



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

FUNCIÓN ECOLÓGICA DE *Tremarctos ornatus*: Ursidae COMO DISPERSOR
DE SEMILLAS EN LA PARROQUIA DE SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA,
PROVINCIA DE IMBABURA

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO/A EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR/A: CHAMORRO GARZÓN DAVID ISRAEL

DIRECTOR

Biol. ORTEGA ANDRADE SANIA MIROSLAVA MSc.

2022



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 4 de abril del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "FUNCIÓN ECOLÓGICA DE *Tremarctos ornatus*: Ursidae COMO DISPERSOR DE SEMILLAS EN LA PARROQUIA DE SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA, PROVINCIA DE IMBABURA.", de autoría del señor Chamorro Garzón David Israel estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

Biol. Sania Ortega MSc.
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Biol. Jorge Oquendo MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Biol. Ima Sánchez MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN

FIRMA

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718712332		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chamorro Garzon David Israel		
DIRECCIÓN:	Chorlavi, Ibarra, Imbabura		
EMAIL:	dichamorro@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0995602928

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	FUNCIÓN ECOLÓGICA DE <i>Tremarctos ornatus</i> : Ursidae COMO DISPERSOR DE SEMILLAS EN LA PARROQUIA DE SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA, PROVINCIA DE IMBABURA
AUTOR (ES):	Chamorro Garzón David Israel
FECHA: DD/MM/AAAA	26/01/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	X PREGRADO POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Biol. Sania Ortega MSc.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de los terceros.

Ibarra, a los cuatro días del mes de abril de 2022

EL AUTOR:



Chamorro Garzón David Israel

CC:1718712332

AGRADECIMIENTO

A la universidad Técnica del Norte por ser la institución formadora de valores éticos y profesionales.

*A la MSc. Sania Ortega por el apoyo brindado durante mi proyecto de investigación
A mis asesores MSc. Renato Oquendo y MSc Ima Sánchez por los consejos y conocimientos brindados para la realización del proyecto.*

Agradecimientos especiales a los colaboradores de la Parroquia de San Francisco de Sigsipamba por el apoyo, la ayuda y conocimientos que nos supieron brindar de manera desinteresada y generosa; en especial al Sr Erasmo Bosmediano y el Sr. Ronald Rosero personas nobles y de gran corazón que apoyaron de manera directa a la investigación.

A mis padres, por todo el amor, apoyo, paciencia y confianza entregada durante toda mi vida estudiantil.

A mis amigos, compañeros y conocidos que me han brindado su apoyo y animo en cada momento de dificultad.

David Chamorro Garzón

DEDICATORIA

En esta etapa de mi vida se lo dedico a quienes me han guiado desde siempre, a quienes me han visto crecer, me han visto caer y con sus manos me ayudaron a no desfallecer, a quienes siempre han sido mi apoyo , mi ejemplo de fortaleza y de constancia, el motor de de mi vida, a las personas que me aman todos los días y me aman sin condición a mi madre Zoila Garzón y a mi padre José Chamorro, gracias por ser las personas incondicionales y dedicarse a mi todos los días, por los valores y consejos que me han ayudado a mejorar y a convertirme en la persona que soy hoy en día

*A mi ángel a mi acompañante de todo este tiempo la cual a pesar de la distancia estuvo conmigo y para mí en los momentos que la necesitaba, y me brindo su mano amorosa
Jeniffer Amán.*

A mis amigos que conocí en el camino quienes me han apoyado y estuvieron para mí cuando más necesité, por escucharme y ser incondicionales en todo momento.

David Israel Chamorro Garzón

ÍNDICE 7

CAPÍTULO I	12
Introducción	12
1.1 Revisión de Antecedentes.....	12
1.2 Problema de investigación y justificación.	13
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Pregunta directriz de la investigación o hipótesis	15
CAPÍTULO II	16
Revisión de Literatura	16
2.1 Marco teórico referencial.	16
2.1.1 Distribución y hábitat de <i>T. ornatus</i>	16
2.1.2 Pérdida y fragmentación del hábitat de <i>T. ornatus</i> por actividades antrópicas	16
2.1.3 Sistemas de información geográfica y sus usos	17
2.1.3.1 Sistema de información geográfica y hábitat	17
2.1.4 Modelamientos de especies	18
2.1.5 Área de Dispersión o Región M	19
2.1.6 Variables bioclimáticas	19
2.1.7 Modelamiento de máxima entropía (MAXENT).....	21
2.1.7.1 Jackknife (Prueba de navaja)	21
2.1.7.2 Curva ROC (Receiver Operatinf Characteristic Analysis).....	22
2.1.8 Colinealidad	22
2.1.9 Dispersión de semillas	22
2.1.10 Dispersión endozoocaria	24
2.1.11. Importancia de la dispersión por fecas y su aporte ecológico	24
2.1.12. Estrategias de conservación para grandes mamíferos	25

2.1.12.2 Declaración de áreas de protección comunitaria.....	26
2.2 Marco legal.	27
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador.	27
2.2.2. Convenio de Diversidad Biológica.....	27
CAPÍTULO III.....	30
Metodología.....	30
3.1 Descripción del área de estudio.	30
3.2.1. Definición de la distribución de <i>T. ornatus</i> en base a la ecología de la especie.	34
3.2.1.1 Obtención de las variables ambientales.	34
3.2.1.2 Descarga de puntos de presencia.....	34
3.2.1.3 Delimitación de la región M.....	34
3.2.1.4 Elaboración del modelo base.....	35
3.2.1.5 Análisis de la curva Receiver Operating Characteristic curve (ROC) y Analice Under Curve (AUC).....	36
3.2.1.6 Definir áreas de muestreo.	36
3.2.1.7 Puntos de presencia de <i>T. ornatus</i>	37
3.2.1.8 Elección de variables ambientales.	37
3.2.1.9 Desarrollo del modelo de presencia de <i>T. ornatus</i> en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba.....	38
3.2.2. Análisis de las especies vegetales y la viabilidad de las semillas dispersadas.....	39
por <i>T. ornatus</i> en la parroquia de Sigsipamba.	39
3.2.2.1 Recolección de semillas.	39
3.2.2.2 Elaboración de una guía virtual de semillas.....	39
3.2.2.3 Extracción de semillas.....	40
3.2.2.4 Secado de semillas.....	40
3.2.2.5 Colecta de Fecas.....	41
3.2.2.6 Identificación de semillas en las fecas.	42

3.2.2.7 Prueba de viabilidad de semillas.....	43
3.2.3. Propuestas de estrategias de conservación.....	44
3.3 Materiales y equipos.....	47
CAPÍTULO IV.....	48
Resultados y Discusión.....	48
4.1 Definición de la distribución de <i>T. ornatus</i> con base en la ecología de la especie.....	48
4.1.1 Obtención de modelo base de presencia de <i>T. ornatus</i>	48
4.1.2 Análisis de contribución de variables.....	50
4.1.3 Predicción de las variables climáticas influyentes para el modelo.....	52
4.1.4 Presencia de <i>T. ornatus</i> en la parroquia San Francisco de Sigsipamba.....	53
4.2 Análisis de las especies vegetales y la viabilidad de las semillas dispersadas.....	54
4.2.1 Plantas colectadas en el área de estudio.....	54
4.2.2 Composición fecal.....	55
4.2.3 Prueba de Flotación.....	56
4.2.4 Prueba de germinación.....	58
4.2.5 Caracterización de los sectores de investigación donde se encontraron fecas de.....	59
4.3 Estrategias de Conservación para <i>T. ornatus</i> en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba.	66
CAPÍTULO V.....	72
Conclusiones y Recomendaciones.....	72
5.1 Conclusiones.....	72
5.2 Recomendaciones.....	74

RESUMEN

La biodiversidad que albergan los bosques altoandinos es producto de las diversas interacciones entre plantas y animales. En este sentido, la dispersión de semillas es un tipo de interacción inherente a la dieta omnívora de *Tremarctos ornatus*. Bajo este contexto, esta investigación aborda la evaluación de la función ecológica que tiene la especie como dispersor de semillas en los bosques altoandinos de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba, ubicada en la parte oriental de la provincia de Imbabura. Para evaluar la dispersión de semillas de la especie primero se evaluó la distribución de *T. ornatus* con base en los puntos de observación de la especie en la página NicheToolbox utilizando las variables bioclimáticas de WorldClimb. Una vez ubicada las zonas de muestreo se recolectaron fecas de *T. ornatus* y se analizó la composición de éstas. Finalmente, se establecieron estrategias de conservación para los ecosistemas donde habita *T. ornatus*. La distribución de *T. ornatus* en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba ocupa el 70% (13 074.9 ha), mayoritariamente en áreas con cobertura boscosa y de difícil acceso. El 81% de las semillas halladas en las fecas fueron viables, éstas no sufrieron daño al pasar por el tracto digestivo de la especie. No existe una diferencia significativa entre el rango de germinación de las semillas consumidas y las colectadas ($p= 0.3429$). Se establecieron cinco estrategias de conservación para *T. ornatus*, las cuales, a su vez, son claves para evitar afectaciones a la estructura del bosque. Estas estrategias son: educación ambiental, la declaración de áreas protegidas, capacitación y manejo de las interacciones de especie y flora, y el manejo sostenible aplicado a los sistemas agropecuarios. Se determinó que, *T. ornatus* es un dispersor legítimo, Mediante el análisis de la germinación de las semillas de: Bromeliaceae (*Tillandsia* sp.), Ericaceae (*Gaultheria* sp.), Phyllantaceae (*Phyllanthus salvifolius* Kunt) y Actinidiaceae (*Sauruia cuatrecasiana*), las cuales fueron halladas en las fecas colectadas. En consecuencia, se evidenció que *T. ornatus* es un eslabón esencial en la estructura vegetal de los distintos hábitats, sobre todo, en los bosques altoandinos. Las estrategias propuestas son pilares fundamentales para la conservación de *T. ornatus* y los ecosistemas donde habita.

Palabras clave.

Estrategias de conservación; Fecas; Germinación; MaxEnt; Modelo de distribución; Prueba de flotación

ABSTRACT

The biodiversity that the high Andean forests harbor are the product of the various interactions among plants and animals. The dispersal of seeds is a type of interaction inherent of the remarkably omnivorous diet of *Tremarctos ornatus*. In this context, this study addresses the evaluation of the ecological function of the species as a seed disperser in the high Andean forests of the San Francisco de Sigsipamba parish, which is located in the eastern part of the Imbabura province. The distribution of *T. ornatus* was evaluated based on the observation points of the species in the NicheToolbox page using the WorldClim bioclimatic variables. Once the sampling areas were located, feces of the specie were collected, and their composition was analyzed. Finally, conservation strategies were established for the ecosystems where *T. ornatus* lives. The distribution of the specie in the parish of San Francisco de Sigsipamba occupies 70% (13 074.9 ha), mostly areas with forest cover and difficult access. 81% of the seeds found in the feces were viable. The seeds did not suffer damage when passing through the digestive tract of the species. There is no significant difference between the germination range of the seeds consumed and those collected ($p= 0.3429$). Five conservation strategies were determined for *T. ornatus*, which, in turn, are key to avoiding damage to the forest structure. These strategies are environmental education, the declaration of protection, training and management of species and flora interactions, and sustainable management applied to agricultural systems. It was determined that the specie is a legitimate disperser, by analyzing the germination of the seeds of: Bromeliaceae (*Tillandsia* sp.), Ericaceae (*Gaultheria* sp.), Phyllanthaceae (*Phyllanthus salvifolius* Kunt) and Actinidiaceae (*Saurauia cuatrecaciana*), which were found in the collected feces. Consequently, *T. ornatus* is an essential link in the plant structure of the different habitats, especially in the high Andean forests. The strategies proposed are fundamental pillars for the conservation of *T. ornatus* and the ecosystems where it lives.

Keywords.

Conservation strategies; Distribution model; Fecas; Flotation test; Germination; MaxEnt.

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 Revisión de Antecedentes.

Los animales frugívoros ingieren frutos, trasportan las semillas por sus tractos digestivos (endozoocaria), defecan o regurgitan en condiciones apropiadas para la germinación, de esta manera se encargan de dispersar las semillas estableciendo una relación mutualista con las plantas (González et al., 2015). Para evaluar el potencial de un animal como dispersor de semillas se debe comparar dos componentes: la calidad y la cantidad de dispersión (Domínguez- Domínguez, 2006). En cualquiera de los dos casos, la dispersión de las semillas afecta directamente la sobrevivencia y el reclutamiento de las plantas. Tienen un papel determinante en la estructura y diversidad de los bosques (Acevedo-Quinteró y Zamora-Abrego, 2016).

Tremarctos ornatus (F.G Cuvier, 1825) es considerado como una especie indicador de la salud e integridad de los ecosistemas, ya que incide directamente sobre la estructura de la cadena alimenticia de las comunidades biológicas (Beckmann y Berger, 2003; Gasherlis, 2009). Al igual que los demás úrsidos, representa a un grupo de mamíferos caracterizado por ser omnívoros. Para cubrir los altos requerimientos de azúcares y otros nutrientes que demanda su gran tamaño corporal, los úrsidos consumen grandes cantidades de frutos carnosos (Figueroa, 2012). Su sistema digestivo es poco adaptado a la digestión de frutos, las semillas no son digeridas y por lo tanto son defecadas intactas lejos de la planta madre (Chero y Denisse, 2017). En consecuencia, los úrsidos forman parte de una interacción mutualista que claramente favorece a la germinación y dispersión de semillas en grandes áreas geográficas (Arapa, 2012; Velázquez-Escamilla et al., 2019).

T. ornatus es el único úrsido sudamericano conocido como “oso andino”, debido a que su distribución se registra en la cordillera de Los Andes. También es conocido como “oso de anteojos” debido a la presencia de manchas peculiares en su rostro (Gonzales et al., 2016). En Ecuador se encuentra en las estribaciones de Los Andes de la región Sierra, y

en la Amazonía entre 1 000 y 4 300 m s.n.m. Aunque, Tirira (2007), documentó la presencia de la especie a una altura menor a 1 000 m s.n.m., en donde se pueden encontrar bosques primarios de los ecosistemas húmedos y secos.

De acuerdo con Sánchez (2015), en su estudio realizado en Perú, *T. ornatus* contribuye con la colonización de nuevos hábitats que ofrezcan situaciones similares o mejores a la original. En Bolivia se determinó que esta especie ayuda a la dispersión de las semillas sanas y viables de *Gaultheria vaccinioides* (J. L. LUTEYN, 1994), *Nectandra cf. Cuneatocordata* (J. G. ROHWER, 1987) y *Symplocos cf. Cernua* (c.f. Brako 1993) (Rivadeneira-Canedo, 2015). De vital importancia para la regeneración de los bosques sudamericanos, tiene una dieta muy variada, dominada por las plantas de los bosques nublados, lo que ayuda a la dispersión de semillas (Gonzales et al., 2016; Tapia et al., 2005). A su Rivadeneira-Canedo (2015), indica que la especie *T. ornatus* es de vital importancia para los bosques de Bolivia por su rol en el ecosistema, el cual consiste en: transporte y dispersor de semillas debido a su variada alimentación, actividad de vital importancia para la resiliencia de los bosques bolivianos.

La lista roja de especies del Ecuador determinó que se encuentra categorizada en peligro (EN) debido a diversos factores antrópicos, los cuales pueden causar su extinción (Rivadeneira-Canedo, 2015). Su extinción podría significar un gran impacto en su interacción mutualista dentro del ecosistema, su capacidad para dispersar de semillas a las largas distancias y por ende la no regeneración de los ecosistemas donde habita (Wright y Duber, 2001; Filipczyková et al., 2016). En consecuencia, el impacto que causaría la extinción de *T. ornatus* podría ir más allá de un sistema de dispersión.

1.2 Problema de investigación y justificación.

Los páramos y bosques altoandinos, donde habita *T. ornatus*, han registrado importantes alteraciones en las últimas décadas. La pérdida y aislamiento de los parches de hábitat, han tenido implicaciones negativas en la sobrevivencia de la especie (Kattan et al., 2004). Según et al. (2004), la especie es de vital importancia para los ecosistemas debido a que

favorece a la resiliencia de estos. Además, esta especie es considerada de vital importancia para la protección de fuentes hídricas, de tal manera que la pérdida de *T. ornatus* causaría alteraciones en el hábitat y pondría en riesgo los servicios ecosistémicos.

T. ornatus es una especie emblemática del Ecuador. En el país tiene un amplio rango de distribución en la zona andina, la cual es una de las áreas más afectadas por el avance de la frontera agrícola que genera la deforestación y fragmentación de ecosistemas (Santana y Gómez, 2017). También el avance de la extracción de los recursos de los bosques ha generado que esta especie dañe los cultivos, provocando que sea objeto de cacería y perseguido en diferentes zonas del país por destruir plantaciones de maíz y alimentarse de animales como ganado vacuno, bovino o equino (Tapia et al., 2005; Huaypar et al., 2020).

De acuerdo con Sandoval y Yáñez (2019), *T. ornatus* es de vital importancia debido a que ayuda a la dispersión de semillas por su rango de movilidad amplio. Por lo tanto, la ausencia de esta especie limitaría la dispersión de semillas a larga distancia, como consecuencia la disminución de la capacidad de regeneración de los bosques (Arapa, 2017). Si esta especie llegará a desaparecer afectaría al flujo de semillas, y desataría un círculo de extinción en cadena, debido a que es una especie paraguas esencial para los ecosistemas.

En este contexto, esta investigación contribuirá al conocimiento de las relaciones ecológicas que enlaza a las plantas con *T. ornatus* en ecosistemas de la parroquia de Sigsipamba. Además de conocer el estado de conservación del hábitat de la especie. Por lo tanto, contribuir con el conocimiento ecológico necesario para la restauración de los hábitats degradados por acciones antrópicas. Esta investigación se basa en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 porque responde al eje 4 de Transición ecológica y al objetivo 11 referente a “Conservar, restaurar, proteger y hacer uso sostenible de los recursos naturales”. Por tal motivo se debe considerar la investigación científica, desarrollo e innovación con el contingente de las universidades que respondan a las

necesidades referentes a la conservación de la biodiversidad (secretaría nacional de Planificación, 2021).

1.3 Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar la función ecológica del *T. ornatus* como dispersor de semillas en la parroquia de Sigsipamba, Cantón Pimampiro, provincia de Imbabura.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Definir la distribución del *T. ornatus* con base en la ecología de esta especie.
- Analizar cuáles son las especies vegetales y la viabilidad de las semillas dispersadas por el *T. ornatus* en la parroquia de Sigsipamba.
- Determinar estrategias de conservación para los ecosistemas donde habita *T. ornatus*.

1.4 Pregunta directriz de la investigación o hipótesis.

¿Por qué el *T. ornatus* debe ser considerado un dispersor de semillas?

¿Qué especies vegetales son dispersadas mayormente por *T. ornatus*?

¿Qué tipo de interacción que existe entre *T. ornatus* y las especies vegetales dispersadas?

CAPÍTULO II

Revisión de Literatura

2.1 Marco teórico referencial.

2.1.1 Distribución y hábitat de *T. ornatus*.

T. ornatus registra su presencia en zonas donde está presente una abundante vegetación arbórea en elevaciones altas, como los bosques alto-montanos, los bosques nublados con precipitaciones mayores a los 1 000 mm (Naveda-Rodríguez et al., 2017). El hábitat se encuentra restringido a las partes altas, debido al avance de la frontera agrícola y la presión ejercida por los pobladores sobre los remanentes de bosque que sirven de su hábitat (Basantes-Chamorro et al., 2018).

En Ecuador, los puntos de presencia de *T. ornatus* se registran principalmente en los bosques montanos húmedos y muy húmedos. Estos ecosistemas se caracterizan por tener una morfología del terreno muy accidentada y ubicados a una altitud de 1000 a 2700 m s.n.m. A su vez, el suelo no es apto para el desarrollo de las actividades agropecuarias (Sánchez, 2012). *T. ornatus* también registra su presencia en otros ecosistemas tales como: bosques nublados y páramos contiguos a los bosques subtropicales (Tirira, 2007; Sandoval-Guillén y Yánes-Moreta, 2019). Sin embargo, considerando una nomenclatura más estandarizada de las regiones naturales, *T. ornatus* se encuentra en: bosque pie montano occidental, bosques montano occidental, paramo, bosque montano oriental y bosque pie montano oriental (Castellanos y Boada, 2018)

2.1.2 Pérdida y fragmentación del hábitat de *T. ornatus* por actividades antrópicas

Los límites de distribución de *T. ornatus* no están bien definidos, se ha registrado su presencia en varios ecosistemas de zonas bajas y origen glaciar, con registros aislados (Gonzales et al., 2017). Sin embargo, Figueroa (2012), menciona que la presencia de esta especie se encuentra limitada al bosque piedemonte, los bosques montano seco y sus

puntos de avistamiento regulares son los bosques altoandinos, bosques montanos, pajonales y los páramos.

Durante 18 años (1990 - 2008) en Ecuador se perdieron 1900 000 ha de bosque natural, es decir que se redujo la cobertura boscosa en un 69.6% (Sierra, 2013). De la misma manera, las áreas de páramo se han visto afectadas por el desarrollo de las actividades agropecuarias en especial de la ganadería extensiva, reduciendo los hábitats de especies como *T. ornatus*, llevando a la especie a entrar a las áreas alteradas (Torres, 2008). Igualmente, en el periodo de 1991 al 2017, se evidenciaron cambios en el uso de suelo y cobertura vegetal en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba, como consecuencia una reducción de 3541 ha de bosque nativo y 1267 ha de páramo, e incrementando 230 ha de cultivos y 2709 ha de pastos (Basantes-Chamorro et al., 2018).

2.1.3 Sistemas de información geográfica y sus usos

Los usos que se dan a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) están directamente relacionados con la elaboración de modelos ecológicos, generando información de datos que registren la presencia de la especie (Arias y Durango, 2018). Los SIG están formados por diversos componentes, tales como: equipos, programas, datos, recursos humanos y procedimientos; los que almacenan, analizan y despliegan información geográfica al realizar interacciones para los diferentes tipos de investigación (Pauta et al., 2019).

En la actualidad los SIG han desarrollado técnicas que ayudan a la realización de estudios del hábitat de diversas especies. Los SIG engloban todos los procesos que permiten obtener características de una imagen aérea o espacial, así como procedimientos involucrados en su tratamiento posterior (Chuvieco, 2009).

2.1.3.1 Sistema de información geográfica y hábitat

La correcta identificación de las áreas que presentan las condiciones óptimas para el desarrollo de una especie es de vital importancia para la obtención de información de las

distintas especies, con la aplicación de esta información se podría establecer estrategias para el manejo y la conservación de la vida silvestre (Morales, 2011).

Las técnicas empleadas para los SIG se han intensificado en la elaboración de modelos predictivos (modelos ecológicos), que buscan analizar de manera clara la interacción de las especies con el medio donde se desarrollan, resaltando cuales son los factores que condicionan la permanencia de esa especie en el hábitat (Morales, 2011).

El modelamiento de la vida silvestre tiene como objetivo: predecir la estimación de la presencia, distribución o abundancia de una determinada especie o grupo de especies; con cierta información sobre las condiciones de hábitat real o potenciales (Torres, 2010).

2.1.4 Modelamientos de especies

El modelamiento de nichos ecológicos se basa en la aplicación de algoritmos estadísticos para relacionar los requisitos ecológicos del hábitat fundamental de una determinada especie a partir de datos de presencia y con base en las variables ambientales espaciales, las cuales pueden relacionarse y compararse mediante la aplicación de los SIG y metodología sobre modelamiento de nichos ecológicos (Ron, 2009).

El modelamiento de nicho ecológico se puede describir como los lugares “apropiados” para la determinación del hábitat de una especie ya que se realiza una correlación entre las dimensiones ecológicas y el análisis de las diferentes características bioclimáticas de los lugares donde se registra la presencia de las distintas especies dentro de un área de estudio (Polo, 2013). Esto se evidenció en el estudio realizado por Reynoso et al. (2018), donde se demostró que los modelos de nichos ecológicos pueden tener una predicción alta al momento de analizar la distribución de una especie. Los resultados que se generan en este tipo de estudios son proyectados en dimensiones espaciales, produciendo áreas geográficas de predicción o proyección para las especies (Philips, 2008).

2.1.5 Área de Dispersión o Región M

Brave et al. (2011), afirman que “Las áreas de dispersión tiene una participación importante en todos los aspectos del modelado de nichos ecológicos, lo que incluye las comparaciones del modelo, la validación y la parametrización del modelo” pp. 1815. Los aspectos anteriores determinan el área adecuada para la distribución de la especie. Esto debido a que si existe un área pequeña se subestima el área de dispersión o el efecto de las variables ambientales. Igualmente, si se expanden las áreas adecuadas se pueden sobreestimar éstas. Por otra parte, existen implicaciones en áreas extensas debido a que se reduce la capacidad del logaritmo para modelar las relaciones matemáticas entre las variables ambientales y la posible distribución. Además, Liu, et al. (2002), estableció que la región M depende netamente de si existe un conocimiento de que la especie se encuentre en el área de estudio y de su capacidad de dispersión por no existir barreras ambientales que puedan limitar su establecimiento. Es decir, que las variables bioclimáticas intervienen directamente en la región M, ya que están relacionadas estrechamente con la especie a investigar (Martínez et al., 2016). También fue identificado en el estudio realizado por Pérez – García et al. (2020), en el que se determinó que la distribución de *Thraulodes marreroi* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae), en Venezuela, está estrechamente relacionada a las variables bioclimáticas (bio 4, bio 11, bio 14, bio 17 y bio 18).

2.1.6 Variables bioclimáticas

Las variables ayudan directamente al modelamiento y distribución de especies, son obtenidos de la base de datos WorldClim, la cual fue desarrollada por investigadores del Museo de zoología de vertebrados, de la Universidad de California (Hijimas et al., 2005). La base de datos incluye información derivada de los valores mensuales de precipitación y temperatura, además de presentar variables continuas con tendencias anuales de estacionalidad, identificando los valores externos o limitantes (Hijimas et al., 2005). De tal modo que los factores climáticos son determinantes en la distribución potencial de especies a mayor escala geográfica (Guisan et al., 2013). Las variables bioclimáticas

determinadas por Hijimas et al. (2005), que son fundamentales para el modelamiento se presentan en la Tabla (1).

Tabla 1

Descripción de las variables bioclimáticas de Worldclim

Codificación	Variable
Bio 1	Temperatura media anual
Bio 2	Rango diurno medio (Media mensual (Temperatura máxima – Temperatura mínima)
Bio 3	Isotermalidad
Bio 4	Estacionalidad de la temperatura
Bio 5	Temperatura máxima del mes más cálido
Bio 6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio 7	Rango Anual de temperatura
Bio 8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio 9	Temperatura media del trimestre más seco
Bio 10	Temperatura del trimestre más cálido
Bio 11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio 12	Precipitación anual
Bio 13	Precipitación del mes más húmedo
Bio 14	Precipitación del mes más seco
Bio 15	Estacionalidad de precipitación
Bio 16	Precipitación del trimestre más húmedo
Bio 17	Precipitación del trimestre más seco
Bio 18	Precipitación del trimestre más cálido
Bio 19	Precipitación del trimestre más frío

Fuente: Hijimas et al. (2005)

Las variables bioclimáticas influyen directamente en la distribución de *T. ornatus* ya que sirven de barrera natural para esta especie (Peñaherrera–Barrios et al., 2021). De igual manera esto se evidencia en la distribución potencial de *Xylella fastidiosa* Wells et al.

(1987) en la península ibérica, encontró que esta especie se encuentra estrechamente relacionada con la isothermalidad y la temperatura media del trimestre más seco (Gutiérrez-Hernández y García, 2018).

2.1.7 Modelamiento de máxima entropía (MAXENT)

El modelamiento de máxima entropía tiene como función encontrar una distribución lo más realmente posible para la especie a estudiar. El modelo representa la idoneidad de la especie para ser encontrada, más no como probabilidad absoluta de encontrarlo dentro del área de estudio (Soberón, 2012). Lo que se busca con Maxent es estimar la probabilidad de distribución de una especie. Donde se puede encontrar una serie de restricciones como: información incompleta de la especie debido al difícil acceso al área, condiciones climáticas que impiden el levantamiento de datos de campo o a su vez la movilidad que tengan las especies a investigar. Entonces Maxent es un programa que modela la distribución geográfica de las especies que utilizará únicamente los puntos de presencia registrado y las variables bioclimáticas (Soberón y Nakamura, 2009). Por otra parte, el estadístico Maxent requiere de un ingreso preciso de datos para obtener un modelo de distribución potencial más preciso (Elith et al., 2011). Una vez que Maxent haya corrido el modelo dará como resultado una serie de gráficos que permite analizar si el modelo es viable.

2.1.7.1 Jacknife (Prueba de navaja)

La prueba estadística Jacknife consiste en excluir una de las localidades observadas en cada una de las modelaciones realizadas. Esta prueba estadística calcula un valor de probabilidad para cada una de las especies a través de todas las probabilidades de predicción. Esta prueba nos permite reconocer cuál de las variables es más importante para la presencia de la especie (Young et al., 2011). Jacknife reportan las variables que explican la distribución de una especie o varias en una zona en común, con base en la concordancia que tienen los puntos de presencia entre sí (Aceves-Rangel et al., 2018). Además, la predicción del modelo de distribución está ligado a cómo se relacionan las

variables bioclimáticas en la prueba Jackknife (Pettersson et al., 2006, Aceves-Rangel et al., 2018)

Maxent presenta una curva de omisión de datos de prueba de puntos aleatorios contra la omisión de datos de entrenamiento. La gráfica resultante estará determinada según la elección de un umbral acumulativo, buscando que la omisión de prueba se ajuste a la omisión de entrenamiento (Young et al., 2011).

2.1.7.2 Curva ROC (Receiver Operatinf Characteristic Analysis)

La curva ROC permite evaluar el rendimiento de un modelo en todos los posibles umbrales mediante un número que se conoce como área bajo la curva (AUC), compara el rendimiento de distintos métodos y algoritmos (Yan et al., 2020). Idealmente se busca que las curvas se encuentren en el extremo superior izquierdo lo que indica que no hay error de omisión o de 100% de sensibilidad y ningún error de comisión o de 100% de especificidad (Soberon, 2012).

2.1.8 Colinealidad

La colinealidad hace referencia a la existencia de variables que realizan alusión a la existencia de variables explicativas que se encuentran estrechamente correlacionadas y afirmando que algunos predictores son solo sustitutos de las variables subyacentes (Marengo y Antezana-Vera, 2021). Si existen dos predictores que se relacionen directamente con una variable subyacente, no existe una manera de determinar cuál es el predictor correcto para el análisis (Aroca-Gonzales et al., 2021). Por esta razón, las variables pueden llevar sesgos y para minimizar estos entre las variables de predicción se puede utilizar dos filtros, que son: una prueba de correlación de Pearson o un factor de inflación de varianza (Aroca-Gonzales et al., 2021).

2.1.9 Dispersión de semillas

Dado que las plantas ya establecidas son sésiles, poseen la capacidad de moverse a través de diversos factores lejos o cerca de su punto de origen, en un proceso llamado dispersión

de semillas. Este proceso difiere dependiendo de la capacidad motora que tenga el animal para digerir los frutos sin dañar la semilla. La diseminación de los vástagos de una planta tiene una difusión pasiva y dependiente, es decir que una semilla no decide quién o como es transportada, ni influye en donde va a depositarse (Fenner, 2000)

Las semillas de las plantas pueden transportarse a través de diferentes mecanismos, y a veces a muy largas distancias. Mientras que algunas especies vegetales han desarrollado una dispersión biótica, es decir dependen de la fauna del lugar. Los vectores bióticos, como los animales dispersan lo suficientemente lejos del punto de origen, aumentando su probabilidad de germinación, establecimiento y colonización (Tiffney, 2004). La dispersión de semillas puede ser variada, ya que estas se adhieren al pelaje o plumaje de los animales, mediante apéndices, ganchos o cubierta pegajosas, es decir una “dispersión al exterior de los animales”. No obstante, el transporte de semillas logra darse por la ingestión intencional (Herrera y Pellmyr, 2002).

Varios estudios han analizado la dispersión de semillas en las últimas décadas (González-Varo et al., 2015; Novoa et al., 2011). Estas investigaciones han revelado la importancia de los carnívoros como dispersores de semillas en ecosistemas tropicales y templados. Esta importancia se entró en los rasgos funcionales de los carnívoros consumiendo frutos y diseminando semillas, haciendo especial énfasis en sus diferencias con las aves, el principal grupo de vertebrados frugívoros en ecosistemas templados. Diferentes autores han concluido que los carnívoros no están sujetos a las restricciones fenológicas o morfológicas que típicamente limitan el consumo de determinados frutos en muchas especies de aves. Consumen preferentemente frutos cuyos atributos son compartidos con muchas especies de frutales cultivadas por el hombre, lo que explica el consumo frecuente de éstas en paisajes antrópicos (González-Varo et al., 2015). Sus amplios requerimientos espaciales favorecen la dispersión de semillas a larga distancia, mientras que su generalísimo en relación con el hábitat favorece el flujo de semillas entre hábitats contrastados. De este modo, los carnívoros promueven la conectividad entre poblaciones vegetales y la colonización. Estas funciones ecológicas son clave para las comunidades vegetales nativas, especialmente en escenarios de cambios de uso de suelo. Sin embargo,

estos patrones de dispersión de semillas pueden contribuir a la invasión de plantas exóticas. Aún se ignora en gran medida el papel de los carnívoros en términos cuantitativos de la dispersión de semillas y las diferencias funcionales entre especies dentro del gremio (Arapa Apaza, 2012; Rivadeneira-Canedo, 2015).

2.1.10 Dispersión endozoocaria

La dispersión endozoocaria es de particular interés ya que tiene beneficios recíprocos, en donde la planta depende netamente del animal para transportar las semillas, y el vertebrado depende de los nutrientes que provee la planta a través de sus frutos para su supervivencia (Gonzales et al., 2015). Posteriormente, dicha semilla se moverá indistintamente hacia un lugar diferente del lugar donde se consumió, donde será depositada (Rojas et al., 2012).

Este proceso de dispersión dependerá de las características propias de la semilla con respecto al dispersor, tales como el tamaño, dureza, cantidad y posición dentro del fruto (Hernández et al., 2012). También dependerá del comportamiento del animal dispersor influenciado por los factores bióticos y abióticos, y de los patrones de conducta (Medel et al., 2009).

2.1.11. Importancia de la dispersión por fecas y su aporte ecológico

Las interacciones que se dan entre los mamíferos y las plantas tienen consecuencias positivas. Para las plantas una de las consecuencias positivas es la establecida entre semillas y mamíferos, la cual puede influir de las siguientes maneras: la llegada determinística de las semillas a micrositios que favorecen la supervivencia y establecimiento, y/o la colonización aleatoria de nuevos hábitats, lo que favorece el crecimiento demográfico de la planta (Urrea-Galeano et al., 2018). La manipulación que se da a las semillas por parte de los mamíferos en su tracto digestivo puede reducir o eliminar la dormancia de las semillas y favorecer la germinación (Traveset et al., 2007). Esto también depende del comportamiento de los animales y su movilización geográfica determinará la distribución espacial de los individuos recolectados (Russo et al., 2006).

En la medida en que se entiendan las interacciones que existen entre las plantas y los animales, y sus consecuencias, se podrán desarrollar las estrategias de manejo y conservación para la especie y los bosques.

2.1.12. Estrategias de conservación para grandes mamíferos

Según Hernández et al. (2019), el manejo de grandes y medianos mamíferos depende netamente del uso forestal que se da en el área de estudio. Concordando con Cruz-Espinoza et al. (2012), quien afirma que los mamíferos de gran y mediano tamaño pueden ser resilientes al manejo. Por otra parte, la composición de los bosques y como esta se entrelaza con los animales, es un factor clave de cómo se debe dar el manejo en las especies de manera *in situ* (Chaudhary et al., 2016). Sin embargo, los cambios de uso de suelo generan impactos sobre el manejo a los grandes mamíferos (Bertassoni et al., 2019).

2.1.12.1 Educación ambiental

La educación ambiental es un proceso educativo que propone la relación del hombre con su entorno natural y artificial incluyendo la relación de la población, contaminación, la distribución y agotamiento de los recursos (Aguilera, 2018). La educación ambiental enseña a proteger y conservar los ecosistemas. Además, ésta permite analizar los distintos comportamientos de la especie humana, ya que estos se generan desde acciones sin raciocinios previos, lo que genera efectos negativos y desestabilidad en el ambiente (Changollan et al., 2006).

Varela et al. (2016), analizó las propuestas didácticas científicas de la educación ambiental, y encontró, a partir de más del 50% de las propuestas analizadas, que es necesario fomentar la educación ambiental en los jóvenes, para generar mayor efectividad esperable en la conservación ambiental. Esto debido a que establecer conexión con el ambiente a temprana edad favorece a que los jóvenes tengan actitudes ambientalmente sostenibles. Además, es importante destacar que la educación ambiental debe ser dirigida desde los jefes de hogar (Cutter et al., 2010)

2.1.12.2 Declaración de áreas de protección comunitaria

Las áreas de protección comunitaria ayudan a evitar el cambio de uso de suelo y provee de planes de manejo sostenible de los recursos naturales (Sánchez-Cortez et al., 2017). De igual manera, la protección de áreas boscosas favorece al mantenimiento de especies de gran tamaño, evita la destrucción de su hábitat y provee de un manejo in situ idóneo para las especies (Villalobos, 2018). Crear un área de protección comunitaria, protege de manera directa a las especies de Flora y Fauna (Arava-Villavos et al., 2010). En este contexto, en Latinoamérica se ha evidenciado que las áreas naturales bajo solo el régimen de protección se han considerado lugares con limitada participación comunitaria, especialmente, donde son evidentes los niveles de marginación y desigualdad (Sánchez-Cortez et al., 2017). Los proyectos de protección comunitaria funcionan como alternativas vinculantes entre la sociedad y el patrimonio natural con base en las áreas protegidas ya existentes. En Brasil, Chile, Ecuador y México se evidenció una similitud en los aspectos estimados para áreas protegidas comunitarias y áreas naturales protegidas (ANP) con respecto al fondo social. No obstante, se perciben temas como las motivaciones, la comunicación y la información que deben trabajarse de manera intensiva para mejorar la participación y, a su vez, la percepción de las comunidades locales (Sánchez-Cortez et al., 2017).

2.1.12.3 Manejo sostenible de los sistemas agropecuarios

La producción agropecuaria exige la construcción de un modelo de desarrollo sostenible que involucre cambios de aspectos económicos, sociales y ambientales. En la actualidad, los sistemas de producción campesinas se desarrollan principalmente por monocultivos o sistemas de pastoreo convencionales, los cuales se basan en el modelo de la revolución verde, es decir con el uso intensivo de sustancias químicas. Por lo tanto, las malas prácticas agropecuarias también contribuyen en la alteración de los ecosistemas, y por consiguiente a causar la pérdida de biodiversidad (Fonseca y Vega, 2019). En consecuencia, el manejo sostenible de los sistemas agropecuarios es una necesidad más no una elección. De tal modo que este tipo de manejo es fundamental para alcanzar la sostenibilidad ambiental.

2.2 Marco legal.

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador.

A continuación, se resaltan varios artículos concernientes al tema de conservación y recuperación de ecosistemas degradados y su biodiversidad, como es el caso de uno de los objetivos de esta investigación que es generar estrategias de conservación del *T. ornatus* ya que éste contribuirá al manejo sustentable de los recursos naturales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008), tal como indica los siguientes artículos:

El Art. 14 de la constitución del Ecuador declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados, en conjunto con el Art. 57 y el Art. 83 reconoce y garantiza conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad en conjunto con los gobiernos parroquiales rurales quienes tienen que incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias que ayuden a la preservación, esto se encuentra enmarcado en el Art. 267.

El Art. 397 y el Art. 400 el estado asegurará la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

2.2.2. Convenio de Diversidad Biológica

El Convenio de Diversidad Biológica vincula tres frentes principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de los componentes y la participación justa y equitativa. El convenio se enfoca en la protección de la diversidad biológica en todas sus niveles (Naciones Unidas, 2018).

2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (2019)

Según el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, vigente a partir del 12 de junio del 2019, en su Libro Segundo sobre el Patrimonio Natural, el cual menciona en el título I y II sobre la conservación de la biodiversidad y de la conservación y situ de las especies respectivamente. El Código Orgánico del Ambiente en marca en el Art. 7 y Art. 93 que la autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades competentes, establecerán normas para reducir el conflicto entre las personas y la fauna silvestre. La Autoridad Ambiental Nacional desarrollará procesos preventivos y de concientización sobre buenas prácticas ambientales asociadas a las interacciones entre las personas y los animales silvestres, en zonas urbanas y rurales; para ello contará con la participación de la sociedad civil, así como de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas.

2.2.4. Plan de Creación de Oportunidades 2021 – 2025

El Plan de Creación de Oportunidades en su Directriz 2: Gestión del Territorio para la Transición Ecológica, propone a este como un subsistema del ordenamiento territorial que inserta la adaptación y mitigación al cambio climático, la preservación del ambiente y manejo del patrimonio natural de forma sostenible. Entre sus fines está lograr una mayor eficiencia socioeconómica con un manejo sostenible de los recursos naturales. En el Objetivo 11 plantea: Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales. En el inciso 11.1. estipula: Promover la protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; así como, el patrimonio natural y genético nacional. G2. Fortalecer el manejo sostenible de las áreas de conservación. Inciso 11.2: fomentar la capacidad de recuperación y restauración de los recursos naturales renovables. F5. Implementar programas integrales de incremento de la cobertura vegetal priorizando la siembra de especies arbóreas nativas y las actividades de recuperación de los suelos erosionados (secretaría nacional de Planificación, 2021).

2.2.5. Objetivos de desarrollo sostenible.

Este proyecto se vincula con el objetivo 15 de los objetivos de Desarrollo Sostenible, el cual se enfoca en el cuidado de los bosques y de las especies que habitan en éste. Además, se encuentra en la meta 1, la cual *“vela por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas”*, y de esta manera ayuda con la preservación de las especies.

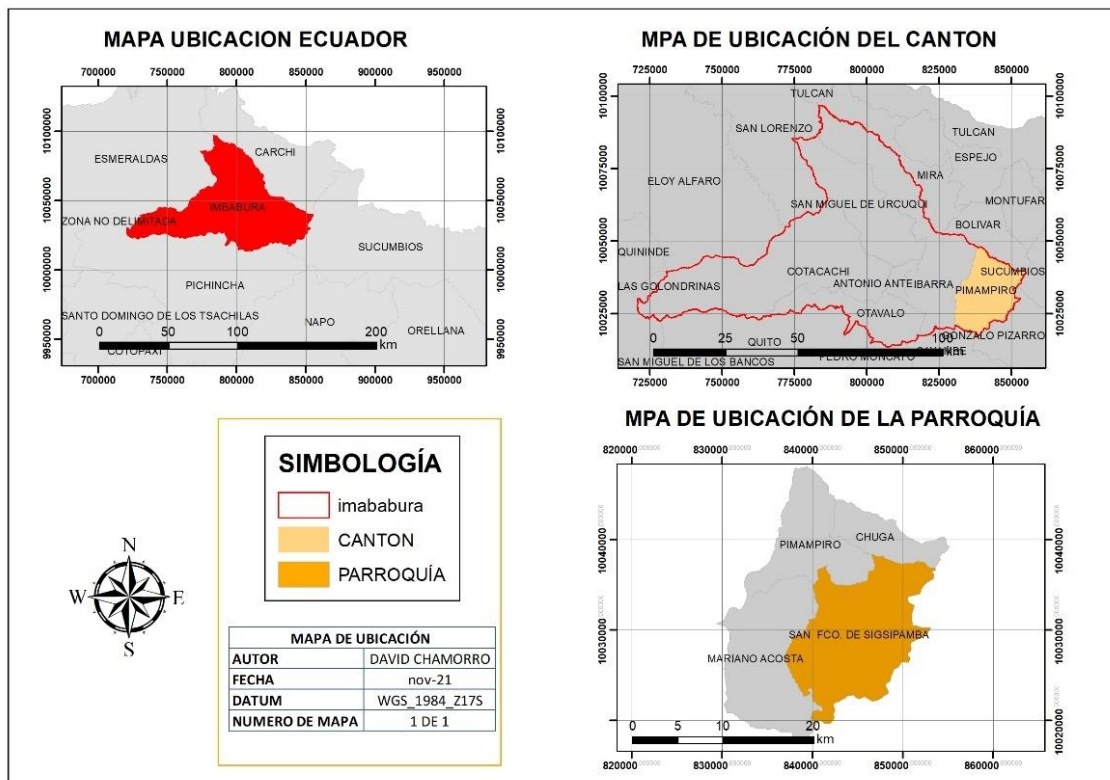
CAPÍTULO III

Metodología

3.1 Descripción del área de estudio.

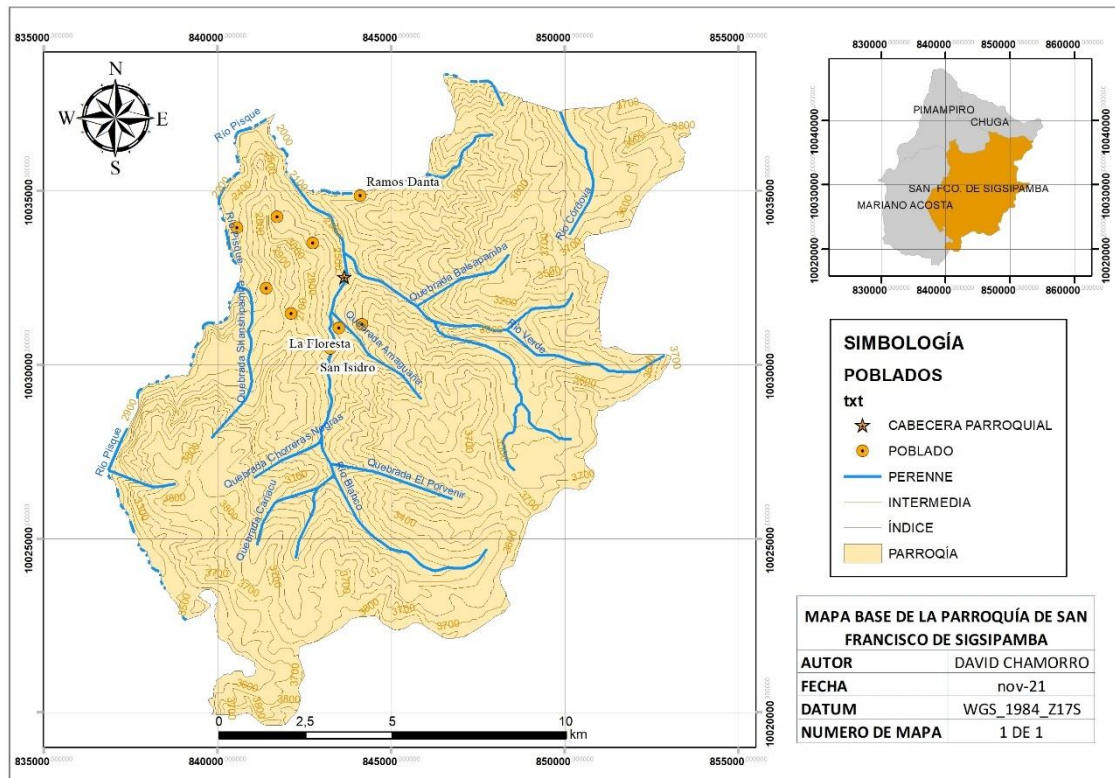
La presente investigación se realizó en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba, perteneciente al cantón San Pedro de Pimampiro, provincia de Imbabura. Limita al Norte con las parroquias Pimampiro y Chugá del cantón Pimampiro, al Sur y al Este con la parroquia El Reventador del cantón Gonzalo Pizarro, y al Oeste, con la Parroquia Mariano Acosta del cantón Pimampiro (GAD Municipal San Pedro de Pimampiro, 2014) (Figura 1).

Figura 1. Ubicación de la parroquia de Sigsipamba



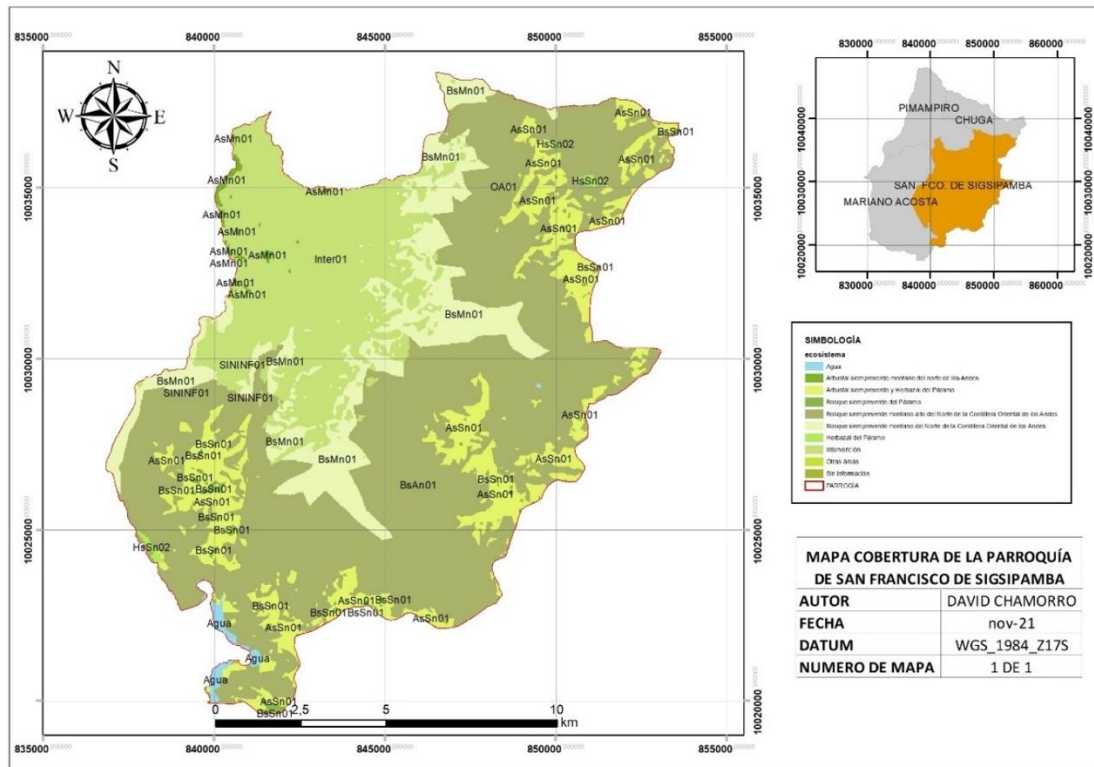
La parroquia ocupa una superficie de 17 355 ha con los climas Ecuatorial de alta montaña y Ecuatorial meso térmico semihúmedo. Se encuentra en el rango altitudinal de 1960 a 3 920 m s.n.m (Figura 2) (GAD Municipal San Pedro de Pimampiro, 2014).

Figura 2. Mapa base de la parroquia de Sigsipamba.



Entendiendo que los ecosistemas son el conjunto de seres abióticos y de seres vivos que interactúan entre ellos, los ecosistemas terrestres dependen de varios factores ambientales y biológicos (Cogollo-Calderón et al., 2020). En la parroquia de San Francisco de Sigsipamba se encuentran varios ecosistemas terrestres que forman parte del hábitat para distintos tipos de flora (Figura 3). Debido al rango altitudinal que presenta, las zonas de vida características son: Bosque Húmedo premontano, Bosque Húmedo Montano, Bosque Húmedo Montano Bajo y Páramo Pluvial Subalpino Bajo (GAD Municipal San Pedro de Pimampiro, 2014) (Figura 3).

Figura 3. Mapa de Ecosistemas de la Parroquia de Sigsipamba

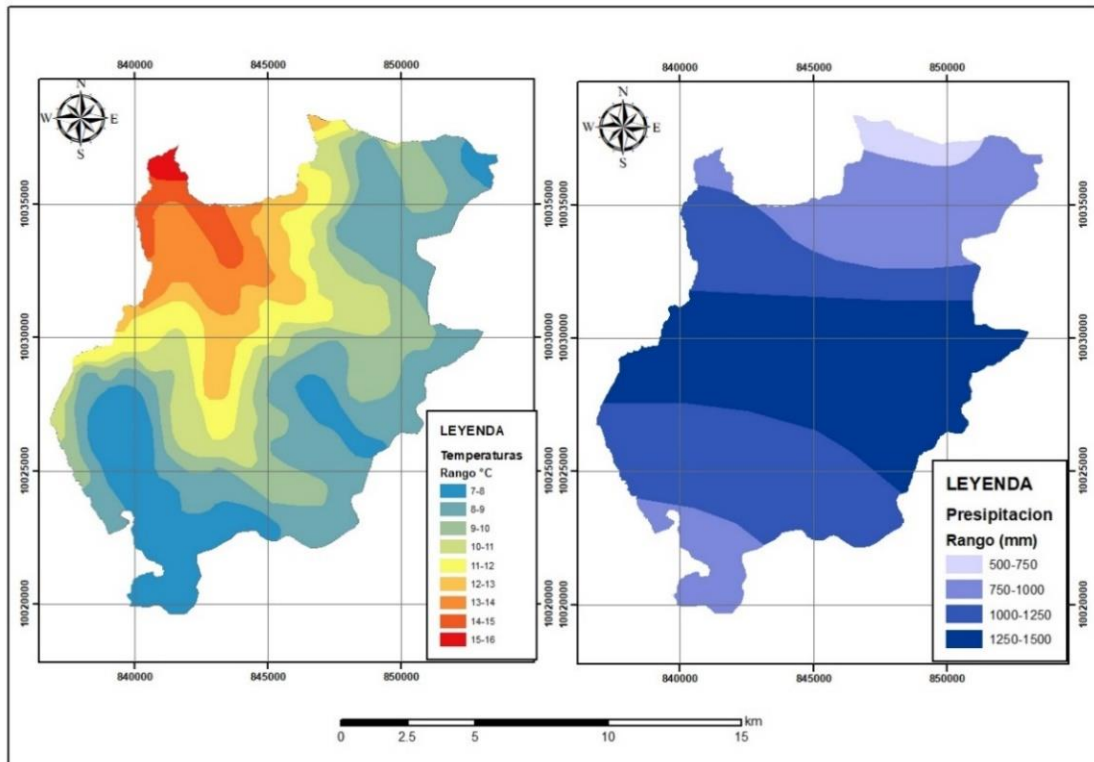


El Bosque Húmedo premontano se ubica en un rango altitudinal desde 1000 a 2000 m s.n.m presenta una precipitación que oscila entre los 2000 a 4000 mm (Aguirre, 2006). Además de presentar especies vegetales de tipo arbórea de la familia de las Moraceae, Fabaceae, Lauraceae, Clusaceae, etc., de igual manera, los bosques presentan especies de Bromeliaceae y Orquideaceae (Cascante y Estrada, 2001). El bosque húmedo montano se encuentra entre 2000 a 4000 m s.n.m, una precipitación que alcanza los 3000 a los 3600 mm (Aguirre, 2006). En estas áreas del bosque se pueden encontrar especies arbóreas como los alisos (*Alnus glutinosa*), moquillo (*Saurauia scabrada* Hemsley), motilón (*Hyeronima alchorneoides*, Lundell, Wrightia 4: 134 (1970)), entre otras especies (Villareal et al., 2004).

La parroquia de San Francisco de Sigsipamba posee un clima templado, que alcanza una temperatura máxima de 22 °C y una mínima de 6 °C, además de poseer una precipitación

media de 708 mm. La parroquia no presenta meses secos, siendo agosto el mes con menor precipitación (Figura 4).

Figura 4. Mapa de temperaturas y precipitación de la Parroquia de Sigsipamba.



3.2 Métodos.

La fase de campo del presente estudio se realizó desde el 22 de noviembre del 2020 hasta el de 30 de mayo del 2021. En la fase teórica se obtuvo la presencia de *T. ornatus*, la cual determinó las localidades donde se realizó la fase de campo, los cuales fueron Ramos Danta, La Floresta, La Esperanza y Shanshipamba. La fase de campo consistió en la elaboración de transectos para la recolección de las fecas de la especie y muestras de los árboles que se encuentren en fructificación. En cada localidad se realizaron seis recorridos para recolectar frutos, que posteriormente fueron identificados. Posteriormente, se llevó a cabo la fase de laboratorio con el fin de analizar las semillas encontradas en las fecas.

3.2.1. Definición de la distribución de *T. ornatus* en base a la ecología de la especie.

Con el fin de identificar las localidades donde *T. ornatus* presenta mayor actividad y realizar los muestreos, se cumplieron las siguientes actividades.

3.2.1.1 Obtención de las variables ambientales.

Las variables ambientales (Tabla 1), son condicionantes clave en la distribución y modelamiento de nichos ecológicos (Gutiérrez Hernández y García, 2018). Las variables fueron descargadas de la página web: [http://: www.worldclim.com](http://www.worldclim.com), las cuales tenían una resolución espacial de 5m (Fick y Hijmans, 2017). Según Manzanilla-Quñones et al. (2019). El uso de variables ambientales a una resolución de 5m ayuda a predecir de mejor manera el área potencial de una especie debido a que los píxeles son de menor tamaño y determinan de manera más exacta las variables bioclimáticas que condicionan a una especie.

3.2.1.2 Descarga de puntos de presencia

La presencia de una especie se puede determinar por diversos factores, como lo son las huellas, marcas en los árboles, fecas y observaciones directas de la especie (Rivadeneira, 2015). Los datos de presencia son almacenados en diversos servidores web, donde se almacenan datos de distintas especies alrededor del mundo (Osorio-Olvera et al., 2020). En este contexto, se procedió a descargar los datos de georreferenciación del sitio web Niche Toolbox con el fin de obtener la información base de la presencia de *T. ornatus* en Ecuador. Luego de ello se procedió a depurar los puntos de presencia que no se encontraban en el rango altitudinal que presenta la especie, mediante el uso del software ArcGIS (Meza et al., 2020).

3.2.1.3 Delimitación de la región M

La región M de *T. ornatus* se encuentra limitada a lugares donde esta especie fue observada (Manzanilla et al., 2020). Según los datos obtenidos de NicheToolBox, la

especie se distribuye en los Andes ecuatorianos, por ello, la región M de la especie se delimitó en toda el área territorial del Ecuador (González-Varo et al., 2015).

3.2.1.4 Elaboración del modelo base

Mediante el uso del software ArcGis 10.3 se procedió a extraer en base a la región M las 19 variables ambientales. Luego, se elaboró del modelo de distribución de la especie, mediante la aplicación del software MaxEnt, para modelar a partir del principio de máxima entropía, lo que consiste en identificar la distribución potencial y uniforme de la especie (Navarro-Guzmán et al., 2020).

Se ejecutó un modelo con el uso de las 19 variables bioclimáticas en formato ascii y los puntos de presencia depurados en formato csv. Además, se eligió la repetición de Bootstrap en el software MaxEnt (Figura 5).

Figura 5. Esquema metodológico completo para la elaboración del mapa base



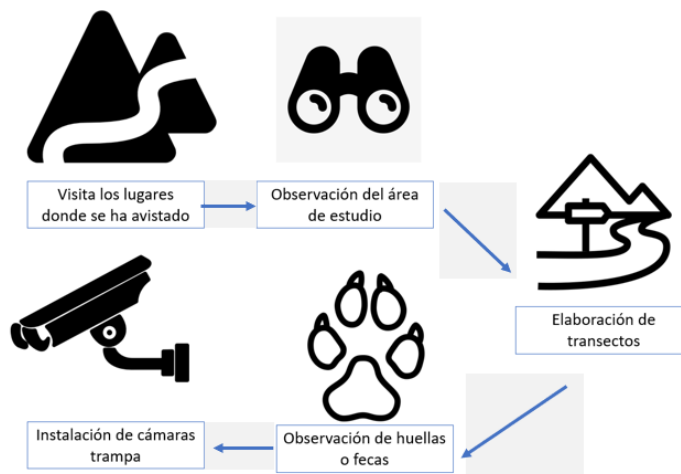
3.2.1.5 Análisis de la curva Receiver Operating Characteristic curve (ROC) y Análisis Under Curve (AUC)

Para evaluar el desempeño de los modelos se analizó el valor del Area Under the Curve (AUC), el cual presenta la capacidad de predicción para determinar la presencia de una especie utilizando la curva Receiver Operating Characteristic Curve (ROC), empleando los datos de modelamiento y evaluación. Para conocer el aporte de cada variable ambiental en el modelo se analizó el resultado del estadístico de Jackknife, el cual fue generado por el programa. Este análisis se basó en las comparaciones de cada una de las variables, lo que permitió identificar el efecto individual en el resultado final (Yan et al., 2020).

3.2.1.6 Definir áreas de muestreo.

Las áreas de muestreo se definieron con base en la interpolación del modelo base con el shapefile de cobertura vegetal de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba, una vez interpolado se procedió a recortar en base al área de estudio. Se seleccionaron los píxeles con una presencia media a muy alta en conjunto con los píxeles que contenían vegetación de tipo arbusto o arbórea además de las áreas con cobertura de tipo pajonal (Figura 6).

Figura 6. Procedimiento para el muestreo de T. ornatus



3.2.1.7 Puntos de presencia de *T. ornatus*

Con el fin de verificar la presencia de la especie en las áreas de muestreo se aplicó la metodología aplicada por Rivadeneira (2015), la cual evalúa la presencia de una especie en base a 3 parámetros:

- a) Observación de la especie por moradores de la comunidad. Se visitó las comunidades aledañas a las zonas boscosas
- b) Toma de fecas y huellas de esta especie. Esta actividad se basó en la elaboración de transectos en las áreas definidas previamente, donde se elaborarán transectos de 500 m para obtener datos de presencia (Anexo 1).
- c) Uso de cámaras trampa. Las cámaras trampa se ubicaron en el sendero a la altura de 1.50 m (Figura 7).

Figura 7. Instalación de cámara de Ramos Danta



3.2.1.8 Elección de variables ambientales.

Se descargaron las variables ambientales de WorldClim y se escogieron las variables con un rango de correlación $r < 0.90$ y que contribuyeron en la predicción de la distribución potencial de la especie (Figuroa, Stucchi y Rojas, 2016). Para determinar la correlación que tiene las 19 variables se hizo la correlación entre éstas mediante el uso del software R-Studio. Después, se realice una clasificación en base a los rangos de distribución de la especie usando las 19 variables ambientales presentes en WorldClim. para la

interpretación se clasificó el raster en 5 categorías según el criterio de esta investigación (Tabla 2).

Tabla 2

Categorías de Presencia

Categoría	Rango	Color
Muy baja	0 – 121	Green forest
Baja	122 – 220	Tarragon green
Media	221 – 384	Solar Yellow
Alta	385 – 555	Mango
Muy alta	556 en adelante	Rojo

3.2.1.9 Desarrollo del modelo de presencia de *T. ornatus* en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba.

Para la edición de las capas ambientales se usó el programa ArcMap 10.3. La edición se basa en recortar y transformar las capas ambientales seleccionadas. para la ejecución del modelo predictivo de la especie se realizaron las siguientes modificaciones:

- a) Formato de salida. Indica la idoneidad del hábitat relativo de cada pixel
- b) Tipo de capas. Indican las condiciones promedio de presencia
- c) Tipo de réplicas a correr. – Bootstrap

Una vez realizadas estas modificaciones se corrió el modelo predictivo de la especie para obtener un mapa generalizado y real de la distribución en el área de estudio.

3.2.2. Análisis de las especies vegetales y la viabilidad de las semillas dispersadas por *T. ornatus* en la parroquia de Sigsipamba.

3.2.2.1 Recolección de semillas.

Se recolectaron frutos y se guardaron en fundas herméticas, esto con el fin de secar, en base al manual de Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto (2014), donde se menciona que las semillas de frutos grandes caídas de manera natural serán recolectadas en el suelo considerando que se encuentren en buen estado. Las semillas pequeñas se deben coleccionar directamente de la planta de forma manual. Colocar una etiqueta en el sobre de la muestra, el código que consta del nombre de la localidad acompañado de un número (Figura 8).

Figura 8. Recolección de semillas en el sector de Ramos Danta



3.2.2.2 Elaboración de una guía virtual de semillas.

Se elaboró una guía virtual de semillas de referencia, las cuales fueron recolectadas de las plantas con flor y fruto en las localidades de estudio. El método de muestreo para la recolección de semillas se realizó en las zonas de presencia de la especie mediante la observación directa de las especies vegetales que se encuentran en fructificación, dentro los senderos donde se halló rastros indirectos de *T. ornatus*. Las zonas de muestreo fueron

determinadas por la interpolación del shapefile de presencia de la especie y de cobertura vegetal.

3.2.2.3 Extracción de semillas.

La extracción de las semillas o la separación de la semilla del fruto y el lavado se realizó tomando en cuenta el tipo de fruto a tratar clasificando los frutos como: conos, frutos secos dehiscentes o indehiscentes y frutos carnosos (Figura 9) (de Oliva et al., 2014).

Figura 9. Extracción de semillas de los frutos colectados



3.2.2.4 Secado de semillas.

El secado de las semillas se lo realizó de forma natural, considerando que es un método económico y sencillo. Para la realización del secado se utilizó únicamente un colador donde se colocaron las semillas grandes y en un tambor de costura con nylon para las semillas pequeñas. Esto se realizó en un lugar ventilado, bajo exposición directa a la luz del sol y en días soleados, removiendo las semillas constantemente para lograr un secado homogéneo y tapándolas durante la noche (Oliva et al., 2014).

3.2.2.5 Colecta de Fecas.

La colecta de fecas permitió conocer la dieta, la viabilidad de las semillas, y la presencia de especies en un área determinada. Se anotó en la planilla, todas las características de las semillas, pulpa, insectos y demás contenidos encontrados. En la plantilla se registraron los siguientes datos: especie analizada, fecha de colecta, localidad, número de muestra, volumen del estómago, número de ítems, número de semillas, especies de semillas, tamaño de semillas y estado, y otros datos que varían según la especie (Venegas, 2008) (Figura 10 y Figura 11).

Figura 10. Diagrama de manejo de las semillas extraídas de las fecas

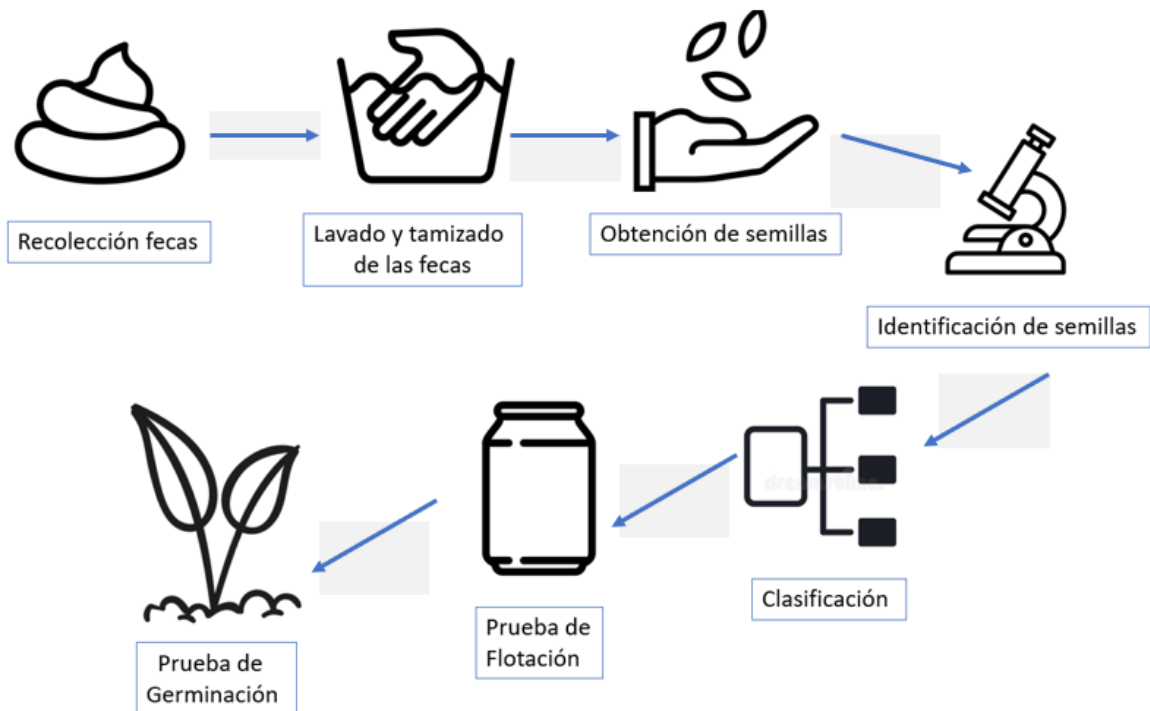


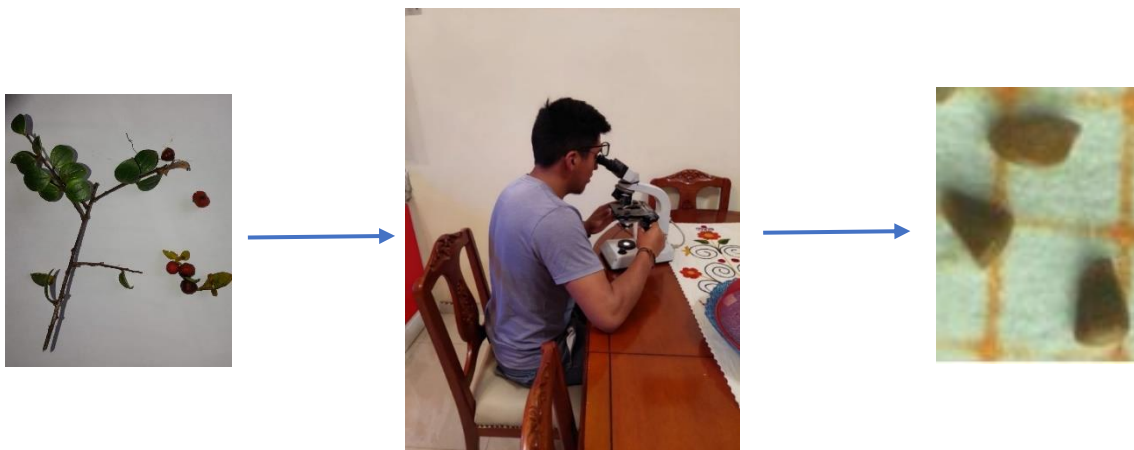
Figura 11. Fecas de T. ornatus del sector de Shanshipamba



3.2.2.6 Identificación de semillas en las fecas.

Las semillas colectadas en las fecas se identificaron mediante la observación del catálogo de semillas y la muestra extraída en las fecas (Figura 12).

Figura 12. Identificación de semillas

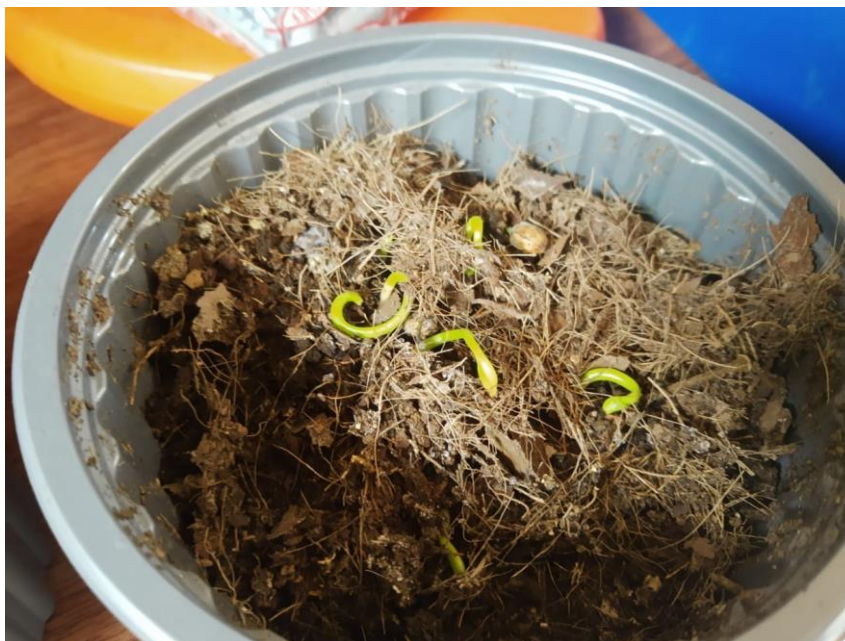


3.2.2.7 Prueba de viabilidad de semillas.

Para evaluar la viabilidad de las semillas se aplicó La prueba de germinación “estándar entre papel”. Esta prueba se desarrolló en condiciones de laboratorio, consistió en evaluar la semilla tratada con NPs o NTC en condiciones controladas de humedad, temperatura y luz, para determinar el porcentaje de plántulas normales que determinan la capacidad germinativa (Figura 13). El proceso de germinación está constituido por tres fases:

- a) Imbibición de agua
- b) Activación del metabolismo, síntesis de proteínas y carbohidratos y degradación de reservas
- c) Desarrollo del embrión y ruptura de las testas a través de la cual se observa la emergencia de radícula y posteriormente la plúmula o tallo

Figura 13. Desarrollo del embrión de Gaultheria sp.



3.2.3. Propuestas de estrategias de conservación.

De esta manera se buscó agregar la información a las Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS) en la parroquia y, además, implementar campañas de educación ambiental y concientización acerca de la importancia de *T. ornatus* para la regeneración de los ecosistemas, entre otras propuestas. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

3.2.3.1. Selección de áreas boscosas que deben de ser protegidas

La selección de las áreas de protección comunitaria se estableció con base en el modelo de distribución de *T. ornatus*. De igual manera, se determinó que en la zona ya había áreas de protección privadas por lo que se limitó a las áreas que no se encuentran protegidas (Figura 14).

Figura 14. Proceso de delimitación de las áreas de conservación



3.2.3.2. Educación ambiental

La Educación Ambiental es eminentemente política y un instrumento esencial para alcanzar una sociedad sustentable en lo ambiental y justa en lo social. Esto no se refiere únicamente a la cuestión ecológica, además tiene que incorporar las múltiples dimensiones de la realidad (Linares et al., 2016). Con el fin de ayudar a la conservación de *T. ornatus* se utilizó la educación ambiental enfocando la importancia de que tiene la especie en la zona, lo cual consistió en las siguientes actividades: talleres didácticos en el Infocentro del GAD parroquial con jóvenes y adultos, sobre la importancia de *T. ornatus* para los bosques altoandinos; entrega de vídeos donde se observe la variedad de especies animales que habitan dentro del ecosistema de *T. ornatus*; talleres de Sensibilización sobre las amenazas que tiene esta especie y los posibles impactos ambientales que se podrían dar al desaparecer esta especie; entrega de una guía de manejo de *T. ornatus* como dispersor de semillas, la cual permite dar a conocer los resultados obtenidos en la presente investigación (Figura 15).

Figura 15. Socialización de los resultados a los miembros del GAD parroquial de San Francisco de Sigsipamba



3.2.3.3. Capacitación y manejo de las interacciones especie – flora

Para mejorar las interacciones que existen entre *T. ornatus* con la flora se decidió capacitar a los miembros del GAD parroquial de San Francisco de Sigsipsamba sobre cómo se debe de dar el manejo de las especies de flora consumidas por *T. ornatus* y así evitar su tala indiscriminada. Además, de que los miembros del GAD parroquial compartan la información con los moradores y eviten el daño del hábitat del oso andino (Figura 16).

Figura 16. Capacitación de los miembros del GAD parroquial en las áreas de investigación



3.2.3.4. Manejo sostenible aplicado para los sistemas agropecuario

Para lograr que el manejo sostenible de los sistemas agropecuarios se realizó un análisis con base en la distribución del *T. ornatus* y la cobertura vegetal existen, con el fin de determinar si los planes de ordenamiento territorial se están cumpliendo. En este sentido, se logró conocer si existen áreas donde se ejecutan los programas de recuperación del hábitat de la especie de estudio. Se evaluó los modelos de producción y de las

interacciones que tienen las personas con el hábitat de la especie con el fin de determinar cómo se deben aplicar los programas de recuperación de la especie.

3.3 Materiales y equipos.

En la Tabla 3 se detallan los materiales y equipos usados en el estudio.

Tabla 3

Materiales y equipos para la investigación

Materiales y suministros	Equipos	Viajes técnicos	Software
Libreta de campo			ArcGis 10.3
Colador	Computadora		
Resma de papel	Camara trampa	Salidas de campo	
Fundas siplox	GPS	(transporte,	R- Studio
Esferos	Camara fotografica	alimentación y	
Etiquetas	Esteroscopios	hospedaje)	
Fundas			MaxEnt
Sustrato			

CAPÍTULO IV

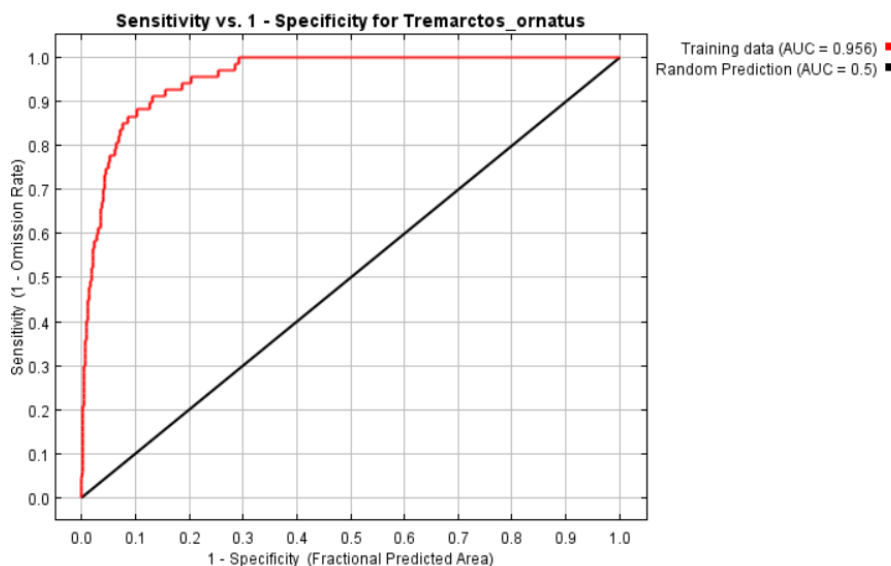
Resultados y Discusión

4.1 Definición de la distribución de *T. ornatus* con base en la ecología de la especie.

4.1.1 Obtención de modelo base de presencia de *T. ornatus*.

La evaluación ejecutada por el software MAXENT para el modelamiento base de presencia de *T. ornatus* generó un AUC (Area under the curve) de 0.956. Es importante destacar que este modelo considera la importancia de cada variable y las interacciones que tienen éstas entre sí (Figura 17). En este sentido, los resultados evidencian un buen modelo con un AUC mayor a 0.95, lo que indica que es un modelo aceptable (Araújo y Guisan, 2006). Este resultado tiene similitud con la investigación de Meza et al. (2020), en la cual obtuvo la curva AUC de 0.951 después de realizar 9 modelos predictivos para el territorio peruano. Un resultado similar es presentado por Portillo y Elvir (2015), donde la curva es aceptable con un valor de 0.946 en el modelamiento de *Panthera onca*. El valor de AUC puede variar dependiendo de los factores y de la configuración que se dé al modelamiento en el software MAXENT (Phillips et al., 2006; Phillips y Dudik, 2008).

Figura 17. Curva operacional



El área total de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba es de 17 393.5 ha, el hábitat idóneo para *T.ornatus* ocupa el 0.98 %, es decir 171,311 ha. Sin embargo, se puede observar que el 62.40% de la parroquia posee un área muy baja de presencia de la especie (Tabla 4).

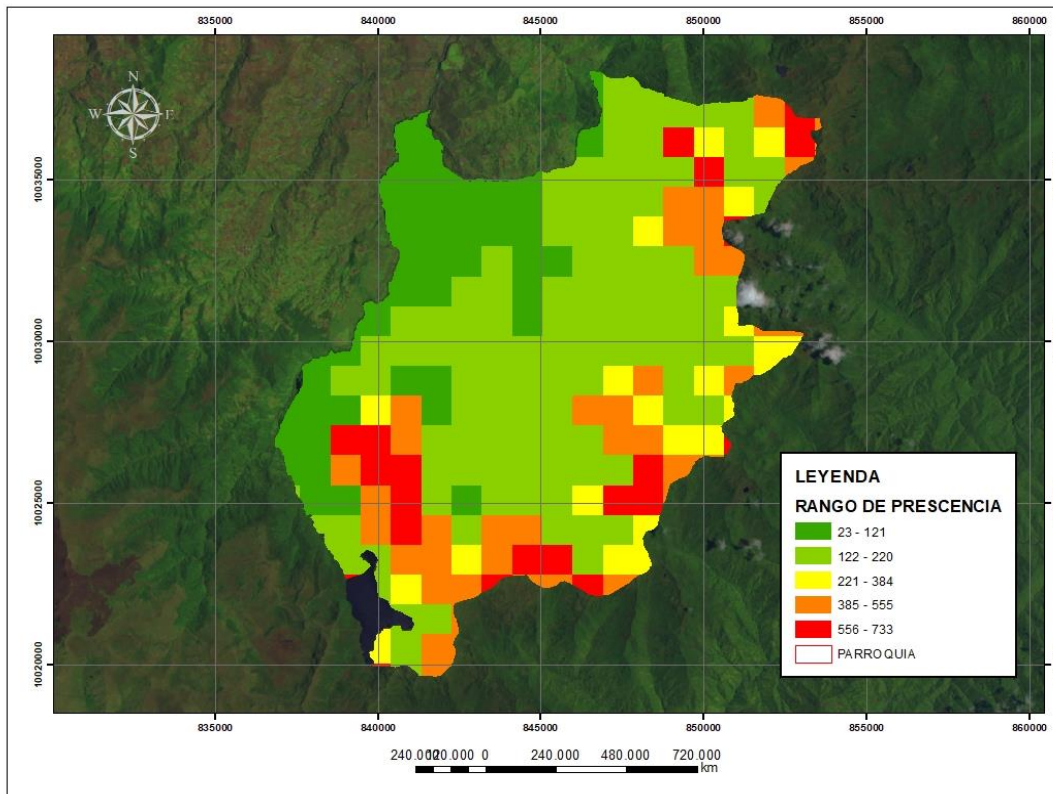
Tabla 4

Clasificación de áreas por categoría.

Categoría	Área (ha)	Porcentaje
Muy baja	10 792.4	62.404
Baja	2762.47	15.8822
Media	2512.56	14.4454
Alta	1154.77	6.63909
Muy alta +	171.311	0.984914

En el modelo de presencia de *T. ornatus* se observa que el hábitat idóneo para la especie (Figura 18), se ubica en la parte oriental de la parroquia, donde se encuentran los remanentes de bosques y vegetación arbustiva. Además, de zonas de alta producción agropecuaria, generando conflictos entre la especie y los moradores. *T. ornatus* se distribuye en zonas con una temperatura entre 6°C a 24°C y precipitaciones de 1000 a 2000 mm, en áreas idóneas para las actividades agropecuarias, agrícolas y ganaderas, lo que ha provocado la deforestación y degradación del hábitat Bazantes-Chamorro et al. (2018). Grijalva y Otalvaro (2010), determinaron que el hábitat de *T. ornatus* se ha degradado y reducido por la deforestación de los bosques, ya que en el cantón de Pimampiro se deforestan 175 ha por año.

Figura 18. Presencia de *T. ornatus* en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba



4.1.2 Análisis de contribución de variables.

Con respecto a la contribución final de las variables climáticas que tuvieron mayor aporte fueron: bio 1 “la temperatura anual promedio” con 50.6%, Bio 17 “precipitación del cuatrimestre más seco” con 16.4% y la Bio 18 “precipitación del cuatrimestre más cálido” con 12.5% (Tabla 5). De igual manera Meza et al. (2020), determinaron que las variables con mayor aporte al modelo de distribución de *T. ornatus* en el Perú son: la precipitación anual, precipitación del mes más seco, rango anual de temperatura y rango de temperatura diurno promedio.

Figuroa et al. (2016), determinaron que las variables que aporta a la distribución del *T. ornatus* en el Perú son: la precipitación, la isothermalidad y la temperatura media del trimestre más seco. La diferencia se puede dar en la variación de ecosistemas presentes y

la cantidad de puntos de registros encontrados en estas zonas (Figuroa y Stucchi, 2009). De igual manera, Ortiz-Hernández y Ortiz (2020), evidencian que la variabilidad de las variables climáticas existentes para la especie depende netamente de las condiciones del hábitat. Por lo tanto, el modelamiento de nicho ecológico para *T. ornatus* en el área de estudio se fundamenta en la correlación entre las dimensiones ecológicas y el análisis de las diferentes características bioclimáticas.

Tabla 5

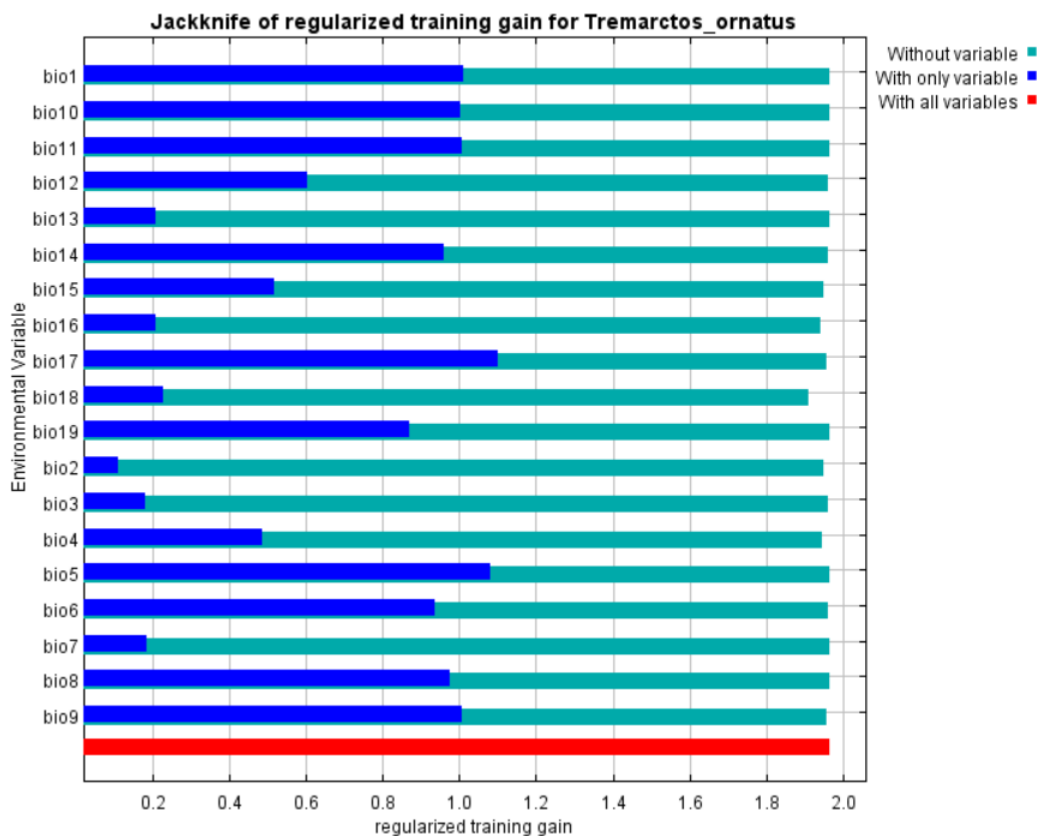
Porcentaje de contribución e importancia de permutación

Variable	Porcentaje de Contribución	Importancia de Permutación
BIO1 Temperatura anual promedio	50.6	0
BIO2 Rango de temperatura diurno promedio	0.6	0.9
BIO3 Isotermalidad	0.2	0.3
BIO4 Estacionalidad de la temperatura máxima del mes más cálido	5.1	3.1
BIO5 Estacionalidad de la temperatura máxima del mes más cálido	0	0
BIO6 Temperatura mínima del mes más frío	0.1	30.5
BIO7 Rango anual de temperatura	0	0
BIO8 Temperatura promedio del cuatrimestre más húmedo	0.2	0
BIO9 Temperatura promedio del cuatrimestre más seco	2.3	1.7
BIO10 Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido	0	0
BIO11 Temperatura promedio del cuatrimestre más frío.	0	0
BIO12 Precipitación anual	0.1	16.3
BIO13 Precipitación del mes más húmedo	0	0.2
BIO14 Precipitación del mes más seco	6.2	2.3
BIO15 Estacionalidad de la precipitación	1.4	3
BIO16 Precipitación del cuatrimestre más húmedo	1.5	8.8
BIO17 Precipitación del cuatrimestre más seco	16.4	5.3
BIO18 Precipitación del cuatrimestre más cálido	12.5	27.6
BIO19 Precipitación del cuatrimestre más frío.	2.8	0.1

4.1.3 Predicción de las variables climáticas influyentes para el modelo.

En la Figura (19) se presentan los resultados de la prueba “Jackknife”, la cual indica cuales son las variables más influyentes en la generación del modelo, de las áreas de distribución de *T. ornatus*. La variable climática que tiene más influencia cuando es aplicada de forma individual es la bio 17 (precipitación del cuatrimestre más seco) y la bio 5 (Estacionalidad de la temperatura Temperatura máxima del mes más cálido). Esto puede deberse a que la especie no tiene limitaciones con respecto a los terrenos con pendientes muy pronunciadas, ni a las zonas climáticas, ya que se ha encontrado en áreas del bosque seco ecuatorial de Layambe y en los bosques altoandinos del Perú (Figuroa y Stucchi, 2009). En este sentido, estas predicciones aportan a la toma de decisiones en términos de manejo y conservación para la especie y su hábitat. Es decir, estas predicciones indican que tanto en áreas del bosque seco ecuatorial y bosques altoandinos se deben realizar acciones conservacionistas para la especie.

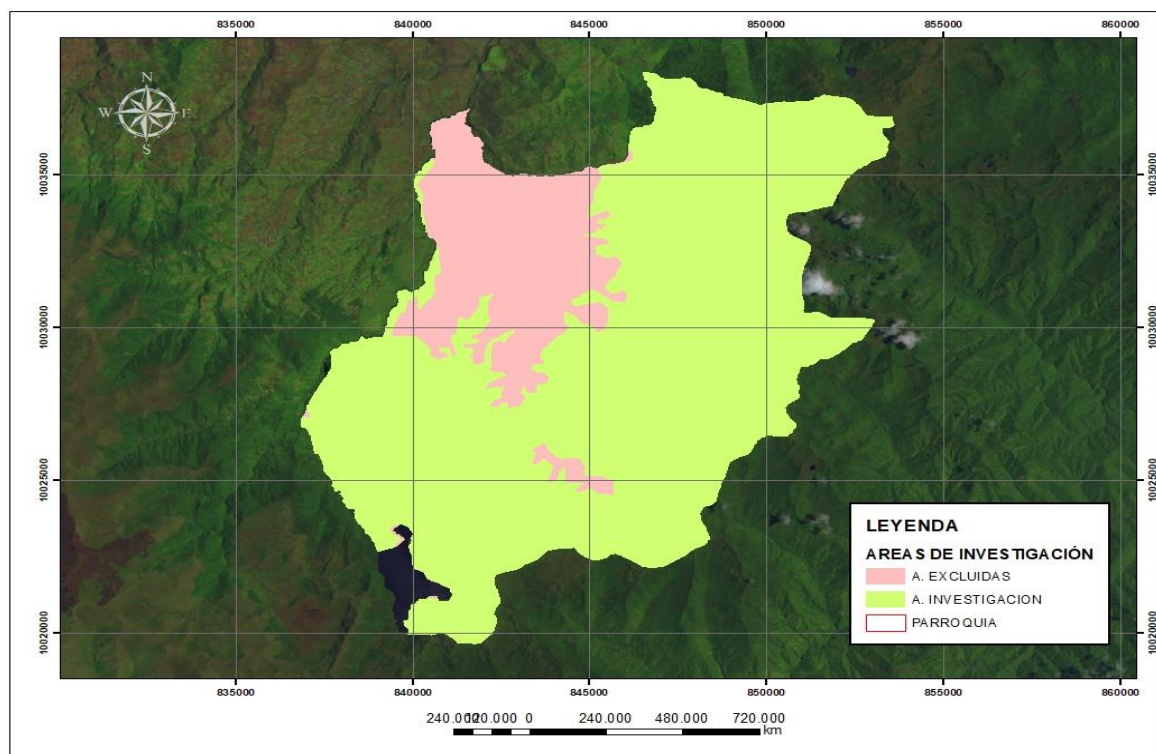
Figura 19. Prueba Jacknife o de navaja



4.1.4 Presencia de *T. ornatus* en la parroquia San Francisco de Sigsipamba.

La Figura (20), indica la ubicación de los transectos, los cuales se seleccionaron a través de las áreas que tienen el hábitat idóneo para la presencia de *T. ornatus*. Lo anterior permitió la correcta instalación de cámaras trampa y la colección de fecas en la parroquia. La interpolación de la cobertura de la parroquia y del mapa base de presencia determinó que el área a muestrear es de 14 072 ha, excluyendo 3322 ha de la parroquia. Los poblados de investigación fueron: Ramos Danta, La Floresta, La esperanza y Shanshipamba.

Figura 20. Áreas de investigación



4.2 Análisis de las especies vegetales y la viabilidad de las semillas dispersadas por *T. ornatus* en la parroquia de Sigsipamba.

4.2.1 Plantas colectadas en el área de estudio.

Durante el recorrido en las cuatro comunidades se encontraron 8 especies vegetales en fructificación, las cuales fueron colectadas y edificadas posteriormente, determinando que en el área existen 6 familias y 8 géneros, los cuales podemos observar en la (Tabla 6).

Tabla 6

Listado de especies de plantas colectadas en cuatro comunidades de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba durante el periodo de muestreo

Familia	Género	Especie
Actinidiaceae	<i>Saurauia</i>	<i>Saurauia prainiana</i>
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i>	<i>Bomarea</i> sp.
Aracea	<i>Anthurium</i>	<i>Anthurium</i> sp.
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia</i> sp.
	<i>Puya</i>	<i>Puya</i> sp.
Ericaceae	<i>Gaultheria</i>	<i>Gaultheria</i> sp.
Phyllantaceae	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus salvifolius</i>
	<i>Hieronyma</i>	<i>Hieronyma macrocarpa</i>

De igual manera que en este estudio, en los bosques altoandinos de Perú se ha encontrado que la vegetación predominante en fructificación pertenece a la familia de las Ericaceae con las especies de *Gaultheria erecta* Vent., la *Gaultheria vaccinoides* Weed. y la *Disterigma alaternoides* (Kunth) niedd (Arapa, 2012). Resultados similares se reportan en esta investigación, donde también se encontraron las especies *S. prainiana*, *Bomarea* sp., *Anthurium* sp., *Tillandsia* sp., *Gaultheria* sp., *P. salvifolius* (Kunth) y *H. macrocarpa* (Schltr). De acuerdo a lo anterior, se evidencia que las especies reportadas están registradas en los listados proporcionados por otros investigadores (Rivadeneira-Canedo, 2008; Figueroa y Stucchi, 2009). Lo anterior permite confirmar que la función ecológica que realiza

T. ornatus es de tipo mutualista con especies específicas de flora de los ecosistemas donde habita.

4.2.2 Composición fecal.

Del total de fecas colectadas el 73.2% contenían semillas, mientras que tan solo un 36.8% material vegetal en su interior. La metodología empleada demostró que, *T. ornatus* tiene la capacidad de consumir frutos con semillas de tamaño pequeño y mediano, solo éstas son capaces de pasar por el tracto digestivo sin daño (Tabla 7). Sin embargo, esta especie también se alimenta de la pulpa de frutos que poseen semillas de gran tamaño, esto se evidencia en los individuos que descienden a la parte baja a alimentarse de la pulpa de *Persea americana*.

Tabla 7.

Composición de las fecas de T. ornatus en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba

Familia	Género	Especie	Número de semillas en buen estado
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i>	<i>Bomarea</i> sp	20
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia</i> sp.	10
Ericaceae	<i>Gaultheria</i>	<i>Gaultheria</i> sp.	30
Phyllantaceae	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	9
Bromeliaceae	<i>Puya</i>	<i>Puya</i> sp.	0
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i> Mill	0
		<i>Saurauia</i>	52
	<i>Saurauia</i>	<i>cuatrecasiana</i> R. E.	
Actinidiaceae		Schult	
Total			121

Entre las especies que se dispersaron en mayor cantidad está *Saurauia cuatrecasiana*, *Gaultheria* sp. y *Bomarea* sp., que también fueron registradas en el estudio realizado por Rivadeneira-Canedo (2008); Figueroa y Stucchi (2009). En

el presente estudio se encontraron cinco tipos de semillas provenientes de diferentes especies vegetales y dos especies vegetales en las cuales solo se encontró pulpa y restos de semillas.

Rivadeneira (2001), encontró 18 fecas de *T. ornatus*, con presencia de semillas del Genero *Gaultheria* que representó el 27.8% de las semillas recolectadas en Altopamba, Bolivia a la altura de 3000 a 3700 m s.n.m., estas semillas al igual se encontraron en la localidad de Ramos Danta en la parroquia San Francisco de Sigsipamba a una altura de 3200 m s.n.m, representando en este estudio el 32.96% de las semillas colectadas.

Si bien, no existe evidencia de los patrones espaciales y temporales relacionados a la presencia de *T. ornatus*, se puede sugerir que la amplia distribución y la fenología de fructificación y la predilección de la especie está dado por la presencia de frutos del género *Gaultheria*, ya que según Peyton (1999), *T. ornatus* no tiene fuentes de acceso, ni preferencia de fruta por debajo de los 3300 m s.n.m. Dado que la dieta de los úrsidos no responde a la abundancia de recursos en cuanto a la riqueza, sino a la abundancia en términos de la disponibilidad de recursos (Beckmann y Berger, 2003; Vaughan, 2009).

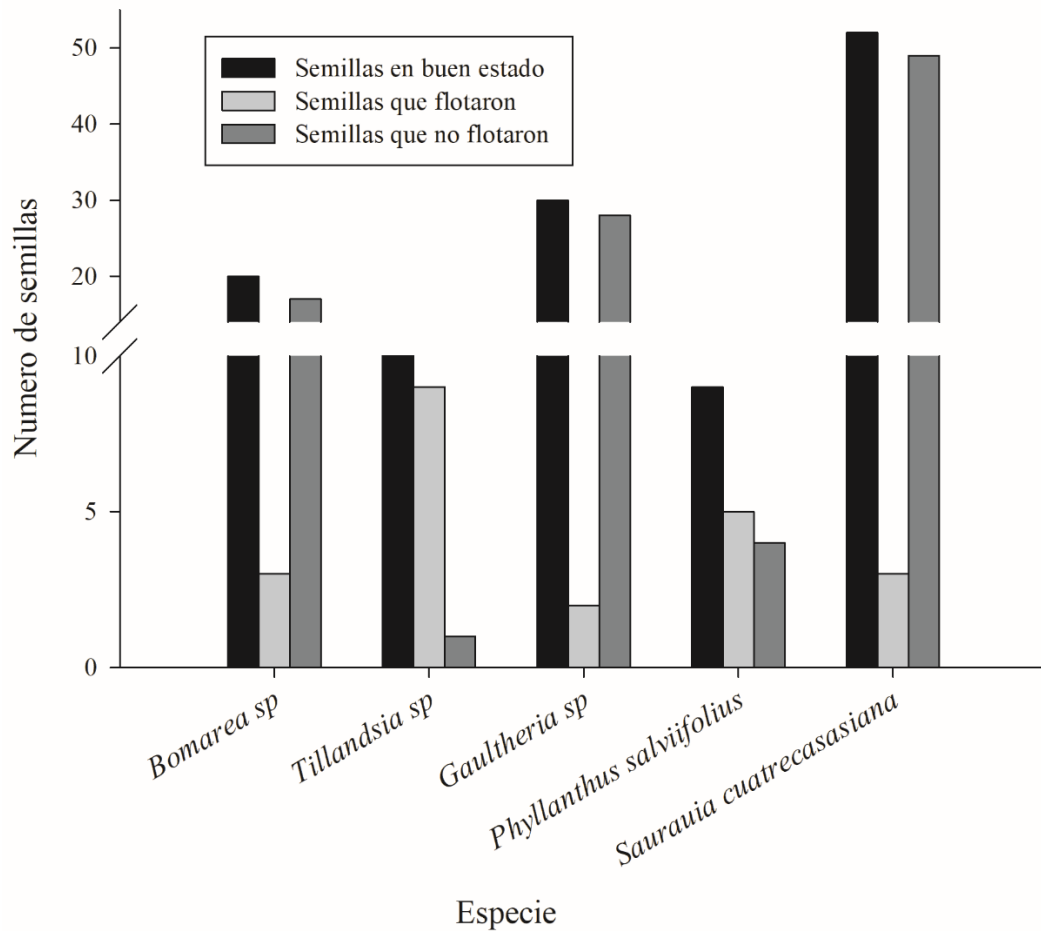
La presencia de semillas dañadas en las fecas colectadas es una consecuencia del daño físico causado por el tamaño de la semilla del fruto (Rivadeneira, 2001), y del hábito que tiene la especie por consumir frutos enteros, lo que se ve reflejado en los rastros de semillas de *P. americana* encontrados en las fecas.

4.2.3 Prueba de Flotación.

Las semillas extraídas de las fecas del *T. ornatus* que no presentaron ningún tipo de daño fueron 91, lo cual determinó que el 81% de las semillas fueron viables y una porción baja flotaron (semillas no viables). El indicador de flotación determinó que 23% de las semillas no son viables y no tenían un embrión sano para la germinación (Figura 21). El 81% de las semillas presentaron un embrión capaz de germinar, más del 50% de semillas no flotaron. Sin embargo, en el caso de *Tillandsia* sp. tuvo el

porcentaje más bajo de semillas sin flotar mientras que *Saurauia cuatrecasiana* y *Gaultheria* sp. tuvieron más del 90% de semillas que no flotaron (Figura 21).

Figura 21. Número de semillas extraídas de las fecas sometidas a la prueba de flotación.



Según McKey (1979), el hundimiento de las semillas defecadas se debe a su permeabilidad a consecuencia de un efecto escarificante que podría ser mecánico o químico. Sin embargo, el método de flotación se fundamenta ya que las semillas que no han desarrollado un embrión y un endospermo flotan en el agua y se aíslan fácilmente.

4.2.4 Prueba de germinación.

Las semillas que no flotaron se sometieron a la prueba de viabilidad y de germinación. Noventa y nueve semillas sometidas a esta prueba se les separó la mitad que germinaría en tierra, la otra mitad germinaría en la fecca de *T. ornatus*. Luego los datos generados se compararon con las semillas extraídas de los frutos. Se generaron datos de la siguiente (Tabla 8).

Tabla 8

Porcentaje de germinación de semillas en fecas de T. ornatus, en tierra fértil y en frutos.

Especie	Semillas en las fecas			Semillas en la tierra			Semillas de los frutos		
	Total	Germinaron	%	Total	Germinaron	%	total	Germinaron	%
<i>Bomarea</i> sp.	8	7	87.5	9	6	55,5	8	6	75
<i>Tillandsia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gaultheria</i> sp.	14	13	90	14	7	50	14	5	36
<i>Phyllanthus salviifolius</i>	2	1	50	2	1	50	2	0	0
<i>Saurauia cuatrecasasiana</i>	24	18	73	24	5	20	24	10	42
Total	48	39		49	19		48	21	

De las semillas en tierra fértil el 31.7% germinaron siendo la especie vegetal, la que más brotó fue *Gaultheria* sp., con el 50% de las semillas. Sin embargo, la especie que germinó con mayor cantidad de semillas fue *Bomarea* sp., con 13 equivalente al 30% del total. De igual modo, del total de semillas que germinaron en la fecca fueron 57. Siendo *Gaultheria* sp., la que tuvo un mayor porcentaje de germinación con el 90% mientras que la especie que tuvo la menor cantidad de semillas germinadas fue *P. salviifolius* con el 50%, aunque la especie vegetal que tuvo una mayor cantidad de semillas germinadas fue *Bomarea* sp. con un total de 25. Las semillas que fueron extraídas de los frutos tuvieron una germinación similar siendo *S. cuatrecasasiana* la especie con mayor cantidad de semillas germinadas, con alrededor del 42%. Sin embargo, ninguna de las semillas de *P. salviifolius* lograron desarrollarse.

Luego del análisis estadístico se determinó que no existe una diferencia significativa entre la cantidad de semillas germinadas en las fecas con la cantidad germinada en tierra fértil y las semillas que se extrajeron de los frutos ($p= 0.3429$). Lo anterior demuestra que las semillas no disminuyen, ni aumentan su capacidad germinativa al estar dentro de las fecas. *T. ornatus* puede ser señalado como un dispersor legítimo, afirmación de Auger et al., (2002), quienes confirmaron como *Ursus americanus (Pallas)* es un dispersor de semillas, a pesar de que no encontraran diferencia significativa entre las semillas defecadas y las consumidas por la especie. Sin embargo, las excretadas presentaban una mayor proporción en la germinación, debido a que el sistema digestivo de los úrsidos simula un proceso de precalentamiento que desinhibe la dormancia en las semillas desde la ingestión. En consecuencia, su consumo no afecta a la sobrevivencia de las semillas, factor importante al considerar a los úrsidos como agentes dispersores (Gonzales et al., 2015)

No se debe descartar que la supervivencia de las semillas al tracto digestivo de los animales esté inversamente relacionada con el tamaño de las semillas y la posesión de dormancias (Rivadeneira-Canedo, 2008). De acuerdo con lo anterior, se debe tener en cuenta que la germinación se puede afectar por los fenómenos de dormancia que poseen algunas semillas, lo cual no implica que tengan la capacidad de germinar. Además, la continua variación de las condiciones naturales es difícil de recrear, y los factores que influyen en la germinación de ciertas especies vegetales son desconocidos como lo afirma Sreekumar y Balakrishnan (2002), para el caso de *Melursus ursinus (Shaw)*, respecto a especies de semillas tratadas. Donde, los investigadores encontraron que las tendencias frugívoras de la especie ayudaban a la dispersión de semillas de: *Artocarpus integrifolia*, *Mangrifera indica* y *Phoenix humis*.

4.2.5 Caracterización de los sectores de investigación donde se encontraron fecas de *T. ornatus*.

La caracterización de los sectores de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba dependieron del análisis de presencia de *T. ornatus* y donde se encontraron las fecas de la especie, cuya germinación depende de las condiciones de cada microhábitat. Siendo, el sector de Shanshipamba y el sector de Ramos Danta donde se encontraron 4 fecas de la especie. Sin embargo, el sector de La Esperanza fue el sector donde se encontró dos fecas, mientras que, en el sector de la floresta se encontraron tres fecas (Tabla 9).

Tabla 9

Número de fecas encontradas en los poblados dentro del área de investigación.

Poblados	Número de fecas	%	Número de fecas con semillas	%
Ramos Danta	4	30.7	4	44.4
La Floresta	3	23.1	1	11.1
Esperanza	2	15.4	1	11.1
Shanshipamba	4	30.7	3	33.3
Total	13		9	

Del total de fecas encontradas el 69.2 % contenían semillas y el otro 30.76% tenía material vegetal consumido, siendo el sector de Ramos Danta y el sector de Shanshipamba los sectores los cuales aportan con mayor cantidad de fecas, lo cual se debe a la época de fructificación de diversas especies de la familia Ericaceae nativas del sector, sin embargo, en la localidades más intervenidas (La Floresta y La Esperanza), se encontraron mayor cantidad de fecas con material vegetal triturado, esto se puede deber a la época de fructificación del sector.

Los puntos de hallazgos de las fecas se caracterizaron a nivel de tipo de vegetación de cada uno de los sectores (Tabla 10). En los que influyen los factores que pueden influir en la germinación de las semillas, como son; luz, tipo de suelo, senderos (oso o humano), cercanías a ríos.

Tabla 10

Características de los lugares de cada muestra fecal de T. ornatus en los sectores de investigación

Categoría	Características	Ramos Danta				La Floresta	La Esperanza	Shanshipamba		
		Rd1	Rd2	Rd3	Rd4	F1	E1	Sh1	Sh2	Sh3
Vegetación	Entre árboles	X	X	X		X		X		
	Entre arbustos				X		X		X	X
	Entre pajonal									
Zonas	Sendero	X	X				X	X		X
	Pobladores									
	Sendero osos			X	X	X			X	
	Cercano a un río									
Suelo	Rocoso									
	Enraizado		X			X				
	Orgánico	X		X	X		X	X	X	X

Las localidades donde se realizó la colecta de fecas tienen en común los ecosistemas, pero no comparten la época de fructificación o los microhábitats forestales que poseen cada uno los sectores.

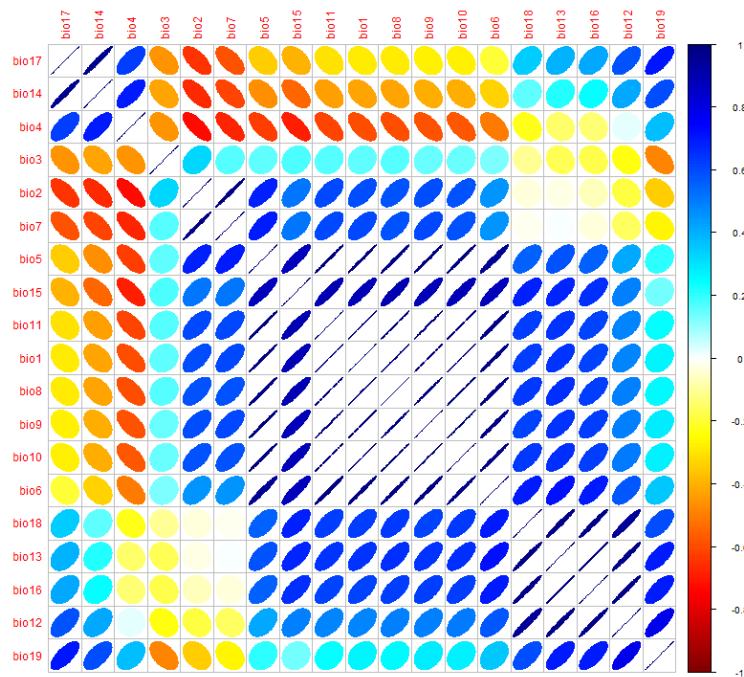
Según el número de fecas halladas se puede deducir la dificultad de obtener muestras fecales, más aún si se toma en cuenta la actividad evasiva que tiene la especie y la accidentada e inaccesible geografía de su hábitat. Según las características de las muestras de las fecas se sugiere que *T. ornatus* se moviliza en un rango altitudinal de 2700 a los 3700 m s. n. m., aunque esta información se debe tomar con cautela ya que en los Bosques Siempre Verde montano no existe una periodicidad marcada respecto a las precipitaciones anuales lo que determinaría la cantidad de recursos alimenticios (Young, 2006). Peyton (1980), indica que los hábitats de *T. ornatus* se caracterizan por ser áreas amplias que no se encuentran limitadas altitudinalmente, sino que se encuentran controladas por las características fenológicas de las especies de flora. Además, se sugiere que el desplazamiento de la especie está ligada a la intensidad con la que utilice la

vegetación del hábitat, en conjunto con la oferta frutal estacional (Cuesta, Peralvo y Manen, 2003).

La disponibilidad de recursos influye sobre los movimientos de *T. ornatus* y su estacionalidad durante el año, provocando que la especie recorra grandes distancias para conseguir alimento y esto depende también de la variación climática presente en el área (Goldstein y Kattan, 2001). Esta disponibilidad de recursos y el amplio rango altitudinal de *T. ornatus* evita que no hibernan (Peyton, 2009). Schoen (1990), concluye que la disponibilidad de alimentos dentro de un hábitat de *T. ornatus* está determinado generalmente por las variaciones climáticas, espaciales, la topografía y la calidad del sitio, establecen la distribución y abundancia de las poblaciones de un sitio.

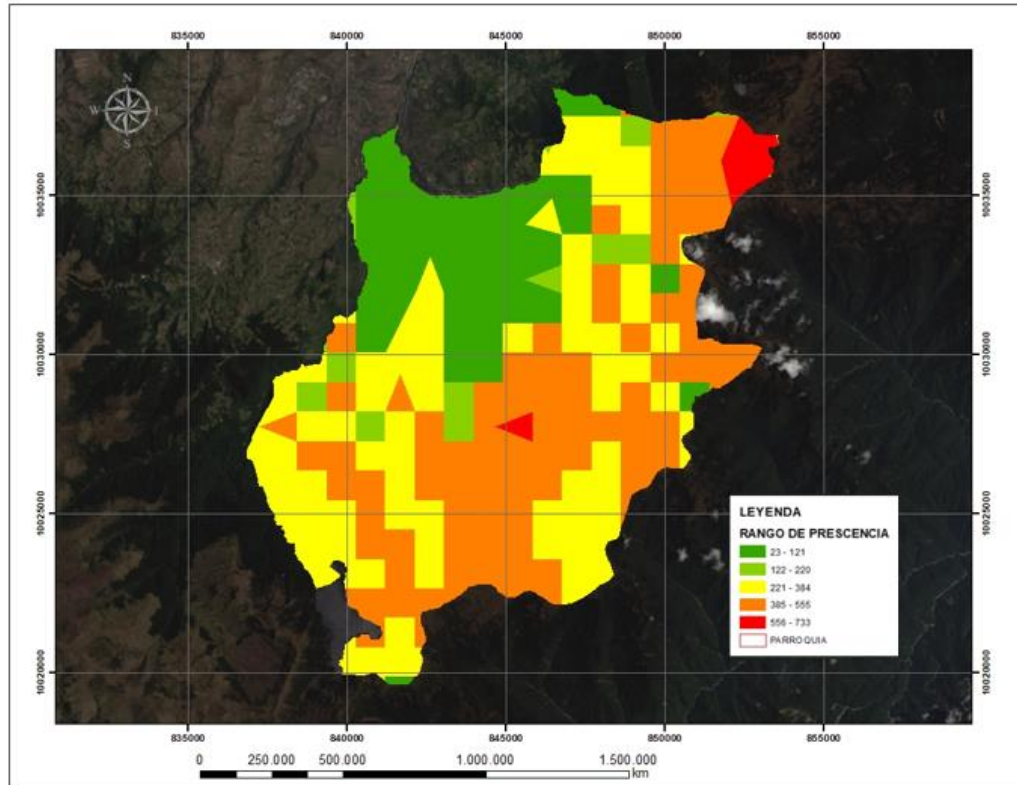
Tomando en cuenta la calidad de muestras colectadas y el mapa de presencia de *T. ornatus* (Figura 22), en el cual se ubicó geográficamente la presencia de *T. ornatus*, se puede hacer una proyección mejorada de la presencia de la especie. Mediante la aplicación del software Maxent se obtuvo que las variables que aportan al modelamiento de la especie en el área de estudio (Figura 22).

Figura 22. Plot de correlación de variables bioclimáticas para *T. ornatus*



La prueba de correlación de Pearson enmarcó que las variables que contribuyen a la generación del modelo fueron: bio1, bio10, bio11, bio13, bio5, bio6, bio7, bio8 y bio9, generando un mapa de distribución (Figura 23), el cual se observó una diferencia entre las áreas de distribución *T. ornatus*, con respecto al mapa base.

Figura 23. Mapa de distribución potencial de *T. ornatus* en base a datos de la zona



Se determinó que la parroquia presenta un área de presencia de *T. ornatus* muy baja de 3 542.22 ha. Sin embargo, las áreas de presencia alta de la especie son equivalentes al 38.61% de toda el área de estudio, equivalente a 6 717.15 ha (Tabla 11). El uso de variables exactas para la predicción de la distribución de la especie demostró que en la parroquia de San Francisco de Sigüipamba existe una presencia alta y muy alta de la especie. Esto se debe a que al correr un modelo de distribución con las variables que influyen en la ecología de una especie se determina un proyección real y más ajustada de un modelo predictivo (Huaypar et al., 2020). Esto se ve reflejado en el modelo de distribución de *Panthera onca*, donde se obtuvo un porcentaje mayor al 50% de presencia, debido a que se modeló con base en la

ecología de la especie, teniendo en cuenta que la especie está estrechamente ligada a zonas de bosques tropicales y a lugares donde existe abundancia de alimento. Para ello se determinó que para esta especie las variables que intervienen son la bio4, la bio7, bio 8, bio10 y bio 11 (Briones et al., 2012).

Tabla 11

Áreas de distribución de T. ornatus en base a su categoría

Categoría	Área (ha)	Porcentaje
Muy bajo	3 542.22	20.36
Bajo	776.05	4.46
Medio	6 022.75	34.62
Alto	6 717.15	38.61
Muy alto	335	1.92
Total	17393.549	100

Localidad de Ramos Danta.

En el sector se hallaron 4 muestras fecales, de las cuales 2 contenían semillas de *Gaultheria* sp., *Phyllanthus salvifolius* y *Tillandsia* sp., la primera muestra fue ubicada entre los árboles a un lado de los senderos de los pobladores sobre hojas que se encontraban en el suelo, ésta se encontraba en un lugar con poca luz, lo cual indica que las semillas tenían una alta probabilidad de germinación. La segunda muestra fecal, se halló a un lado del sendero de los pobladores, sobre las raíces de un árbol, en un lugar con muy poca luz y con una alta humedad. Esta muestra contenía netamente semillas de *Gaultheria* sp.

Al igual que en las anteriores dos muestras estas se ubicó en medio de los árboles y tenía una carga de semillas de *P. salvifolius*, la feca se encontró en medio de un sendero de *T. ornatus*, sobre hojas de distintos árboles en una zona medianamente abierta con mediana entrada de luz. Esto sugiere que las semillas tenían una probabilidad de germinar medianamente-alta.

La cuarta muestra de fecca contenía restos vegetales de *Thillandsia* sp., que al igual que la tercera muestra se encontraba en medio de un sendero de paso de *T. ornatus*, pero esta se encontraba en medio de los arbustos, con muy poca luminosidad y una alta cantidad de humedad.

Sector Floresta.

En el sector de la Floresta se encontró una muestra vegetal que contenía una carga de semillas de *Bomarea* sp., la cual se encontraba en un sendero de *T. ornatus*, en medio de los árboles en un suelo con una rica carga orgánica, pero con poca luz (Figura 18).

Sector La Esperanza.

En el poblado de La Esperanza al igual que en la floresta se encontró una fecca, la cual contenían gran cantidad de *Bomarea* sp., la cual se encontraba en medio una vegetación de arbustiva, en un lugar con una muy alta cantidad de luz y poca humedad, sobre un suelo orgánico.

Sector de Shanshipamba

el sector de Shanshipamba se encontraron 3 muestras las cuales contenían semillas de *S. cuatrecasiana* y *Tillandsia* sp., la muestra de *Tillandsia* sp. a un lado del sendero de los pobladores, en medio de los árboles en un lugar con poca luminosidad (Figura 18). La segunda y tercera muestra se encontraron en medio de arbustos y contenían una alta cantidad de semillas de *S. cuatrecasiana*. Estas fecas se encontraban en un suelo con una alta cantidad de materia orgánica y en lugares con mediana cantidad de luz y una alta cantidad de humedad del suelo. Con base en esto se puede decir que tenían las condiciones necesarias para germinar.

Figura 23. Zonas de hallazgos de fecas depositadas por *T. ornatus* en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba.



Sector Ramos Danta



Sector La Floresta



Sector La Esperanza



Sector Shanshipamba

4.3 Estrategias de Conservación para *T. ornatus* en la parroquia de San Francisco de Sigsipamba.

Considerando los datos obtenidos, se proponen 4 estrategias para la conservación de *T. ornatus* en la parroquia.

Estrategia 1: Programa de educación ambiental.

Las altas tasas de deforestación y destrucción de los bosques altoandinos en conjunto con el avance de la frontera agrícola han provocado que *T. ornatus* sea una especie amenazada constantemente, esto se evidencia en la investigación realizada por Bazantes-Chamorro et al. (2018), donde evidenció una disminución en los bosques altoandinos de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba en un 20.4% para los periodos de 1991 al 2017 y se generó un aumento de los pastos y

cultivos en un 16.9%. Agregando, la desinformación que se ha generado a través de la especie, asegurando que *T. ornatus* es una especie perjudicial y agresiva; y no una especie que cumple diversas funciones en los bosques de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba (Bazantes-Chamorro et al., 2018). Es por ello, que la educación ambiental es un pilar fundamental en el mantenimiento de la especie (Figura 24).

Figura 24. Análisis de la información con miembros de la junta parroquial



Considerando que la educación ambiental es un proceso que permite generar conciencia crítica sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, donde las personas se comprometen al cuidado del ambiente. Se ejecutó el programa de educación ambiental, el cual se tiene propósito de que la población de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba conozca los beneficios y las funciones que ejerce *T. ornatus* en los ecosistemas y población, siendo los pobladores quienes se comprometan a desarrollar estrategias para resolver problemas, se incentiven y desarrollen sentido de responsabilidad y aprendan de una manera didáctica y lúdica (Tabla 12).

Tabla 12

Matriz de la estrategia: Programa de Educación Ambiental

Nombre del proyecto	Alcance	Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades	Indicadores	Actores
Programa de educación ambiental sobre la importancia de <i>T. ornatus</i> para la regeneración de los bosques	Comunidades colindantes con las zonas boscosas de la parroquia de San Francisco de Sigisipamaba: Ramos danta, La Floresta, La esperanza y Shanshipamba	Dar a conocer a los pobladores los resultados sobre el estudio realizado y concientizar sobre la importancia de <i>T. ornatus</i> para la regeneración de los ecosistemas	Exponer los resultados del presente estudio Demostrar a los pobladores sobre los beneficios de la protección de <i>T. ornatus</i>	- Talleres didácticos en el Infocentro del GAD parroquial con jóvenes y adultos, sobre la importancia de <i>T. ornatus</i> para los bosques altoandinos - Entrega de Videos donde se observe la variedad de especies animales que habitan dentro del ecosistema de <i>T. ornatus</i> - Talleres de Sensibilización sobre las amenazas que tiene esta especie y los posibles impactos ambientales que se podrían dar al desaparecer esta especie -Entrega de una guía digital de manejo de <i>Tremarctos ornatus</i> como dispersor de semillas.	Número de talleres realizados en la parroquia Material didáctico entregado Número de asistentes	Escuelas y colegios de la parroquia Investigadores GPI de Imbabura Pobladores de la parroquia

Estrategia 2: Declaración de áreas de protección comunitaria.

Teniendo en cuenta que la parroquia de San Francisco de Sigsipamba posee una gran cantidad de avistamientos de *T. ornatus*, especie que es de vital importancia para la regeneración de los bosques. Además, esta especie se encuentra en estado Vulnerable según la lista roja de especies de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN) (Mondoli, 1989). Sin embargo, según la lista roja de especies del Ecuador, esta especie se encuentra en estado en peligro (EN) (Castellanos et al., 2011). Se contribuye para que se realice la oportuna gestión para establecer áreas de protección comunitaria del Ecuador, en base al artículo 2 del acuerdo ministerial 83 (2016), donde el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SNAP), ayudará al registro y declaración de áreas protegidas. Además, el acuerdo ministerial 83 (2016), en el artículo nueve del subsistema comunitario, enmarca que las comunidades tendrán que manejar y gestionar el área protegida con ayuda de la autoridad ambiental correspondiente, y acoplándose a los lineamientos del SNAP (Tabla 13).

Tabla 13

Matriz de la estrategia declaración de Áreas protegidas comunitarias

Nombre del proyecto	Alcance	Objetivo General	Objetivo Especifico	Actividades	Indicadores	Actores
Establecer las dos áreas de protección comunitaria en las localidades de Ramos Danta y Esperanza Shanshipamba	Llegar a establecer áreas de protección comunitaria	Gestionar en el Gobierno provincial de Imbabura la declaración de dos áreas de protección comunitaria	-Delimitar las áreas de protección comunitaria -Elaborar los planes de manejo -Señalizar los senderos	Toma de puntos gps de ubicación del área de protección Establecer los lineamientos Comunicarse con los factores clave	Registro fotográfico Datos obtenidos en campo	-Gobierno provincial de Imbabura -vocal de ambiente del GAD parroquial de San Francisco de Sigsipamba -tesista

Estrategia 3: Capacitación y manejo de las interacciones especie – flora

La sucesión de los bosques depende de los dispersores de semillas ya que ellos transportan semillas en su tracto digestivos y defecadas en otros lugares (Amico, et al., 2005). Como se evidenció, *T. ornatus* es una especie que tiende a recorrer los bosques altoandinos de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba y cuya dieta en la zona son las bromelias y las bayas que se pueden encontrar en los bosques. Las semillas de menor tamaño son transportadas en su tracto digestivo y para luego ser defecadas en un lugar distinto, esto se registró en el estudio de Arapa (2017), la sucesión de los bosques de Pasco dependía en parte de la dispersión de semillas generada por *T. ornatus*, al igual que en los bosques de San Francisco de Sigsipamba esta especie dispersa 4 especies vegetales de tipo arbórea. Es decir, que al germinar estas semillas ayudan a otras especies de animales y vegetales de la zona (Tabla 14).

Tabla 14

Matriz de Capacitación y manejo de las interacciones especie-flora

Nombre del proyecto	Alcance	Objetivo General	Objetivo Especifico	Actividades	Indicadores	Actores
Programa de Capacitación y manejo de las interacciones de <i>T. ornatus</i> con la flora	Llegar a evaluar las interacciones existentes	Capacitar a los miembros del GAD parroquial e investigadores del GPI	Calificar el nivel de interacción existente de Reforestación de las áreas de presencia de la especie	Implementar un plan de calificación de las interacciones Capacitar sobre la vigilancia y evitar tal de especies vegetales esenciales	Número de personas capacitadas	GPI GAD parroquial Tesista

Estrategia 4: Manejo sostenible aplicado para los sistemas agropecuarios

Mantener la heterogeneidad de la vegetación y la estructura de los ecosistemas (arbustos, árboles y matas de monte), permite mantener el potencial desarrollo sucesiones del ecosistema, por lo que limitar las áreas de producción agropecuario

es necesario, esto coincide con Casallas y Pabón (2009), quienes coinciden que el flujo de semillas y el avance de la sucesión, implica un importante papel ecológico. Este flujo de semillas puede ser afectado por el avance de la frontera agrícola, debido a la disminución de los bosques, generando una afectación directa a la heterogeneidad de los paisajes. De acuerdo con Lasso y Santiago (2015), quienes determinaron que la agricultura y el avance de esto ha generado una complicación en la dispersión de semillas producida por los frugívoros en los bosques de Colombia (Tabla 15).

Tabla 15

Matriz de manejo sostenible aplicado para los sistemas agropecuarios

Nombre del proyecto	Alcance	Objetivo General	Objetivo Especifico	Actividades	Indicadores	Actores
Aplicación de planes de desarrollo y ordenamiento territorial	Establecer límites sobre el avance de la frontera agrícola	Definir e implementar un programa de manejo sostenible aplicado para sistemas agropecuarios en base al plan de ordenamiento territorial	Ejecutar el plan de ordenamiento territorial en la parroquia	Socializar e implementar el plan de desarrollo y ordenamiento territorial Promover la recuperación de bosques y paramos en la parroquia	Porcentaje del plan de desarrollo y ordenamiento territorial ejecutado Número de participantes Registro fotográfico	GP de Imbabura GAD Parroquia l de San Francisco de Sigsipamba

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

T. ornatus se distribuye en 13 074.9 ha (70%) de la parroquia de San Francisco de Sigsipamba. En los poblados de Ramos Danta, La floresta, La Esperanza y Shanshipanba la especie posee las condiciones idóneas para su desarrollo. Sin embargo, Ramos Danta es el lugar donde se registró a la especie de forma directa e indirecta.

Las variables bioclimáticas influyen en el hábitat de *T. ornatus*. Su presencia está ligada a los bosques montanos y pajonales donde la especie busca alimento para cumplir sus altos requerimientos nutricionales y ecológicos. La cantidad de humedad y precipitación presente en el área son los factores abióticos más importantes en la ecología de la especie.

T. ornatus es un dispersor legítimo de semillas. Las especies que consumió con mayor regularidad fueron *Gaulteria* sp. y la *P. salviifolius*. Las semillas que se encontraron en las fecas de *T. ornatus* fueron de *S. prainiana* y *H. macrocarpa*, poseen azúcares que dotan de energía a la especie, es decir que existe una relación mutualista. De esta manera, *T. ornatus* se convierte en un elemento clave para la conservación de los bosques en la zona de San Francisco de Sigsipamba, ya que si esta especie desaparece puede reducir la biodiversidad de los bosques alterando sus funciones.

Las fecas de *T. ornatus* tuvieron potencial para el establecimiento de la futura planta teniendo en cuenta que de las 49 semillas ubicadas en las fecas germinaron 19, siendo *Bomarea* sp. la que tuvo un 55,5% de germinación, sin embargo *S. cuatrecasiana* la que tuvo un menor rango de germinación siendo del 20%. Es decir, es un dispersor legítimo de semillas provocando que *T. ornatus* juegue un

papel esencial en la regeneración de los bosques, con la introducción de semillas viables.

Las estrategias de conservación se elaboraron contemplando los siguientes programas: educación, manejo sostenible y creación de áreas de conservación de uso sustentable. Además, las estrategias deberán desarrollarse en las áreas con mayor presencia de *T. ornatus*, favoreciendo a la conservación de la especie.

La creación de las áreas de uso sostenible debe enfocarse a la distribución de *T. ornatus* ya que esta especie mantiene la estructura de los bosques y ayuda de manera directa a la regeneración de estos. Ya que gran parte de las nacientes de agua se encuentran en las áreas boscosas donde habita la especie.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar más estudios que permitan generar información sobre cómo *T. ornatus* ayuda a la regeneración constante de los bosques altoandinos. Este tipo de estudios deben realizarse en conjunto con estudios más intensivos que permitan conocer y entender de mejor manera la dieta de esta especie.

También se recomienda establecer redes de monitoreo a través de registros biológicos directos e indirectos que permitan evaluar el tamaño de los ecosistemas donde habita *T. ornatus*, esto con el fin de determinar el estado de conservación de su hábitat.

Finalmente, se recomienda analizar las zonas donde habita *T. ornatus* en relación con las condiciones ambientales que para identificar las condiciones que favorecen la germinación de las diferentes especies vegetales que hacen parte de sus hábitos alimenticios.

REFERENCIAS

- Acevedo-Quintero, J. F. y Zamora-Abrego, J. G., (2016). Role of mammals on seed dispersal and predation processes of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in the Colombian Amazon. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 5. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.18157>
- Acuerdo ministerial 83 de 2016. Procedimiento para la declaración de áreas protegidas. 30 de agosto del 2016 suplemento 829.
- Amico, G. C. y Aizen, M. A. (2005). Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: quién dispersa a quién? *Ecología Austral*, 15(1), 89–100.
- Aguilera, R. (2018)). *LA EDUCACIÓN AMBIENTAL, UNA ESTRATEGIA ADECUADA PARA EL DESARROLLO*. Eumo.net. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.eumed.net/rev/delos/31/roberto-aguilera.html>
- Arapa Apaza, A.M. (2017). Dispersión de semillas por el oso andino (*Tremarctos ornatus* CUVIER 1825): beneficios del mutualismo y consecuencias para la conservación en áreas naturales protegidas de la Selva Central. Pasco – Perú. *Universidad Nacional del Altiplano*. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4033/Arapa_Apaza_Angela_Maribel.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/131593
- Aroca-Gonzalez, B., Gradstein, R. y González-Nieves, L. (2021). ¿En peligro o no? Distribución potencial de la hepática *Pleurozia paradoxa* en Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 263–266. <https://doi.org/10.18257/raccefy.134> vol. 45
- Auger, J., Meyer, S.E., y Black, H.L. (2002). Are American black bears (*Ursus americanus*) legitimate seed dispersers for fleshy-fruited shrubs?. *American Midland Naturalist* 147 (2): 352–367.
- Bazantes-Chamorro, J., Revelo-Morán, N. y Moncada-Rangel, J. (2018). Conflicto ser humano – oso andino en San Francisco de Sigüipamba, provincia de Imbabura, Ecuador. *Revista Mexicana De Mastozoología (Nueva Época)*, 8(2), 81–95. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2018.1.2.260>

- Beckmann, J.P. y Berger, J. (2003): Rapid ecological and behavioral changes in carnivores: The responses of black bears (*Ursus amaericanus*) to altered food. *Journal of Zoology* 261,207-212.
- Bosque, J. y Garcia, R. (2000). El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 49–51. <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/download/AGUC0000110049A/31281>. vol. 20
- Brave, N., Barve, V., Jimenes, A., Lira, A., Maher, S., Peterson, A., Soberón, J. y Villalobos, F. (2011). The crucial role of the accesible área in ecológica niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Modelling*, 22(11), 1810-1819
- Cascante M.A, y Estrada Ch.A. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 213-225. Recuperado el 28 de julio 2021, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000100020&lng=en&tlng=es.
- Casallas - Pabón D. (2009). Estratificación vertical y horario de actividad del ensamble de murciélagos en un bosque primario del trapecio Amazónico colombiano. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, A. y Boada, C. (2019). *Tremarctos ornatus* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Tremarctos%20ornatus>, acceso Viernes, 28 de Mayo de 2021.
- Castellanos, A., Cisneros, R., Cuesta C.,F., Narváez R., C., Suárez, L., y Tirira, D.G. (2011). Oso andino (*Tremarctos ornatus*). En: Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2da. edición. Versión 1 (2011). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. <www.librorojo.mamiferosdeecuador.com>.
- Castellanos A. y Laguna A. (2012). Depredación a ganado vacuno y mamíferos silvestres por oso andino en el norte de Ecuador. Pp. 112 en Memorias del X

- Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y América Latina. Salta, Argentina
- Chacón, G., Gagnon, D., Paré, D. y Proulx, D. (2003). Impacto de la deforestación, pastizales, plantaciones de eucalipto y pino en suelos de bosque montano alto, en la sierra sur del Ecuador. *Revista de Investigaciones de la Universidad del Azuay*, (11), 35.
- Changollán, Fausto; López, Inocencio; Madrid, Andrés; Del Campo, José; Reyes, Sandra y Cervantes, Cenovia. (2006). Educación Ambiental. Editorial Umbral. México.
- Chero, M. y Denisse C. (2017). "Evaluación de la dieta de *Tremarctos ornatus* (CUVIER 1825) "Oso andino" y su función en la dispersión de especies vegetales de bosque montano y páramo en Pacaipampa (Piura: Ayabaca)" (LICENCIADA EN BIOLOGIA). UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
- Christian, R.R. (2003). Concepts of Ecosystem. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*,
- Chuvieco (2009). Fundamentos de teledetección espacial. Ediciones RIALP S.A. Madrid, España. (p. 453).
- Cogollo Calderón, AM., Velasco Linares, P. y Manosalva, L. (2020). Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos. *Biota Colombiana*, 21(1), 1-15. <https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a01>
- Cuesta, F., Peralvo, M. F. and Van Manen, F. T. (2003): Andean bear habitat use in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus* 14 (2):198–209.
- Cutter-Mackenzie A., Edwards S., Moore D. y Boyd W. (2014) Young children's play and environmental education in early childhood education. Cham: Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03740-0>
- Domínguez-Domínguez, L. E., Morales-Mávil, J. E. y Alba-Landa, J. (2006). Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Revista de Biología Tropical*, 54(2), 387–394. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i2.13880>
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., . Chee. Y.E. y Yates. C. J. (2011). A

- statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Divers Distrib*, 17:43-57
- Fenner, M. 2000. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. 2nd Edition. CAB International, Wallingford. UK, 410 p.
- Figueroa, Judith. (2012). Presencia del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) en el bosque tropical amazónico del Perú. *Acta zoológica mexicana*, 28(3), 594-606. Recuperado el 14 de julio 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372012000300008&lng=es&tlng=es.
- Figueroa, J., Stucchi, M. y Rojas-Verapinto, R. (2016). Modelación de la distribución del oso andino *Tremarctos ornatus* en el bosque seco del Marañón (Perú). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.008>
- Figueroa, J. y Stucchi, M. (2009). *El oso andino: alcances sobre su historia natural*. Lima, Perú: Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad., Primera Edición. Lima, Perú. 105 pp
- Fick, S.E. y Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: nuevas superficies climáticas de resolución espacial de 1 km para áreas terrestres globales. *International Journal of Climatology*, 37 (12): 4302-4315.
- Filipczyková, E., Heitkönig, I. M. A., Castellanos, A., Hantson, W. y Steyaert, S.M.J.G. (2016). Marcado del comportamiento de los osos andinos en un bosque nuboso ecuatoriano: un estudio piloto. *Ursus*, 27(2), 122–128. <http://www.jstor.org/stable/44751850>
- Fonseca Carreño, N. y Vega Baquero, Z. (2019). Sostenibilidad como estrategia de competitividad empresarial en sistemas de producción agropecuaria. *Estrategia organizacional*, 8. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-estrategica-organizacio/article/view/3168/3170>
- Garshelis, D.L. (2009). Family Ursidae (Bears). – En: Wilson, D.E. y Mittermeier, R.A. (eds.), *Handbook of the mammals of the world. Volume 1 Carnivores*. Lynx Edicions, New York, USA, pp: 448–497.
- Goldstein, I., Velez-Liendo, X., Paisley, S. y Garshelis, D.L. (2008). *Tremarctos ornatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008.*, 8235, p.

eT22066A9355162.

- Goldstein, I. y Kattan, G. (2001). El oso frontino como especie del paisaje. IV simposio Internacional de Desarrollo Sostenible: La Estrategia Andina para el siglo XXI. – La Gestión de la Biodiversidad. Áreas Protegidas y Áreas Vulnerables. Mérida, Venezuela, pp 2–23
- González–Maya, J.F., Galindo–Tarazona, R., Urquijo, M.M., Zárate, M., Parra–Romero, A. (2017). El Oso Andino en el Macizo de Chingaza. Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá D.C., Corporación Autónoma Regional del Guavio, Parques Nacionales Naturales de Colombia & Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras, Colombia
- González, F.N., Neira-Llerena, J., Llerena, G. y Ceballos, H. (2016). Small vertebrates in the spectacled bear’s diet (*Tremarctos ornatus* Cuvier, 1825) in the north of Peru *Revista Peruana de Biología*, 23(1), 61–66. <https://doi.org/10.15381/rpb.v23i1.11834>
- González-Varo, J. P., Fedriani Laffite, J. M. y Suárez-Esteban, A. (2015). Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals: functional traits. *Ecosistemas*, 24(3), 43–50. <https://doi.org/10.7818/ecos.2015.24-3.07>
- Grijalva, T. y Otalvaro, J. (2010). Zonificación ecológica-ambiental y propuesta de manejo del Cantón Pimampiro – Provincia de Imbabura. (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Gutiérrez Hernández, O. y García, L. (2018). Incidencia de *Xylella fastidiosa* en las Islas Baleares y distribución potencial en la península ibérica. *Revista Científica de la Universidad de Alicante*, Redalyc, 69, 55–71. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/176/17656164004/17656164004.pdf>
- Haeckel, E. (1998). La ecología como objeto de estudio. *Historia*, (Dobzhansky 1973), 1–9.
- Hernández-Ladrón De Guevara, I., Rojas-Soto, O.R., López-Barrera, F., Puebla-Olivares, F. y Díaz-Castelazo, C. (2012). Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista chilena de historia natural*, 85(1), 89–100. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100007>
- Herrera, C. y Pellmyr, O. (2002). Plant–Animal Interactions: An Evolutionary

- Approach. Ed. Blackwell Science, Oxford. 313 p.
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P. y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* (25), 1965-1978. FALTA EL NUMERO
- Huaypar Loayza, K. H., Marquez, R. y Jara, N. (2020). Ocupación del Oso Andino *Tremarctos ornatus* en el Área de Conservación Regional Choquequirao, Cusco. *Q'EUÑA*, 10(1), 19-26. <https://doi.org/10.51343/rq.v10i1.316>
- Kattan, G., Hernández, O.L., Goldstein, I., Rojas, V., Murillo, O., Gómez, C., Cuesta, F. (2004). Range fragmentation in the spectacled bear *Tremarctos ornatus* in the northern Andes. *Oryx*, 38(2), 155–163. <https://doi.org/10.1017/S0030605304000298>
- Lasso, E. y Santiago Barrientos, L. (2015). Epizoocoria por medio de iguanas en el bosque seco: ¿un mecanismo de dispersion de semillas pasado por alto? *Colombia Forestal*, 18(1), 151.
- Linares Mazariegos, R. M., Tovilla Hernández, C., y de la Presa Pérez, J.C. (2016). Educación ambiental: una alternativa para la conservación del manglar. *Madera y Bosques*, 10, 105–114. <https://doi.org/10.21829/myb.2004.1031270>
- Mckey, D. (1975). The ecology of coevolved seed dispersal system. – En: Gilbert, L.E. and Raven, P.H.(eds.), *Coevolution of animals and plants*. University of Texas, Texas, USA, pp: 159–191.
- Malacalza, L. (2013). Ecología y ambiente. En *Ecología de la ciudad*. Recuperado de: https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/doc_num.php?explnum_id=332
- Martínez-Méndez, N., Aguirre-Planter, E., Eguiarte, L.E. y Jaramillo-Correa, J.P.. (2016). Modelo de nicho ecológico de las especies del género *Abies* (Pinaceae) en México: Algunas implicaciones taxonómicas y para la conservación. *Botanical Sciences* 94(1): 5-24. DOI: <https://dx.doi.org/10.17129/botsci.508>
- Marenco, R.A. y Antezana-Vera, S.A. (2021). El analisis de regresion por componentes principales muestra el efecto libre de colinealidad de variables climaticas subestimadas sobre el crecimiento de los arboles en la Amazonia central. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 482+. <https://link.gale.com/apps/doc/A663612565/IFME?u=anon~c71498c4&sid=>

googleScholar&xid=005f50da1

- Márquez, G. y Pacheco, V. (2011). Nuevas evidencias de la presencia del Oso Andino (*Tremarctos ornatus*) en las Yungas de Puno, el registro más austral de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 377–380. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i3.14>
- Martínez-Méndez, N., Aguirre-Planter, E., Eguiarte, L.E. y Jaramillo-Correa, J.P.. (2016). Modelo de nicho ecológico de las especies del género *Abies* (Pinaceae) en México: Algunas implicaciones taxonómicas y para la conservación. *Botanical Sciences*, 94(1): 5-24. DOI: <https://dx.doi.org/10.17129/botsci.508>
- Medel, R., Aizen, M.A. y Zamora, R. (2009). Ecología y Evolución de interacciones Planta–Animal. 1ra. edición. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 399 p. ISBN: 978- 956-11-2092-1
- Meza Mori, G., Barboza Castillo, E., Torres Guzmán, C., Cotrina Sánchez, D. A., Guzmán Valqui, B. K., Oliva, M., Bandopadhyay, S., et al. (2020). Predictive Modelling of Current and Future Potential Distribution of the Spectacled Bear (*Tremarctos ornatus*) in Amazonas, Northeast Peru. *Animales*, 10(10), 1816. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/ani10101816>
- Ministerio del Ambiente. (2021). Plan de Transición Ecológica. Recuperado el 25 de enero 2022 de <https://www.ambiente.gob.ec/sostenibilidad-y-crecimiento-economico-ecuador-arranco-su-transicion-ecologica/>
- Mondolfi, E. (1989). Notes on the distribution, habitat, food habits, status and conservation of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) in Venezuela. *Mammalia* 53:525-544.
- Morales. (2011). El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas.
- Naciones Unidas. (2018). Día Internacional de la Diversidad Biológica, 22 de mayo. *Web*.
- Navarro, M., Jove, C. y Ignacio, J. (2020). Modelamiento de nichos ecológicos de flora amenazada para escenarios de cambio climático en el departamento de Tacna - Perú. *Colombia Forestal*, 23(1), 51-67. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14866>
- Naveda-Rodríguez, A., Paredes, D., Utreras, V. y Zapata-Ríos, G. (2017).

- Extensión de presencia y área de ocupación del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en Ecuador. 25 CONFERENCE ON BEAR RESEARCH AND MAGAMENT, 20–24.
<https://library.wcs.org/doi/ctl/view/mid/33065/pubid/PUB22447.aspx>
- Novoa, S., Cadenillas, R. y Pacheco. (2011). DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS EN BOSQUES DEL PARQUE NACIONAL CERROS DE AMOTAPE, TUMBES, PERÚ. *Mastozoología Neotropical*, 18(1), 81-93.
- Noss, A. y Maffei, L. (2013). *Estudio de heces: reconocimiento, registro y almacenaje..* Recuperado el 28 de enero 2013 de <https://docs.google.com/file/d/0Bzj9kwN98RshQlp2Um5ld29HWUk/edit>
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D. y Tucto, A. (2014). Manual Recolección De Semillas De Especies Forestales Nativas: Experiencia En Molinopampa, Amazonas - Perú. *Itto*, 1, 20. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1418.pdf>
- Ortiz Hernandez, D. y Ortiz, F. (2020). Modelado de distribución geográfica del oso andino bajo escenarios de cambio climático en Colombia. Universidad de Nariño.
<http://186.28.225.13/bitstream/123456789/2147/3/2020Diego%20Ortiz%20Hern%c3%a1ndez.pdf>
- Osorio-Olvera L., Lira-Noriega, A., Soberón, J., Townsend Peterson, A., Falconi, M., Contreras-Díaz, R.G., Martínez-Meyer, E., Barve, V. y Barve, N. (2020), ntbox: an R package with graphical user interface for modeling and evaluating multidimensional ecological niches. *Métodos Ecol Evol.* 11, 1199–1206. doi:10.1111/2041-210X.13452. <https://github.com/luismurao/ntbox>
- Pacheco, L. y Simonetti, J. (1998). Consecuencias demográficas para *Inga ingoides* (Mimosoidae) por la pérdida de *Ateles paniscus* (Cebidae), uno de sus dispersores de semillas. *Ecología en Bolivia*, 67–90
- Pauta, R., Mayorga, D. y Castro, E. (2019). Uso de sistemas de información geográfica SIG para la elaboración de planos de fincas agrícolas. *Opuntia Brava*, 11(1), 217-223. Recuperado a partir de <http://200.14.53.83/index.php/opuntiabrava/article/view/714>

- Peñaranda Barrios, E., Castro Claros, J., Hurtado Vásquez, J., Mcphee, N., Sánchez Arancibia, O. Y Palacios Arancibia, M. (2021). Registros del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) en el Subandino Sur de Bolivia. *Acta Zoológica Lilloana*, 65(1), 17-32.
<https://doi.org/10.30550/j.azl/2021.65.1/2021-03-11>
- Pérez-García, B., Liria, J., Leal-Sánchez, R., Nieto-Caicedo, L. y Guerrero-Donoso, E. (2020). *Thraulodes marreroi* Chacón, Segnini y Domínguez (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae): nuevos registros para Venezuela y un análisis sobre su distribución Neotropical mediante el modelo de nicho ecológico. *Revista chilena de entomología*, 46(3), 509-520.
<https://dx.doi.org/10.35249/rche.46.3.20.17>
- Peterson, A. T., V. Sánchez-Cordero, E. Martínez-Meyer, y A. Navarro-Sigüenza. (2006). Tracking population extirpations via melding ecological niche modeling with land-cover information. *Ecol. Model.* 195: 229-236.
- Peyton, B. (1980). Ecology, Distribution and Food habits of Spectacled Bears, *Tremarctos ornatus*, in Peru. *Journal of Mammalogy* 61(4): 639–652.
- Peyton, B. (1999). Status and Management of the Spectacled Bear in Perú. pp: 182–193. en: Servheen, C., Herrero, S. and Peyton, B. (eds.), Spectacled Bear Action Plan - Bears Status Survey and Conservation Action Plan. UICN/SSC, Gland. 157–198.
- Phillips, C. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, (31), 161-175.
- Phillips, S.J. y Dudík. M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a com-prehensive evaluation. *ecography*, 31:161–175.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. y Schapire. R.E., (2006). Modelling Distribu-tion and Abundance with Presence Only-Data. *Journal of applied ecology*, 43, 405-412.
- Polo, (2013). Amenazas. Año 2002 En: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, GM. Quito, Ecuador.
- Portillo Reyes, H.O. y Elvir, F. (2015). REGISTROS Y DISTRIBUCIÓN

- POTENCIAL DEL JAGUAR (*Panthera onca*) EN HONDURAS. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Epoca)*, 5(2), 55. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2015.5.2.210>
- Reynoso, R., Pérez, M.J., López, W., Hernández, J., Muñoz, H.J. Vidal, J. y Reynoso, M.D. (2018). El nicho ecológico como herramienta para predecir áreas potenciales de dos especies de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 47-68. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.114>
- Rivadeneira–Canedo, C. (2008). Estudio del oso andino (*Tremarctos ornatus*) como dispersor legítimo de semillas y elementos de su dieta en la región de Apolobamba–Bolivia. *Ecología en Bolivia* 43(1):29–40. ISSN 1605-2528.
- Rivadeneira-Canedo, C. (2015). Spectacled bear diet in the Apolobamba and Madidi highlands in Northern of La Paz, Bolivia. - *Revista del Instituto de Ecología*, 44(1), 29–39.
- Rojas-Robles, Rosario, Gary Stiles, F, y Muñoz-Saba, Yaneth. (2012). Frugivoría y dispersión de semillas de la palma *Oenocarpus bataua* (Arecaceae) en un bosque de los Andes colombianos. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1445-1461. Retrieved July 18, 2021, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442012000400004&lng=en&tlng=es.
- Ron, (2009) Modeling of species distributions with new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2),161–175.
- Sánchez, (2012). Factores que afectan el riesgo de cacería del oso andino en la cordillera de Mérida, Venezuela: Espacio, Parque y Personas.
- Sánchez, C. (2015). *Composición florística en la dieta de Tremarctos ornatus Cuvier “oso de anteojos”*. (August), 35–41. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3505.0725>
- Sánchez-Cortez, J.L., Arredondo-García, M.C., Leyva-Aguilera, C., Ávila-Serrano, G., Figueroa-Beltrán, C. y Mata-Perelló, J.M. (2017). Participación comunitaria y percepción social en Latinoamérica. *Ambiente y Desarrollo*, 21(41), 61-77.
- Sandoval-Guillén, P. y Yáñez-Moreta, P. (2019). Aspectos biológicos y ecológicos del oso de anteojos (*Tremarctos Ornatus*, Ursidae) en la zona andina de

- Ecuador y perspectivas para su conservación bajo el enfoque de especies paisaje. *La Granja*, 30(2), 19–27. <https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.02>
- Santana, I. Y Gómez-Carrillo, R. (2017). Conflicto del oso andino (*Tremarctus ornatus*) con actividades antrópicas en Zetaquirá-Boyacá. *Conexión Agropecuaria JDC*, 7(1), 33-45. Recuperado a partir de <https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/conexagro/article/view/570>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de Creación de Oportunidades. Secretaría Técnica del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa.
- Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010 y un acercamiento a los próximos 10 años. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trend. Quito, Ecuador.
- Soberon, (2012). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190/3-4 pp 231-259, 2006.
- Soberón y Nakamura, (2009). Niches and distributional areas: concepts, methods and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* (106), 19644- 19650
- Sreekumar, P.G. y Balakrishnan, M. (2002). Seed al by the sloth bear (*Melursus ursinus*) in South India. – *Biotropica* 34(3): 474–477.
- Tapia, G., Altamirano, M. y Castellanos, A. (2005). Ecología y comportamiento de osos andinos reintroducidos en la Reserva Biológica Maquipucuna, Ecuador: Implicaciones en la conservación. *Politécnica*, 26 (1) *Biología*,6(1), pp-pp.
- Tiffney, B.H. (2004). Vertebrate dispersal of seed plants through time. *Annals Rev. Ecololy, Evolution and Systematic* 35: 1–29.
- Tirira, D. (2007). Nuevos registros y ampliación del rango de distribución de algunos mamíferos del Ecuador. Biodigital.<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4747/1/Registros%20Distribucion%20Mam%C3%ADferos%20Ecuador%202007%20Biologia7.pdf>
- Toraracchi, S. (2005). *Deforestación de bosques Montanos y patrones de pérdida de hábitats en la región sur del Ecuador*. 1–20. Recuperado de <http://sig.utpl.edu.ec/sigutpl/staftpro/sig/paperambiental.PDF>

- Torres, D. (2008). Caracterización de conflictos socio-espaciales entre la ganadería y los Grandes Mamíferos Carnívoros en el Sector Cuenca del Río Nuestra Señora. Parque Nacional Sierra Nevada, Venezuela. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes.
- Troya, V., Cuesta, F. y Peralvo, M. (2004). Food habits of Andean bears in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus*, 15(1), 57–60. [https://doi.org/10.2192/1537-6176\(2004\)015<0057:fhoabi>2.0.co;2](https://doi.org/10.2192/1537-6176(2004)015<0057:fhoabi>2.0.co;2)
- Varela-Losada M., Vega-Marcote P., Pérez-Rodríguez U., Álvarez-Lires M. (2016) Going to action? A literature review on educational proposals in formal Environmental Education. *Environmental Education Research* 22(3), 390-421. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1101751>
- Vaughan, R. M. (2009). The influence of food availability on American black bear (*Ursus americanus*) physiology, behavior and ecology. – In: Oi, T., Ohnishi, N., Koizumi, T. & Okochi, I. (eds.), *Biology of Bear Intrusions*. FFPRI Scientific Meeting Report 4. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan, pp: 9–17.
- Velázquez-Escamilla, T.L., Díaz-Castelazo, C., Ruiz-Guerra, B. y Velázquez-Rosas, N. (2019). Síndromes de dispersión de semillas en comunidades de bosque mesófilo de montaña, en la región centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 97(4), 568-578. Epub 04 de febrero de 2020. <https://doi.org/10.17129/botsci.2095>
- Wright, S. J., & Duber, H. C. (2001). Poachers and Forest Fragmentation Alter Seed Dispersal, Seed Survival, and Seedling Recruitment in the Palm *Attalea butyraceae*, with Implications for Tropical Tree Diversity¹. *BIOTROPICA*, 33(4), 583. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/1537/Wright_and_Duber.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yan, H., Feng, L., Zhao, Y., Feng, L., Wu, D. y Zhu, C. (2020). Prediction of the spatial distribution of *Alternanthera philoxeroides* in China based on ArcGis and Maxent. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00856.
- Young, Carter y Evangelista, (2011). Identifying polymorphic microsatellite loci

for Andean bear research. *Ursus* (20), 102-108.

ANEXOS

Anexo 1. Semillas obtenidas de las fecas

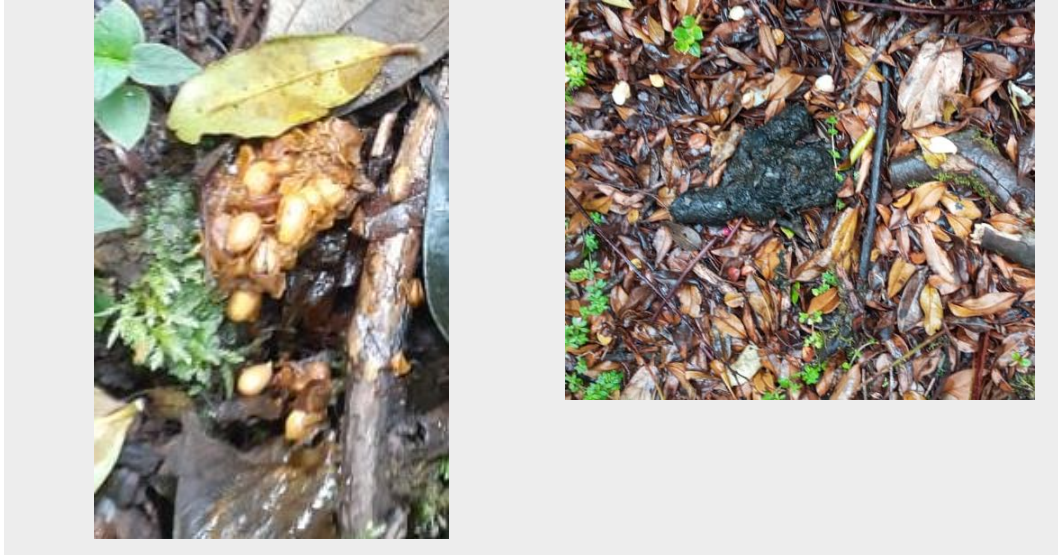
	
<p><i>Bomarea</i> sp</p>	<p><i>Tillandsia</i> sp.</p>
	
<p><i>Saurauia cuatrecasiana</i> R. E.</p>	<p><i>Phyllanthus salviifolius</i> kunth</p>



Gaultheria sp.

Anexo 2. Muestras fecales de *Tremarctos ornatus*





Anexo 3. Talleres de Sensibilización sobre las amenazas que tiene esta especie y los posibles impactos ambientales que se podrían dar al desaparecer esta especie



Anexo 4. Instalación de cámaras trampa





Anexo 5. Toma de puntos gps de ubicación del área de protección



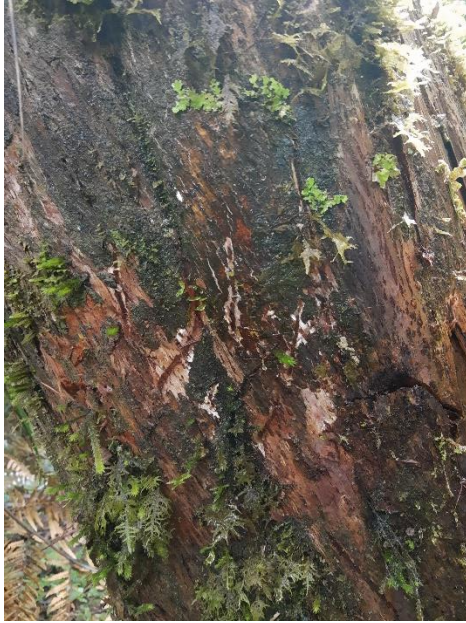
**Anexo 6. Capacitar sobre la vigilancia y evitar tala de especies vegetales
esenciales**



Anexo 7. Promover la recuperación de bosques y paramos en la parroquia



Anexo 8. Rastros de *Tremarctos ornatus*



Anexo 9. Análisis de la germinación de las semillas



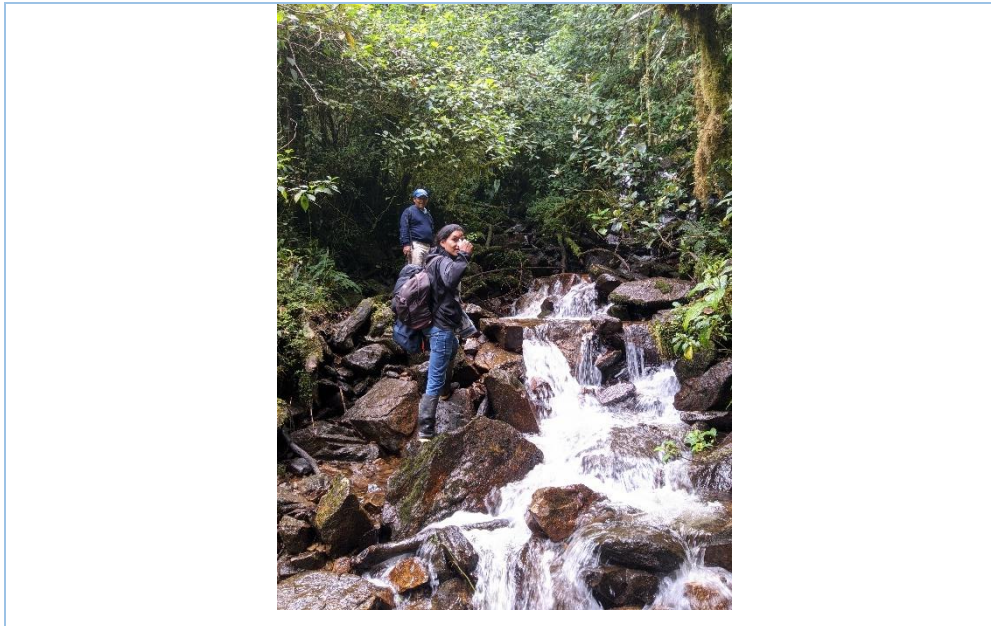
Anexo 10. Áreas de estudio

Ramos Danta

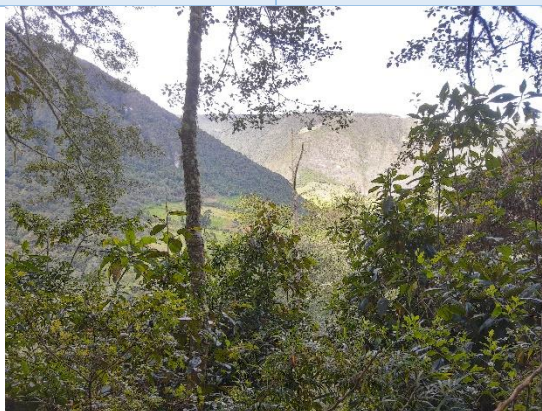


La Floresta





Shanshipamba



La Esperanza



Anexo 11. Ficha técnica de descripción de feca

DATOS DE MUESTRAS FECALES COLECTADAS	
FECHA:	
COLECTOR(ES):	
CODIGO DE MUESTRA FECAL:	
LUGAR:	COORDENADAS:
	ALTITUD:
	TIPO DE VEGETACIÓN:
	INCIDENCIA DE LUZ ()claro de bosque ()sombra de vegetación
CARACTERÍSTICAS DE LA FECA:	
COLOR.....	
OLOR.....	
GRADO DE HUMEDAD ()alto ()medio ()bajo	
EDAD ()fresco ()casi fresco ()antiguo ()indeterminado	
OBSERVACIONES (restos de comida, rasguños, huellas, etc):	