757.
- Mateo, R., Felicísimo, A. y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de Historia Natural*, 84, 217-240.
- Mateo, R., Felicísimo, A. y Muñoz, J. (2012). Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar. *Serie Ecología*, 5, 137-153.
- MINAM (2009). *Mapa de deforestación de la Amazonía Peruana 2000*. Lima.

MINAM (2014). *Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021. Plan de Acción 2014-2018*. Lima: MINAM

MINAM (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre*. Lima: MINAM.

MINAM (2016). *La conservación de bosques en el Perú (2011-2016). Conservando los bosques en un contexto de cambio climático como aporte al crecimiento verde*. Lima: MINAM

MINAGRI (2017). *Informe del arroz*. Lima: Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria.

Moinde-Focler, N., Otienoh, N., Mugambi, G., Otina, D. y Abdalla, M. (2007). Human and natural impacts on forest along lower Tana river, Kenya: implications towards conservation and management of endemic primate species and their habitat. *Biodiversity and Conservation*, 16, 1161-1173.

Monteferri, B. y Coll, D. (2009). *Conservación privada y comunitaria en los países amazónicos*. Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.

Morales, N. (2012). Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Conservación Ambiental*, 2(1), 1-5.

Nuñez, S., Luque, G. y Pari, W. (2010). *Riesgo geológico en la región San Martín*. Lima: INGEMMET

Ozambela, M. (2006). *Monitoreo de la deforestación en las provincias de San Martín, Picota y Bellavista en el departamento de San Martín-Perú*. Tesis de licenciatura para obtener el título profesional de ingeniero agrónomo. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. y Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1), 5-32.

Pavé, R., Kowalewski, M., Garber, P., Zunino, G., Fernández, V. y Peker, S. (2012). Infant Mortality in Black and Gold Howlers (*Alouatta caraya*) Living in a Flooded Forest in Northeastern Argentina. *International Journal of Primatology*, 33, 937-957.

Phillips, S., Dudik, M. y Schapire, R. (2004). A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*, 655-662. Disponible en: https://www.cs.princeton.edu/~schapire/papers/maxent_icml.pdf

Phillips, S. y Dudik, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161-175.

PNUMA, OTCA y CIUP (2009). *Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonía. Geoamazonía*.

Quinten, M., Nopiansyah, F., Hodges, K. (2016). First estimates of primate density and abundance in Siberut National Park, Mentawai Islands, Indonesia. *Fauna & Flora International*, 50 (2), 364-367.

Quispe, T. (2015). *Biogeografía y Cambio Climático en el Perú. Análisis de escenarios climáticos y endemismo de Phyllodactylus interandinus, Bachia intermedia y Stenocercus huancabambae, entre Amazonas y Cajamarca, distritos de El Milagro y Bellavista*. Tesis de licenciatura en Humanidades con mención en Geografía y Medio Ambiente. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Letras y Ciencias Humanas.

Reed K. y Bidner, L. (2004). Primate Communities: Past, Present, and Possible Future. *Yearbook of physical anthropology*, 47, 2-39.

Rocha, R. y Ferrari, S. (2010). Habitat use by Callicebus coimbrai (Primates: Pitheciidae) and sympatric species in the fragmented landscape of the Atlantic Forest of southern Sergipe, Brazil. *Zoología*, 27 (6), 853-860.

Rodríguez-Arroyo, V. y Mandujano, S. (2006). Forest Fragmentation Modifies Habitat Quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology*, 27(4), 1079- 1096.

Rojas, R. (2011). *Revalorando la geografía animal. Estudio del isnachi (Tremarctos ornatus) en el distrito de Chazuta, San Martín-Parque Nacional Cordillera Azul*. Tesis de licenciatura en Humanidades con mención en Geografía y Medio Ambiente. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Letras y Ciencias Humanas.

Rowe, N. y Martínez, W. (2003). "Callicebus sightings in Bolivia, Peru and Ecuador". *Neotropical Primates*, 11(1), 32-35.

Ruiz, R. y Torres, H. (2008). *Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrográficas*.

Saavedra, J. (2015). *Taller macroregional: "Articulación de la política agraria"* [Diapositiva]. Tarapoto: DRASAM

Sánchez, A., Herrera, I. (1998). *Geología de los cuadrángulos de Moyobamba, Saposoa y Juanjuí*. Lima: INGEMMET

Sánchez, A. (2015). *Migraciones internas en el Perú*. Lima: OIM

Schaffer-Smith, D., Swenson, J. y Bóveda-Penalba, J. (2016). "Rapid conservation assessment for endangered species using hábitat connectivity models". *Environmental Conservation*, 43(3), 221-230.

Schäffler, L. y Kappeler, P. (2014). "Distribution and Abundance of the World's Smallest Primate, *Microcebus berthae*, in Central Western Madagascar". *International Journal of Primatology*, 35, 557-572.

Schwitzer, C. et al. (2015). *Primates in Peril. The World's 25 Most Endangered Primates 2014-2016*. IUCN.

SERFOR (2015). *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla*.

Shanee, S. (2011). "Distribution Survey and Threat Assessment of the Yellow-tailed Woolly Monkey (*Oreanax flavicauda*, Humboldt 1812), Northeastern Peru". *International Journal of Primatology*, 32, 691-707.

Shanee, S. y Shane, N. (2011). "Population Density Estimates of the Critically Endangered Yellow-tailed Woolly Monkeys (*Oreanax flavicauda*) at La Esperanza, Northeastern Peru". *International Journal of Primatology*, 32, 878-888.

Shanee, S., Allgas, N. y Shane, N. (2013). Preliminary observations on the behavior and ecology of the Peruvian night monkey (*Aotus miconax*: Primates) in a remnant cloud forest path, north Eastern Perú. *Tropical Conservation Science*, 6 (1), 138-148.

Shanee, S., Allgas, N. y Shane, N. (2013). GIS Risk Assessment and GAP Analysis for the Andean Titi Monkey (*Callicebus oenanthe*). *Primate Conservation*, 26(1), 17-23.

Shanee, N., Shane, S. y Horwich, R. (2015). Effectiveness of locally run conservation initiatives in north-east Peru. *Oryx*, 49 (2), 239-247.

Shanee, S., Allgas, N., Shane N. y Campbell, N. (2015). Distribution, ecological niche modelling and conservation assessment of the Peruvian Night Monkey (Mammalia: Primates: Aotidae: *Aotus miconax* Thomas, 1927) in Northeastern Peru, with notes on the distributions of *Aotus* spp. *Journal of Threatened Taxa*, 7 (3): 6947-6964.

SENAMHI (2011). Mapa de clasificación Climática del Perú. Lima.

Smith, J. y Schwartz, J. (2015). *La deforestación en el Perú*. WWF. Disponible en: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestacion_en_el_peru.pdf

- Tobón, W. et al. (2012). *Prioridades para la conservación de los primates en México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf
- Van Der Windt, H. y Swart, J. A. (2008). "Ecological corridors, connecting science and politics: the case of the Green River in the Netherlands". *Journal of Applied Ecology*, 45, 124-132.
- Van Vuuren, D.P. et al. (2011). A special issue on the RCPs. *Climatic Change*, 109, 1-4.
- Vargas, C., Rojas, E., Castillo, D., Espinoza, V., Calderón, A., Giudice, R. y Málaga, N. (s/f). *Memoria descriptiva del mapa de bosque/no bosque año 2000 y mapa de pérdida de los bosques húmedos amazónicos del Perú 2000-2011*. Lima: MINAM
- Vásquez, L. (2016). *Propuesta de un corredor ecológico como alternativa ante la fragmentación y pérdida de hábitat del oso de anteojos (Tremarctos ornatus) en el distrito de Ollachea (Provincia de Carabaya-Puno)*. Tesis de licenciatura en Humanidades con mención en Geografía y Medio Ambiente. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Letras y Ciencias Humanas.
- Veiga, L., Bóveda-Penalba, A., Vermeer, J., Tello, J. y Cornejo, F. (2011). *Callicebus oenanthe*. IUCN. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/3553/0>
- Vélez, A. (2017). *Primates: ¿Cuál es la situación de estas especies en el Perú?* Mongabay. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/01/primates-la-situacion-estas-especies-peru/>
- Vermeer, J., Tello, J., Moreno, S. y Guerra, F. (2011). Extension of the Geographical Range of White-browed Titi Monkeys (*Callicebus discolor*) and Evidence for Sympatry with San Martin Titi Monkeys (*Callicebus oenanthe*). *International Journal of Primatology*, 32 (4), 924-939.
- Vila, J., Varga, D., Llausás, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 48, 151-166. Disponible en: http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%ADa%20del%20paisaje_DAG_48_2006.pdf
- Volampeno, M., Randriatahina, G., Kalle, R., Wilson, A. y Downs, C. (2015). A preliminary population viability analysis of the critically endangered blue-eyed black lemur (*Eulemur flavifrons*). *African Journal of Ecology*, 53, 419-427.

Wich, S. y Marshall, A. (2016). *An introduction to Primate Conservation*. Oxford: Oxford University Press.

Whittaker, R., Araujo, M., Jepson, P., Ladle, R., Watson, J. y Willis, K. (2005). Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11, 3-23.

WWF (2015). *Salvar los bosques en peligro*. Disponible en: http://awsassets.panda.org/downloads/lfr_chapter_5_executive_summary_spanish.pdf

Zegarra, E. y Gayoso, J. (2015). Cambios en la agricultura y deforestación en la selva peruana: análisis basado en el IV Censo Agropecuario. En Escobal, J., Fort, R. y Zegarra, E. (Ed.), *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario* (pp. 225-285). Lima: GRADE

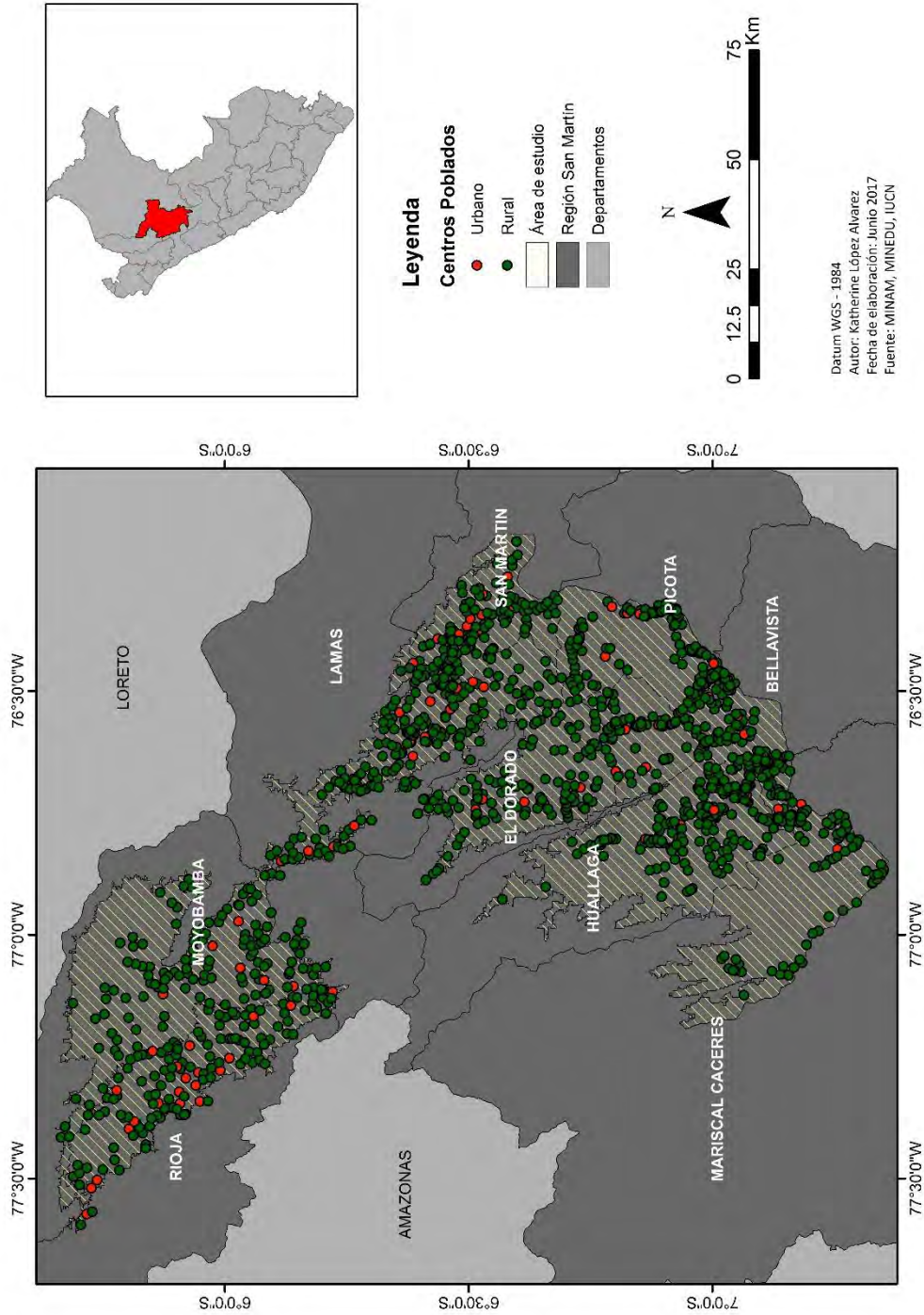
Zhuge, H., Lin, D. y Li, X. (2015). Identification of ecological corridors for Tibetan antelope and assessment of their human disturbances in the alpine desert of Qinghai-Tibet Plateau. *The Journal of Applied Ecology*, 26(8), 2504-2510.

Zubelzu, S. y Allende, F. (2015). El concepto de paisaje y sus elementos constituyentes: requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España. *Revista Colombiana de Geografía*, 24, 29-42.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de Centros Poblados

Mapa 19: Centros Poblados en el área de estudio



Anexo 2: Cantidad de puntos de presencia en cada variable

Tabla 19: N° de puntos de presencia en variables de pendiente, distancia a vías, altitud y distancias a CCPP

| Pendiente (°) | | Distancia a vías (metros) | | Altitud (msnm) | | Distancia a Centros Poblados (27-9-2017 MINEDU) | |
|---------------|----------|---------------------------|----------|----------------|----------|---|----------|
| Valor | Cantidad | Valor | Cantidad | Valor | Cantidad | Valor | Cantidad |
| 0-5° | 29 | 0-200 | 27 | 150-200 | 2 | 0-1000 | 36 |
| 5-10° | 13 | 200-500 | 0 | 200-500 | 25 | 1000-2000 | 29 |
| 10-15° | 7 | 500-1000 | 21 | 500-1000 | 27 | 2000-3000 | 2 |
| 15-20° | 8 | 1000-1500 | 4 | 1000-1500 | 3 | 3000-4000 | 1 |
| >20° | 0 | >1500 | 5 | >1500 | 0 | > 4000 | 0 |

Tabla 20: N° de puntos de presencia en variable de cobertura vegetal

| Cobertura Vegetal (2015-MINAM) | |
|--------------------------------|----------|
| Valor | Cantidad |
| Bosque de colina alta | 0 |
| Bosque de colina baja | 0 |
| Bosque de montaña | 0 |
| Bosque de montaña basimontano | 0 |
| Bosque de terraza alta | 0 |
| Bosque de terraza baja | 0 |
| Áreas de no bosque amazónico | 53 |
| Rio | 2 |

| | |
|--|---|
| Vegetación de isla | 0 |
| Bosque inundable de palmeras | 0 |
| Bosque de terraza alta basimontano | 0 |
| Bosque de terraza baja basimontano | 1 |
| Bosque inundable de palmeras basimontano | 1 |
| Vegetación esclerófila de arena blanca | 0 |

Anexo 3: Puntaje de variables

Tabla 21: Asignación de puntajes para modelamiento de conectividad

| Variable | Altitud | Distancia vías | Distancia CCPP | Pendiente | Cobertura |
|----------|---------|----------------|----------------|-----------|-----------|
| Puntaje | 30 | 20 | 20 | 10 | 20 |

Anexo 4: Tablas de entrevistas de centros poblados en la zona norte del área de estudio

| Centro Poblado "El Tambo" | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 50 | M | El Tambo | 50 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 2 | 42 | M | El Tambo | 42 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Salvarlo de la extinción |
| 3 | 65 | F | Posic | 45 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 4 | 44 | M | El Tambo | 44 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 5 | 38 | M | Rioja | 15 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |

| Centro Poblado "La Libertad" | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 50 | F | La Libertad | 20 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 2 | 32 | F | La Libertad | 15 | Comercio al por menor | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 3 | 35 | M | La Libertad | 35 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 4 | 44 | M | Rioja | 20 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 5 | 41 | M | Rioja | 20 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |

| Centro Poblado "Calzada" | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica? | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 45 | F | Calzada | 45 | Comercio al por menor | x | x | 0 | x | 0 | x | Salvarlo de la extinción |
| 2 | 44 | M | Calzada | 44 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 3 | 35 | M | Calzada | 35 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 4 | 28 | M | Calzada | 28 | Comercio al por menor | x | x | 0 | x | 0 | x | Generación de más empleos |
| 5 | 50 | F | Calzada | 50 | Chofer | x | x | 0 | x | 0 | x | Turismo |

| Centro Poblado "El Triunfo" | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica? | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 66 | M | Rioja | 30 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Protección de bosques |
| 2 | 70 | M | El Triunfo | 70 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 3 | 45 | M | El Triunfo | 45 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 4 | 33 | F | Rioja | 15 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |
| 5 | 27 | F | Rioja | 15 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |
| 6 | 35 | M | La Perla de Cascayunga | 20 | Agricultor (arroz) | x | x | 1 | 0 | 0 | 1 | Salvarlo de la extinción |

| Centro Poblado "Naciente del Río Negro" | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica? | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 60 | M | Naciente del Río Negro | 60 | Guardia de seguridad | x | x | 0 | x | 0 | x | Turismo |
| 2 | 40 | M | Puerto Bagazán | 40 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 3 | 55 | M | Puerto Bagazán | 55 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 4 | 62 | F | El Porvenir | 30 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 5 | 60 | F | El Porvenir | 30 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |
| 6 | 45 | M | Naciente del Río Negro | 45 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 7 | 54 | M | Naciente del Río Negro | 54 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Protección de bosques |

| Centro Poblado "Yantaló" | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 60 | F | Yantaló | 60 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Salvarlo de la extinción |
| 2 | 37 | F | Yantaló | 15 | Enfermera | x | 0 | 0 | x | 0 | x | Protección de bosques |
| 3 | 33 | M | Yantaló | 15 | Comercio al por menor | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 4 | 48 | M | Yantaló | 48 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |
| 5 | 62 | M | Yantaló | 62 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 6 | 45 | F | Yantaló | 45 | Chofer | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |

Anexo 5: Tablas de entrevistas de centros poblados en la zona centro y sur del área de estudio

| Centro Poblado "Tingo Saposoa" | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 38 | M | Tingo Saposoa | 38 | Docente | x | x | 0 | x | 0 | x | Protección de bosques |
| 2 | 45 | F | Tingo Saposoa | 45 | Comercio al por menor | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 3 | 44 | F | Tingo Saposoa | 44 | Venta de alimentos | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 4 | 68 | M | Tingo Saposoa | 40 | Agricultor (cacao) | x | x | 0 | x | 0 | x | Generación de más empleos |
| 5 | 61 | M | Tingo Saposoa | 61 | Agricultor (café) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |

| Centro Poblado "Lahuarpia" | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 45 | M | Lahuarpia | 45 | Comercio al por menor | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 2 | 42 | M | Lahuarpia | 42 | Agricultura (diversa) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 3 | 61 | M | Lahuarpia | 61 | Agricultura (diversa) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 4 | 39 | F | Lahuarpia | 16 | Enfermera | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 5 | 44 | M | Lahuarpia | 44 | Comercio al por menor | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |

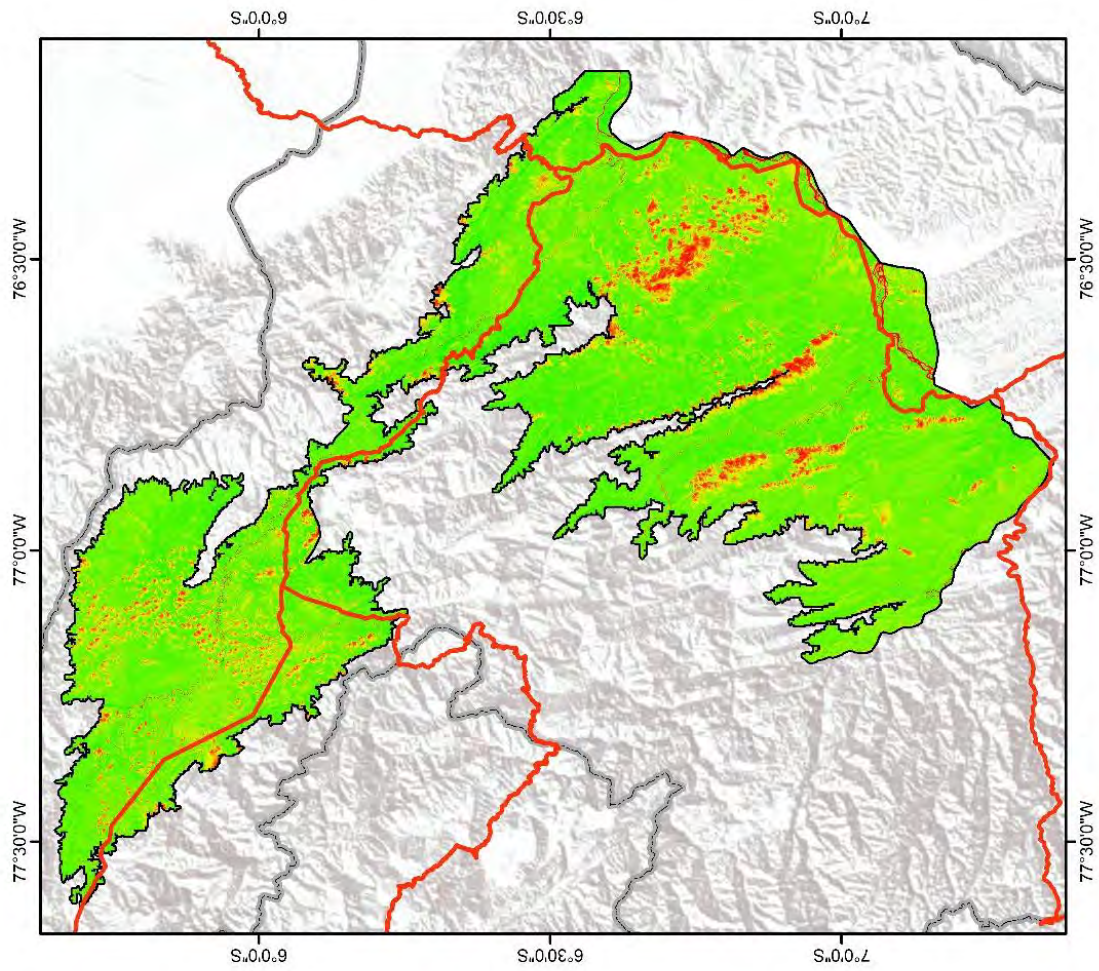
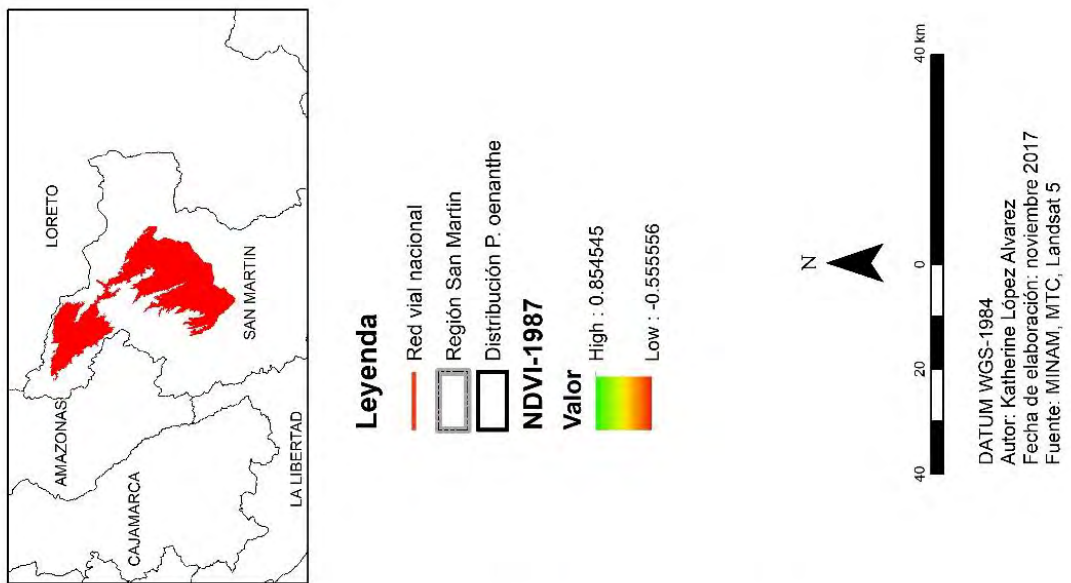
| Centro Poblado "Picota" | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 44 | M | Picota | 44 | Agricultor (cacao) | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 2 | 36 | M | Picota | 36 | Ganadería | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 3 | 41 | M | Picota | 41 | Agricultor (cacao) | x | x | x | 0 | x | 0 | Perjuicio para el cultivo |
| 4 | 63 | F | Picota | 40 | Venta de alimentos | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 5 | 55 | M | Picota | 20 | Comercio al por menor | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |
| 6 | 61 | M | Picota | 61 | Ganadería | x | x | x | 0 | 0 | x | Turismo |
| 7 | 42 | F | Picota | 42 | Ganadería | x | x | x | 0 | 0 | x | Protección de bosques |

| Centro Poblado "Saposa" | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|---------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|----|--|----|---------------------------|
| Entrevista | Edad | Sexo | Lugar de residencia | Tiempo de presencia en CP | Ocupación | Reconocimiento de imagen | | ¿Sabe si la especie es endémica? | | ¿Cree que es importante su conservación? | | |
| | | | | | | <i>P. oenanthe</i> | <i>S. fuscicollis</i> | No | Sí | No | Sí | ¿Por qué? |
| 1 | 45 | M | Saposa | 45 | Agricultor (arroz) | x | x | x | 0 | 0 | x | Protección de bosques |
| 2 | 52 | M | Saposa | 25 | Docente | x | x | 0 | x | 0 | x | Turismo |
| 3 | 43 | M | Saposa | 15 | Docente | x | x | 0 | x | 0 | x | Turismo |
| 4 | 50 | F | Saposa | 50 | Agricultor (cacao) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |
| 5 | 72 | M | Saposa | 67 | Agricultor (cacao) | x | x | x | 0 | 0 | x | Generación de más empleos |

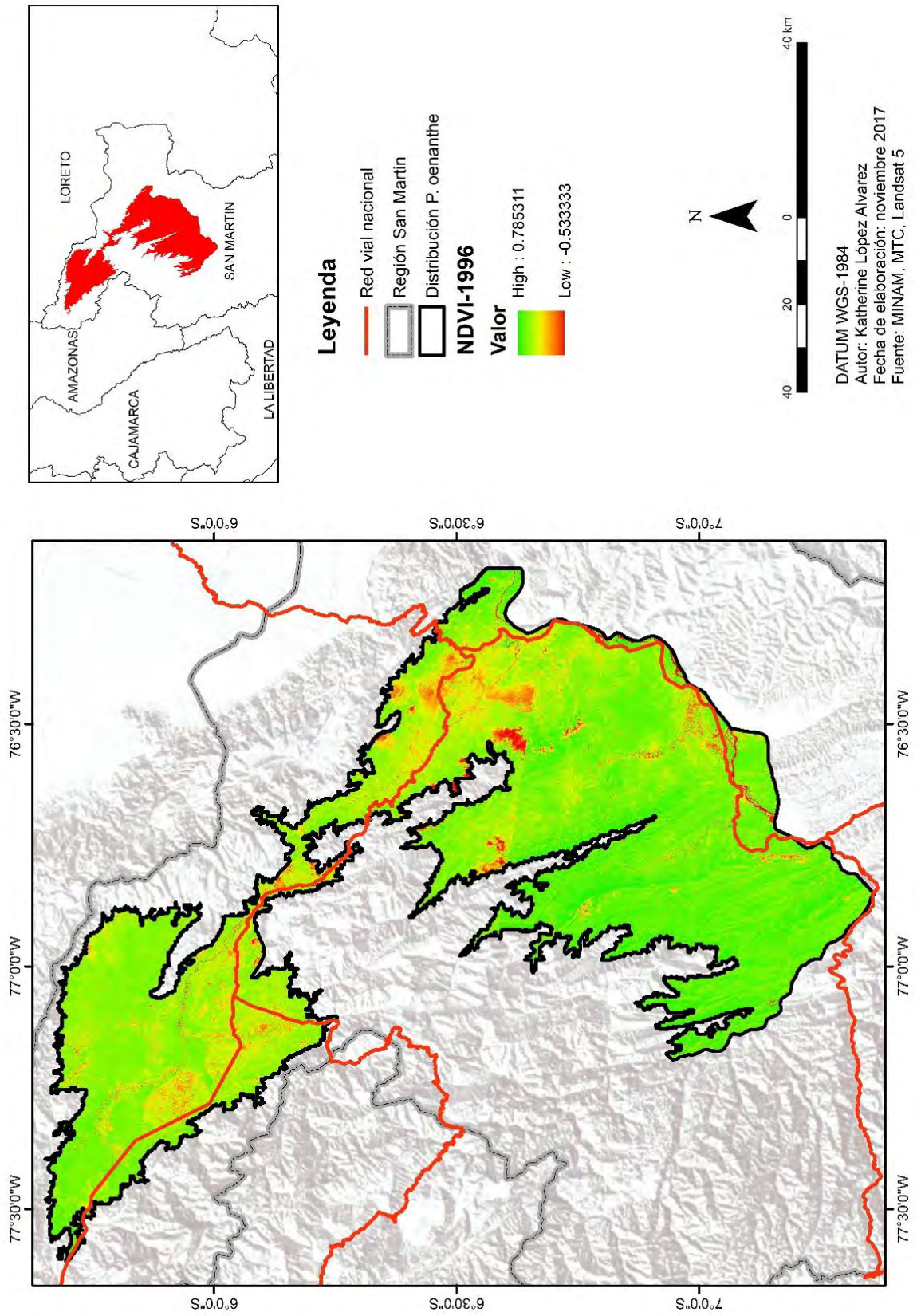


Anexo 6: Mapas de NDVI

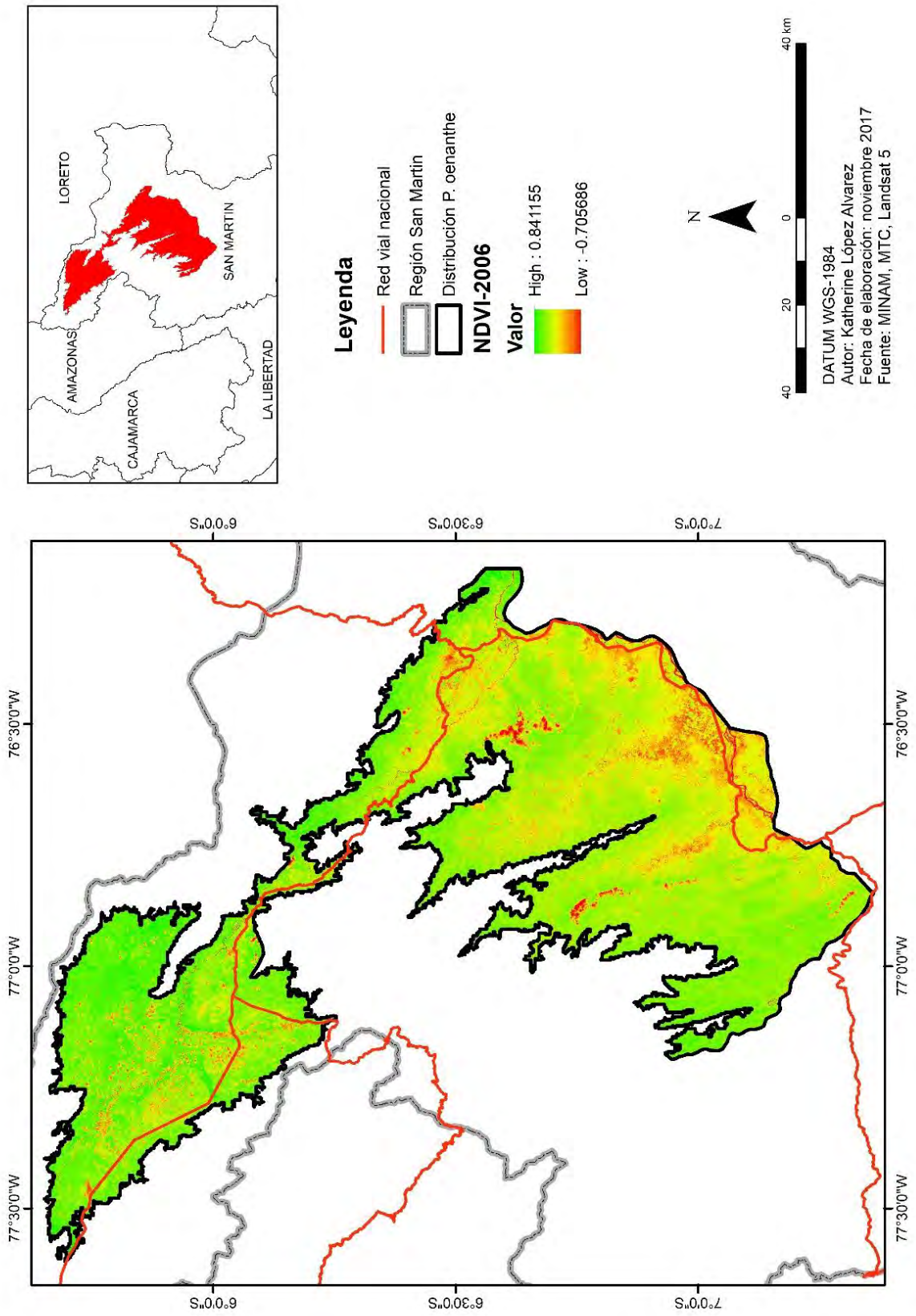
Mapa 20: NDVI 1987



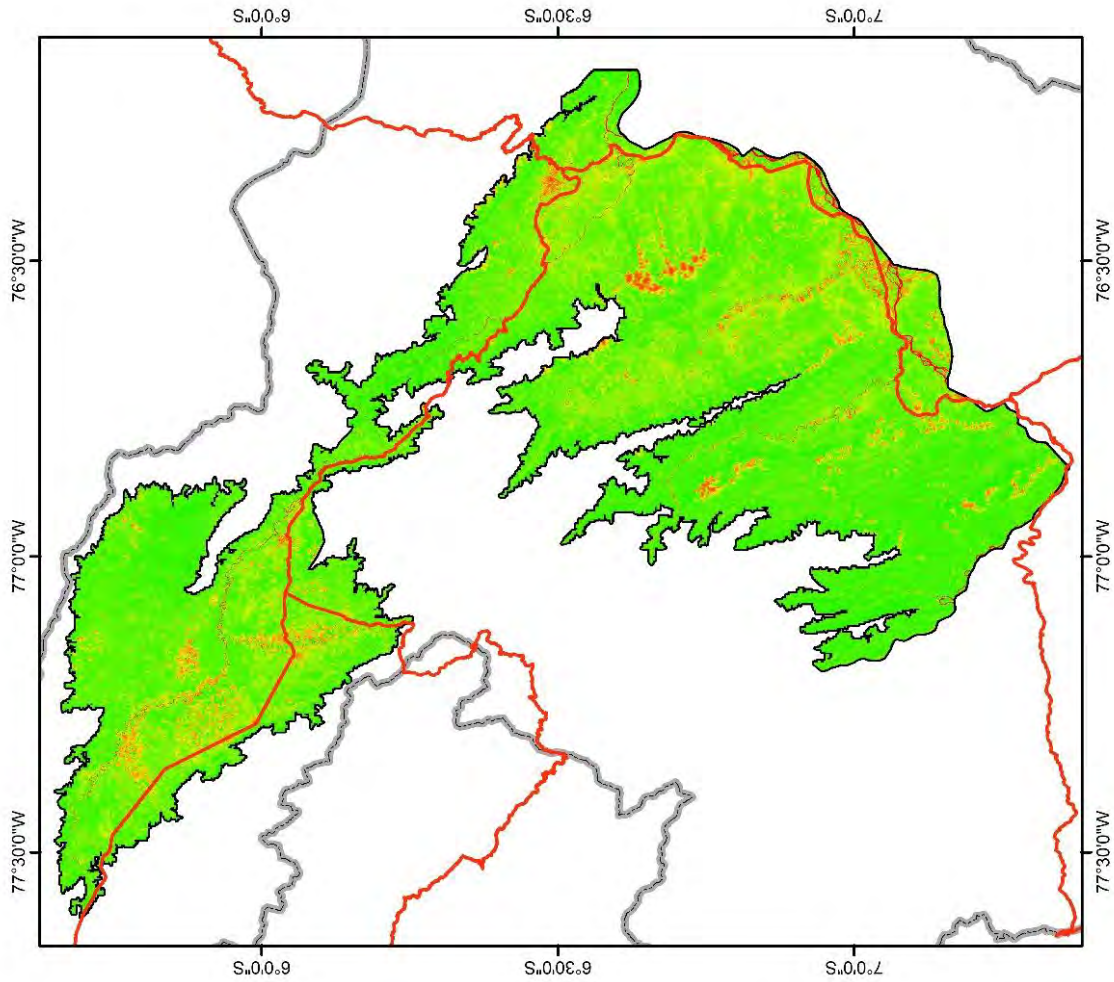
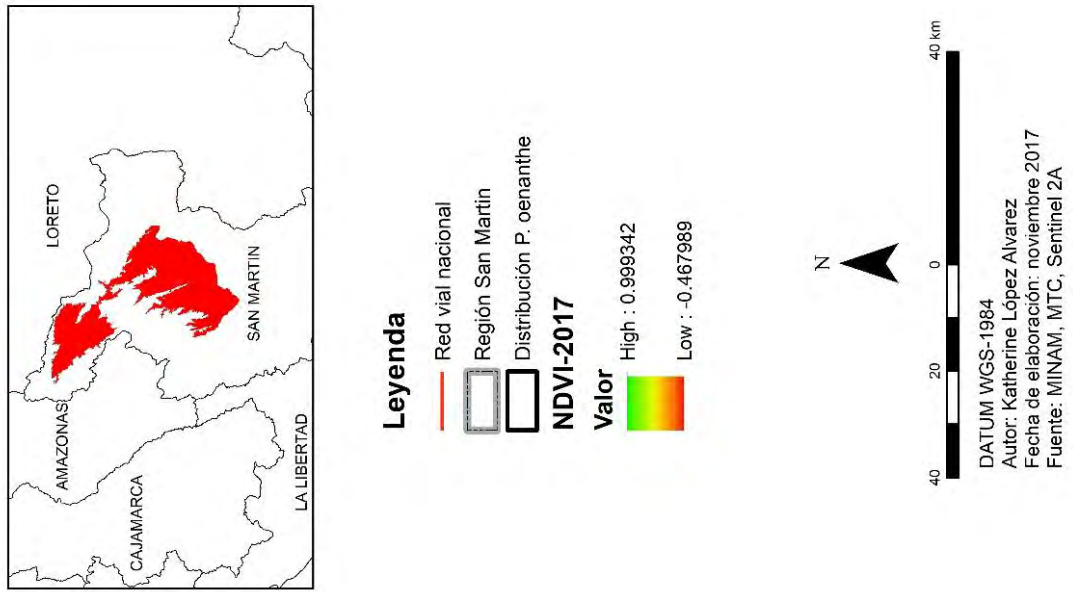
Mapa 21: NDVI 1996



Mapa 22: NDVI 2006

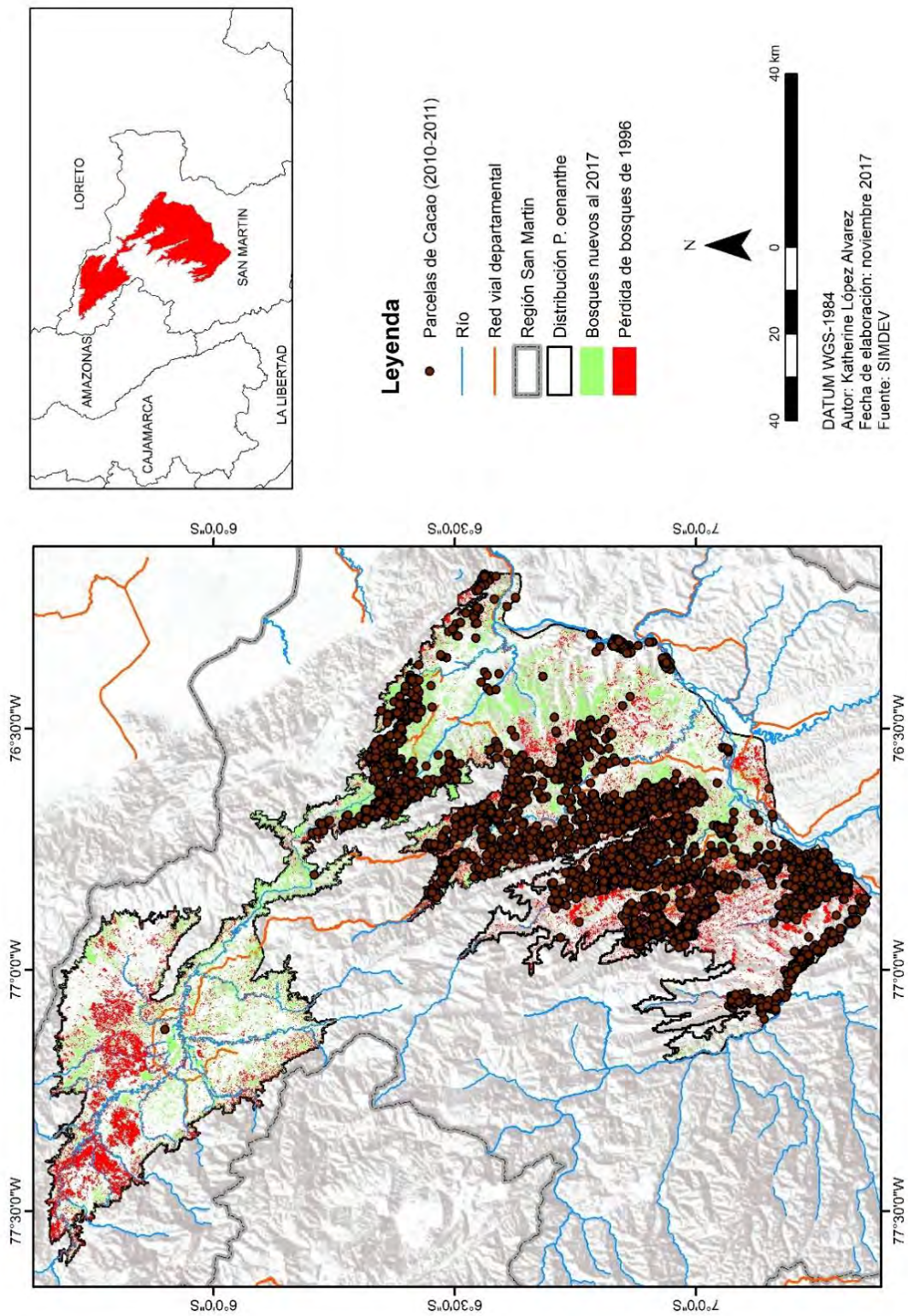


Mapa 23: NDVI 2017



Anexo 7: Mapa de parcelas de cacao

Mapa 24: Parcelas de Cacao (2010-2011)



Anexo 8: Mapa de redes viales

Mapa 25: Redes viales

