



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TESIS**

**EFFECTO DE BORDE DE LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA EN  
LA DENSIDAD POBLACIONAL DE *Ranitomeya reticulata* (ANURA:  
DENDROBATIDAE) EN EL BOSQUE DEL HUAYO-CIEFOR,  
LORETO, PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO**

**PRESENTADO POR:**

**FERNANDO JUNIOR SIFUENTES GARAY**

**ASESOR:**

**Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2024**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



# UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 008-CGT-UNAP-2024

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante sala presencial, a los 25 días del mes de abril del 2024, a las 8:00 horas se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: "EFECTO DE BORDE DE LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA EN LA DENSIDAD POBLACIONAL DE *Ranitomeya reticulata* (ANURA: DENDROBATIDAE) EN EL BOSQUE DEL HUAYO-CIEFOR, LORETO, PERÚ", presentado por el bachiller FERNANDO JUNIOR SIFUENTES GARAY, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N°159-2024-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de BIÓLOGO, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y Dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DECANAL N°443-2023-FCB-UNAP, de fecha 20 de noviembre de 2023, integrado por los siguientes Profesionales:

Blgo. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr.	Presidente
Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA. M.Sc.	Miembro
Blga. ETERSIT PEZO LOZANO, M.Sc.	Miembro



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron absueltas:

satisfactoriamente

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido aprobados con la calificación de Buena estando el Bachiller apto para obtener el Título Profesional de BIÓLOGO.



Siendo las 9:15 horas se dio por terminado el acto de sustentación.

Blgo. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr.  
Presidente

Blga. ETERSIT PEZO LOZANO, M.Sc.  
Miembro

Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA. M.Sc.  
Miembro

Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.  
Asesor

**JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR**



.....  
**Blgo. ROBERTO PEZO DIAZ, Dr.**  
**PRESIDENTE**

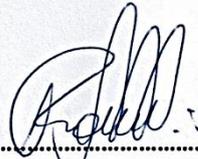


.....  
**Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, M.Sc.**  
**MIEMBRO**



.....  
**Blga. ETERSIT PEZO LOZANO, M.Sc.**  
**MIEMBRO**

**ASESOR**



.....  
**Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.**

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**FCB\_TESIS\_SIFUENTES GARAY.pdf**

AUTOR

**FERNANDO JUNIOR SIFUENTES GARAY**

RECuento DE PALABRAS

**5566 Words**

RECuento DE CARACTERES

**29561 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**25 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**492.2KB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 15, 2024 11:04 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 15, 2024 11:05 PM GMT-5**

## ● 12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

## ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

## DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mi Madre, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

A mi familia quienes son el motivo para no desfallecer y me dan fuerzas para continuar.

A mi Adelita, por enseñarme a tener un **corazón de niño**, quien ahora goza de la vida eterna.

**Fernando Sifuentes**

## **AGRADECIMIENTO**

A la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por la formación profesional brindada.

Al Blgo. Rommel Roberto Rojas Zamora, Dr., por su apoyo y el asesoramiento acertado durante la ejecución del presente trabajo de tesis e incrementar mis conocimientos en el aspecto profesional; por enseñarme e inculcarme sus conocimientos sobre la biología.

Al Blgo. Willy Rafael Sandoval Meza. Por ser el incitador a que esta tesis se realice.

Al Sr. Wilbert Enrique Rivas Leguía. por los consejos y especialmente por confiar en mí.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

## ÍNDICE

	Páginas
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESOR	iv
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	5
1.3 Definiciones de términos básicos	6
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	7
2.1 Formulación de la hipótesis	7
2.2 Variable y sus operacionalizaciones	8
CAPITULO III: METODOLOGÍA	10
3.1 Diseño metodológico	10
3.2 Diseño muestral	10
3.2.1 Población de estudio	10
3.2.2 Tamaño de la muestra de estudio	10
3.2.3 Criterios de selección de la muestra	10

<b>3.3</b>	<b>Procedimiento de recolección de datos</b>	<b>10</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Métodos de parcelas</b>	<b>10</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Diseño de muestreo</b>	<b>11</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Procesamiento y análisis de datos</b>	<b>12</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Aspectos éticos</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b>		<b>14</b>
<b>4.1.</b>	<b>Efecto de borde de la carretera Zungarococha en la abundancia poblacional de <i>Ranitomeya reticulata</i> en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú.</b>	<b>14</b>
<b>4.2.</b>	<b>Asociación del efecto de la carretera Zungarococha entre la abundancia de árboles con la abundancia poblacional de <i>Ranitomeya reticulata</i> en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú</b>	<b>16</b>
<b>4.3.</b>	<b>Efecto de las variables ambientales (humedad relativa y temperatura) con la abundancia poblacional de <i>Ranitomeya reticulata</i> en relación a la distancia de la carretera Zungarococha en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú.</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO V: DISCUSION</b>		<b>20</b>
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES</b>		<b>22</b>
<b>CAPITULO VII: RECOMENDACIONES</b>		<b>23</b>
<b>CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>24</b>
<b>ANEXOS:</b>		<b>29</b>
	<b>Anexo 1. Estadística complementaria</b>	<b>29</b>
	<b>Base de datos colectado en campo</b>	<b>32</b>
	<b>Especies de árboles detectadas en cada parcela muestreada</b>	<b>34</b>
	<b>Colecta de información en campo</b>	<b>36</b>

## INDICE DE TABLAS

- Tabla N° 1.** Ubicación de las Parcelas y la distancia en relación a la carretera Zungarococha. 11
- Tabla N° 2.** Valores estadísticos de la abundancia de individuos de *Ranitomeya reticulata* en 10 parcelas a diferentes distancias del borde de la carretera de Zungarococha, Departamento de Loreto, Perú, 2023 15
- Tabla N° 3.** Valores estadísticos entre la abundancia de individuos de árboles en 10 parcelas a diferentes distancias del borde de la carretera de Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023 16

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.</b> Diseño de muestreo que será aplicado en este estudio.	12
<b>Figura N° 2.</b> Análisis de regresión lineal entre la abundancia de individuos de <i>Ranitomeya reticulata</i> y la distancia del borde la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023	14
<b>Figura N° 3.</b> Variación de la densidad de individuos por parcelas analizadas y distancias de individuos de <i>Ranitomeya reticulata</i> de la carretera de Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023	15
<b>Figura N° 4.</b> Asociación entre la abundancia de árboles con la abundancia poblacional de <i>Ranitomeya reticulata</i> en 10 parcelas a diferentes distancias del borde de la carretera de Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023	17
<b>Figura N° 5.</b> Análisis de regresión lineal entre la húmedas relativa (%) y abundancia de individuos en la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023	18
<b>Figura N° 6.</b> Variación de la humedad relativa (%) en diferentes distancias en individuos de <i>Ranitomeya reticulata</i> y la distancia del borde la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023.	18
<b>Figura N° 7.</b> Análisis de regresión lineal entre la temperatura (°C) y abundancia de individuos en la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023	19
<b>Figura N° 8.</b> Variación de la temperatura (°C) en diferentes distancias en individuos de <i>Ranitomeya reticulata</i> y la distancia del borde la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023.	19

## RESUMEN

La Amazonia posee una gran riqueza de especies de anfibios que vienen siendo diezmadas por la destrucción de sus hábitats bajo efecto de la construcción de carreteras, lo que genera un efecto de borde en sus poblaciones y posterior extinción local. Este trabajo se realizó de mayo a agosto del 2023 y tuvo por objetivo principal evaluar el efecto de borde de la carretera Zungarococha sobre la densidad poblacional de *Ranitomeya reticulata* (Anura: Dendrobatidae) en el tramo del bosque del Huayo-CIEFOR, Loreto. Fue realizado un diseño de muestreo de observación directa (*Visual encounter survey*) desde el borde de la carretera hasta los 310 m. dentro del bosque, que consistió en 10 parcelas de 30 x 30 m en los bosques del Centro de investigación y enseñanza forestal- CIEFOR. Se obtuvieron datos de abundancia de la especie y el número de árboles y las variables ambientales de humedad relativa (%) y temperatura (°C) dentro de cada parcela. Se realizaron análisis de regresión lineal, correlaciones y análisis de varianza entre las variables en estudio. Los resultados indicaron un efecto positivo y significativo entre la distancia de la carretera y la abundancia de *Ranitomeya reticulata* ( $R^2$ : 0.31) en al menos 200 m. desde el borde de la carretera; el análisis de correlación entre la abundancia de árboles y la abundancia poblacional resultó no significativo y el análisis de regresión de la humedad relativa (%) y temperatura (°C) tuvo un efecto significativo positivo para humedad relativa ( $R^2$ : 0.204) y negativo para temperatura ( $R^2$ : -0.412). Basados en los resultados se concluye que existe un efecto de borde de al menos 200 m. de la carretera Zungarococha en la abundancia de *Ranitomeya reticulata* (Anura: Dendrobatidae) e indicó una marcada influencia de la temperatura y humedad relativa respecto a la distancia con la carretera. Es necesario implementar un programa de monitoreo biológico con el fin de mantener las poblaciones fragmentadas de las especies de anfibios en los bosques del CIEFOR.

Palabras clave: Amazonia, anfibios, conservación, efecto de borde, fragmentación

## ABSTRACT

The Amazon has a great amphibian richness species and have been decimated by the destruction of their habitats due to the construction of roads, which generates an edge effect on their populations and subsequent local extinction. The study was made from may ton august 2023 with main objective of this work was to evaluate some ecological impacts of the Zungarococha highway on the population density of *Ranitomeya reticulata* (Anura: Dendrobatidae) department of Loreto, Peru. A sampling design using visual encounter survey was carried out from the edge of the road to 310 m. within the forest, which consisted of 10 plots of 30 x 30 m in the forests of the Center for Forestry Research and Education-CIEFOR. Data on the abundance of the species and the number of trees and the environmental variables of relative humidity (%) and temperature (°C) were obtained within each plot. Regression analysis, correlations and analysis of variance were performed between the variables under study. A positive and significant effect was recorded between the distance from the road and the abundance of *Ranitomeya reticulata* specimens ( $R^2$ : 0.31) in at least 200 m. from the roadside; the correlation analysis between the abundance of trees and the population abundance of *Ranitomeya reticulata* was not significant and the regression analysis of relative humidity (%) and temperature (°C) had a significant effect ( $R^2$ : 0.204 and ( $R^2$ : -0.421) in the abundance of *Ranitomeya reticulata* specimens. Based on the resultswe concluded that there are negative ecological impacts of the Zungarococha highway on the population abundance of *Ranitomeya reticulata* (Anura: DENDROBATIDAE), being that there is a marked edge effect along with temperature and humidity in relation to the distance from the road It is necessary to implement a biological monitoring program in order to maintain fragmented populations of amphibian species in CIEFOR forests.

Key- words: Amazon, amphibians, conservation, edge effect, fragmentation

## INTRODUCCION

La Amazonia posee una gran diversidad de especies de anfibios, siendo el Perú uno de los países con mayor riqueza, con una estimación aproximada de 356 especies reportadas (1). El departamento de Loreto posee aproximadamente 232 especies (2). Sin embargo, en la actualidad esta diversidad se encuentra altamente amenazada, producto de factores antropogénicos como la fragmentación y destrucción de sus hábitats por la construcción de carreteras (3–6).

La construcción de carreteras en la Amazonia provoca la fragmentación de los bosques, generando cambios en los procesos ecológicos, con una influencia marcada en los efectos de borde (7). La fragmentación del paisaje es uno de los rasgos más comunes en los ecosistemas tropicales (8,9). La causa de ello está directamente relacionada a los usos de la tierra en la amazonia que realizan las comunidades urbanas y rurales, las cuales están influenciadas por factores económicos, sociales, culturales, institucionales y tecnológicos (10–12). La mayoría de las veces se suele producir por construcciones de carretas, en donde se destruye gran cantidad de árboles, esto provocan cambios macro y micro escala ecológica, hasta el punto de alterar las condiciones ambientales y las comunidades biológicas, y sus impactos pueden llegar a lo más profundo de los interiores de los bosques lejos de los bordes causando disminución poblacional y extinción local de las especies (13–16).

Entre las especies que son sensibles a la modificación ecológica se encuentran los anfibios, cuyo rol es indispensable en el ciclo de la energía y los nutrientes con una gran biomasa en los ecosistemas y con una ecología funcional como depredador, presa y dispersor de semillas (17). Así mismo, en la actualidad diversos estudios indicaron que los anfibios se encuentran en un gran declive poblacional producto del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* y se encuentran bajo una gran presión de la destrucción y fragmentación de los hábitats en la Amazonia (18).

Un estudio previo con anfibios indico que el impacto de las trochas permanentes tiene una influencia de aproximadamente 500 metros dentro de los bosques (13), lo que podría modificar la estructura de las comunidades biológicas. Por otro lado, se prevé la construcción de la carretera Zungarococha en el 2024-2025, la cual traerá consigo una modificación ecológica en los bosques del CIEFOR, bosques que son un refugio de vida silvestre urbana; es por esta razón que si se logra entender cómo responden las distribuciones de las poblaciones de los anfibios, usando como modelo la especie *Ranitomeya reticulata* al impacto de la carretera, se podrá predecir los impactos a largo plazo de la fragmentación, basándose en los cambios en los procesos ecológicos de la abundancia poblacional, modificación del hábitat y los valores ambientales (19,20, 21, 22).

Por este motivo, en el presente estudio, tuvo como pregunta de investigación: ¿cuál es el efecto de borde de la de la carretera Zungarococha en la densidad poblacional de *Ranitomeya reticulata* (Anura: Dendrobatidae) en el tramo del bosque del Huayo-CIEFOR, Loreto, Perú?

Para responder esta pregunta se trazó el objetivo general de: Evaluar el efecto de borde de la carretera Zungarococha sobre la densidad poblacional de *Ranitomeya reticulata* (Anura: Dendrobatidae) en el tramo del bosque del Huayo-CIEFOR, Loreto, Perú.; y como específicos: Identificar la distancia de efecto de borde de la carretera Zungarococha en la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú; asociar el efecto de la carretera Zungarococha de la abundancia de árboles con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú y finalmente, conocer el efecto de las variables ambientales (temperatura y humedad relativa) con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en relación a la distancia de la carretera Zungarococha en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes**

En 2018, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativa y diseño experimental que incluyó como población de estudio los anuros de la reserva nacional Pucacuro. La investigación determinó el efecto de borde en comunidades de anfibios desde 0 metros hasta 500 metros dentro del bosque. Los resultados indicaron la existencia de influencia del efecto de borde hasta 300 metros dentro del bosque, existiendo especies indicadoras de cambio de comunidades en relación al borde, como es el caso de *Rhinella margaritifera* y *Chiasmocleis bassleri*. El trabajo concluyó indicando que los anfibios fueron buenos indicadores del efecto de borde, reportó las especies indicadoras e indicó la distancia del efecto de una trocha de uso permanente en la Reserva Nacional Pucacuro, departamento de Loreto-Perú (13).

En un estudio del 2019, fue llevado a cabo una investigación de tipo descriptiva y diseño no experimental con comunidades de anfibios en áreas fragmentadas que incluyó como población las comunidades de anfibios en los fragmentos urbanos de Columbia Británica. La investigación tuvo como objetivo describir los impactos de las carreteras a los fragmentos de bosques donde existen comunidades y especies de anfibios. La investigación determinó el proceso de extinción y coexistencia de las comunidades de anfibios en fragmentos de bosques. Los resultados indicaron que existe una pérdida de la diversidad genética en las comunidades, seguido por eventos de disminución poblacional y potenciales extinciones locales de las poblaciones con influencia de la modificación del hábitat por el aumento de la circulación de vehículos, el ruido y la migración de otras especies de animales. Los autores concluyeron que la fragmentación de los bosques por carreteras en las comunidades de anfibios son negativas y causan efectos de erosión genética y extinción local de especies (21).

En el 2023 fue realizado un estudio cuantitativo con diseño analítico y experimental que tuvo como población las termitas de la zona urbana de Manaus, Brasil. La investigación tuvo como objetivo principal determinar los impactos de la construcción de carreteras en la estructura de la comunidad de termitas en un fragmento de bosque amazónico llevando en

consideración la variación en la temperatura, suelo y humedad. Los resultados del estudio indicaron que en distancias de hasta 81 m de las carreteras, los cambios en la humedad del suelo se relacionaron significativamente con los cambios en la composición de especies sin correlación entre la temperatura y la riqueza especies. Los autores concluyeron que existe un impacto de distancias menores de 100 m desde la carretera en las comunidades biológicas (22).

En el 2016 fue realizado un estudio de tipo cuantitativo y diseño experimental, que tuvo como población los anfibios y reptiles neotropicales. La investigación tuvo como objetivo principal probar el efecto de borde en anfibios y reptiles en diferentes ciudades amazónicas. La investigación reportó que el 96 % de todos los anfibios y el 90 % de todos los reptiles mostraron una respuesta de efecto de borde, con una disminución de la abundancia del 74.5 % de anfibios y del 57.3 % de reptiles al aumentar la proximidad a los bordes del bosque. Sin embargo, los efectos de borde por especie no siempre fueron consistentes, y algunas especies tuvieron respuestas de borde opuesto cuando se midieron en diferentes paisajes. La investigación concluyó que el efecto de borde en las especies de anfibios u reptiles en la amazonia se extiende hasta 250 m dentro del interior del bosque, lo que indica que los fragmentos de bosque tropical con un diámetro medio <500 m (área mínima≈78ha) no son adecuados para la mitad de las especies (23).

En 2021 un estudio de tipo cualitativo y de diseño no experimental tuvo como población las especies de anfibios del neotrópico. El estudio tuvo como objetivo principal realizar una recopilación de información sobre el impacto del borde en las especies de anfibios en plantaciones antrópicas. Los resultados indicaron la existencia de una mayor diversidad en las plantaciones de café y un efecto de borde elevado en un bosque de tipo eucalipto. La investigación concluyó que el efecto de borde, aun en áreas antrópicas, depende altamente de las condiciones abióticas del tipo de bosque (24).

## 1.2 Bases teóricas

### 1.2.1 Hábitat, nicho y selección y fragmentación de hábitat

Los patrones de distribución de las especies en los ecosistemas **amazónicos son el resultado de procesos evolutivos y ecológicos**. La ocupación del nicho ecológico en la amazonia considera una serie de condiciones y recursos que se combinan en un espacio multidimensional para la selección del hábitat de las especies. El hábitat se considera como el espacio físico donde la especie desarrolla sus actividades y que posee un rango optimo y de tolerancia fisiológica para resistir las condiciones ambientales para su sobrevivencia. Dentro del nicho ecológico, existe el nicho realizado que son los recursos y condiciones que usa la especie y el nicho fundamental que son los rangos óptimos de tolerancia que la especie puede resistir (25,26).

La selección de hábitat es un proceso evolutivo relacionado a la supervivencia y reproducción de las especies, generalmente investigado con datos de presencia, abundancia y rango de tolerancia de las especies (27). Cuando dos especies comparten un mismo hábitat y nicho, se tiende a la exclusión competitiva. Esta competición, también está limitada por la cantidad de recursos naturales del espacio y las condiciones intra e inter- específicas entre los organismos que ahí habitan (25,28).

La fragmentación y la pérdida de hábitat son considerablemente las causas principales de la disminución global de anfibios y reptiles (18). Los anfibios, son organismos que son usando como modelos de estudios ecológicos para evaluar el efecto de borde porque son vertebrados ectotérmicos con alta respuesta fisiológica de las modificaciones de los hábitats y son conocidos por ser sensibles a las perturbaciones ecológicas más pequeñas, además, muchas especies de anfibios ponen sus huevos en el agua corriente, y todos requieren ambientes húmedos para respiración subcutánea (29). Las condiciones climáticas y atributos estructurales que

proporcionan los bosques para los anfibios son importantes para su desarrollo, especialmente en su cobertura, humedad y temperatura (17). Condiciones que, si son modificadas, pueden influenciar en el desarrollo de nuevos procesos reproductivos de las especies.

La fragmentación de los ecosistemas amazónicos es un proceso ecológico para entender cómo las dinámicas de ocupación del suelo intervienen en la calidad de los bosques. Unas de las principales afectaciones que genera mayor interés nacional e internacional en la amazonia son los cambios que los fragmentos forestales manifiestan con el paso del tiempo en su interior, también llamado ecotonos, áreas de borde o simplemente bordes. Su origen se relaciona con el llamado efecto de borde, el cual supone la aparición de propiedades y dinámicas generadas por el contacto de los fragmentos de bosque con la parte externa, el cual modifica completamente la estructura de las comunidades ecológicas a través del cambio de las variables bióticas que generan variaciones en las condiciones del hábitat y el nicho (13,30,31) .

### 1.3 Definiciones de términos básicos

**Hábitat:** Área donde vive una especie, pueden ser relativamente extensas o pequeñas (32).

**Efecto de borde:** son las interacciones que se producen entre dos ecosistemas que pueden ser de diferente índole – abióticos, biológicos directos e indirectos.

**Nicho ecológico:** Suma de todos los factores abióticos y bióticos que actúan en un organismo, siendo el nicho la región en un espacio n-dimensional con condiciones idóneas donde una especie pueda sobrevivir (33).

**Distribución geográfica:** Zonas o área, de un determinado espacio geográfico con condiciones idóneas para el desarrollo y supervivencia de una especie (32).

**Ocurrencia de especies:** Presencia de individuos de una determinada especie.

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1 Formulación de la hipótesis

Los impactos ecológicos de la carretera Zungarococha en la población de *Ranitomeya reticulata* (Anura: Bufonidae) es negativo, existiendo relaciones negativas con la temperatura y humedad respecto a la distancia con la carretera.

## 2.2 Variable y sus operacionalizaciones

### Variables

**Variable independiente:** efecto de borde, abundancia de árboles, humedad relativa, temperatura, distancia

**Variable dependiente:** Abundancia de *Ranitomeya reticulata*

### Operacionalizaciones

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categoría	Valores de la categoría	Medio de verificación
Abundancia de especie	Abundancia de individuos por Km <sup>2</sup>	Cuantitativa	Ocurrencia de Individuos (ind. /km <sup>2</sup> )	Ordinal	Densidad (ind. /km <sup>2</sup> )	Alta Media Baja	- Base de datos - Libreta de campo
Efecto de borde	Influencia e interacción con un evento de deforestación con la abundancia de especies	Cuantitativa	Registros de Individuos por distancia de la carretera al interior del bosque (distancia/densidad)	Intervalo	Distancia (metros)	0-100 m 100-200 m 200-300 m 300-400 m 400-500 m 500-600 m	- Base de datos

						600-700 m 700-800 m 800-900 m 900-1000 m	
Abundancia y diversidad de arboles	Especies botánicas en un área geográfica	Cuantitativa	Índices de diversidad alfa	Razón	Índice de diversidad (Shannon)	Alta= Mayor 3.0 Media= 1.5-2-5 Baja= 0-1.0	- Base de datos - Análisis de datos
Variables ambientales (temperatura y humedad relativa)	Factores abióticos de un ecosistema	Cualitativa	Valores en equipos de medición	Razón	Valores (°C y %)	T° Temperatura a 0-100°C H°= Humedad relativa 0-100 %	- Base de datos

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño metodológico**

Este estudio de investigación se realizó durante los meses de mayo a agosto del 2023 en el departamento de Loreto, el cual se ubicó al noroeste peruano, es el territorio más extenso del país y abarca aproximadamente una superficie de 368 851 km<sup>2</sup>.

El tipo de estudio fue descriptivo no experimental, transversal y de diseño cuantitativo se describió las variables numéricas de acuerdo con los objetivos propuestos en la investigación.

### **3.2 Diseño muestral**

#### **3.2.1 Población de estudio**

Todos los individuos de *Ranitomeya reticulata* presentes en los fragmentos de bosques de la Amazonia peruana.

#### **3.2.2 Tamaño de la muestra de estudio**

Todos los individuos de *Ranitomeya reticulata* presentes en el fragmento del CIEFOR, puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú.

#### **3.2.3 Criterios de selección de la muestra**

Todos los individuos de *Ranitomeya reticulata* adultos, machos y hembras presentes en el fragmento del CIEFOR, puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú en diferentes distancias desde la carretera Zungarococha hasta el interior del bosque (0-1000 metros).

### **3.3 Procedimiento de recolección de datos**

Para la recolección de datos de este estudio de investigación se empleó:

#### **3.3.1 Métodos de parcelas**

Se establecieron 10 parcelas con medidas de 30x30 m, en cual fueron distribuidas de manera equitativamente, al lado derecho están situados 5 parcelas y al lado izquierdo 5 parcelas. La primera parcela estuvo ubicada a 130 metros de distancia, desde la entrada del bosque de CIEFOR que está junto a la carretera de Zungarococha. Fue usado una wincha para establecer las parcelas y el programa de Locus Map 4 Outdoor Navigation versión 4.12

para las medidas correspondientes de las parcelas y las distancias desde la borda. En total fueron muestreados 900 m<sup>2</sup> de área de estudio.

### 3.3.2 Diseño de muestreo

Se procedió a realizar muestreos aleatorios dentro de cada parcela desde las 7 am hasta las 10 am con la finalidad de obtener los datos correspondientes de abundancia de especies por parcela. Se realizaron un total de 3 repeticiones en cada parcela haciéndose un total de 30 muestreos (3 por parcelas), el horario de muestreo fue aleatorio. Los muestreos se realizaron a través de observación directa y de acuerdo a la distancia de cada parcela desde punto de inicio, hasta la última parcela que estuvo ubicada a 310 metros del borde del bosque (Tabla 1- Figura 1). Se obtuvieron las especies de árboles dentro de cada parcela e identificadas con ayuda de un especialista botánico usando el APG 2023. Así mismo, también fueron obtenidos los valores de temperatura y humedad relativa, realizándose las medidas en 5 puntos diferentes de las parcelas.

**Tabla N° 1.** Ubicación de las Parcelas y la distancia en relación a la carretera Zungarococha.

Parcelas	Distancia de la carretera (m)
P1	130
P2	160
P3	160
P4	190
P5	190
P6	220
P7	220
P8	250
P9	250
P10	280

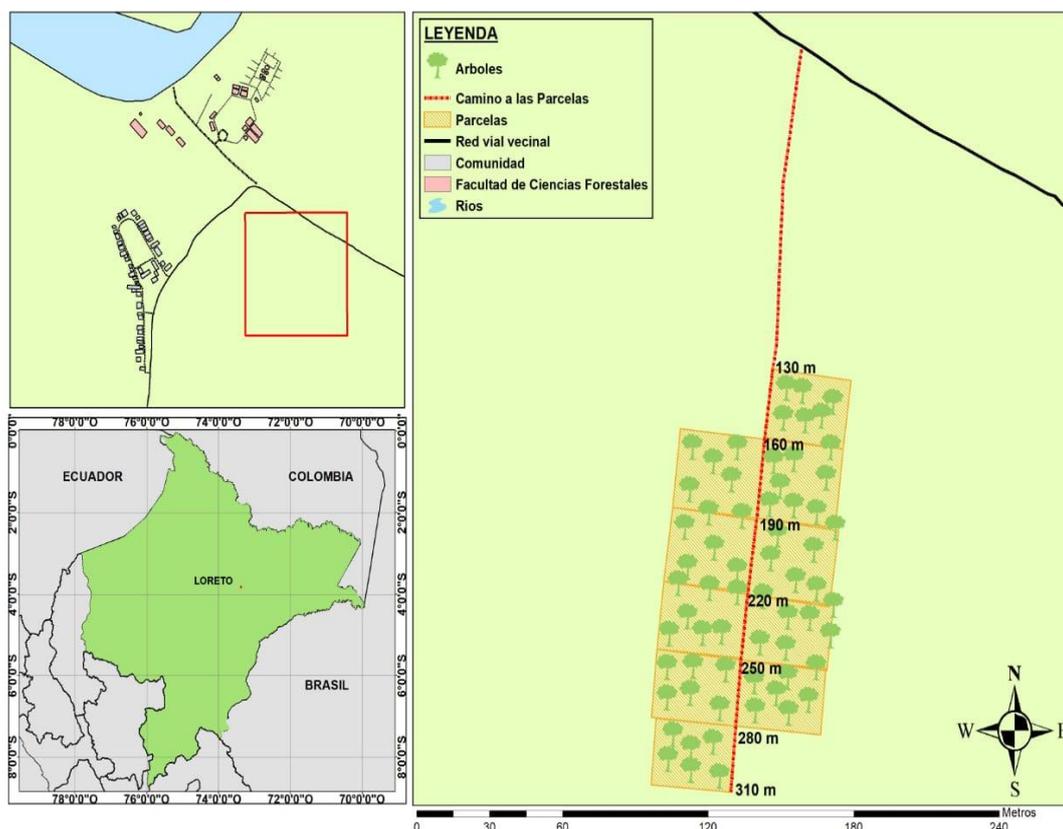


Figura N° 1. Diseño de muestreo aplicado en este estudio.

### 3.3.3 Procesamiento y análisis de datos

**Objetivo 1:** Identificar la distancia del efecto de borde de la carretera Zungarococha en la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú.

Se obtuvo el esfuerzo total de muestreo (horas/hombre). Para el cálculo de la densidad utilizamos la fórmula:

$$D = N^{\circ} \text{ ind} / A \text{ (Km}^2\text{)}$$

En dónde:

D= Densidad

N° ind= número de individuos totales.

A = Área total (km<sup>2</sup>)

Para verificar la influencia del efecto de borde, fue realizado un análisis de normalidad para verificar el uso de análisis paramétricos, el cual identifico la distribución normal de los datos, por lo que se optó a realizar análisis

estadísticos paramétricos. Se realizó un análisis de regresión lineal, donde se obtuvo el índice de determinación o  $R^2$ . La densidad fue sometida a un análisis de varianza entre parcelas (P1- P10) y se obtuvo el valor de significancia estadística (valor de  $p$ ).

**Objetivo 2:** Asociar el efecto de la carretera Zungarococha en la abundancia de árboles con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú.

Fueron identificados taxonómicamente las especies de árboles con ayuda de un especialista. Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las abundancias totales de los árboles y los individuos de la especie que se estudia. Obtuvimos el índice de correlación de Pearson (-1 +1) para determinar el nivel de asociación entre las variables.

**Objetivo 3:** Conocer el efecto de las variables ambientales (temperatura y humedad relativa) con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en relación a la distancia de la carretera Zungarococha en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú

Para verificar la influencia de las variables ambientales: temperatura y humedad sobre la densidad de *Ranitomeya reticulata* desde el borde de la carretera fue aplicado una regresión lineal múltiple y obtenido el índice de determinación ( $R^2$ ) por cada variable de prueba. La abundancia fue sometida a un análisis de varianza entre parcelas (P1- P10) y fue obtenido el valor de significancia estadística (valor de  $p$ ).

Todos los datos fueron ordenados en Microsoft Excel y los análisis estadísticos fueron realizados en el programa R versión 4.2.1.

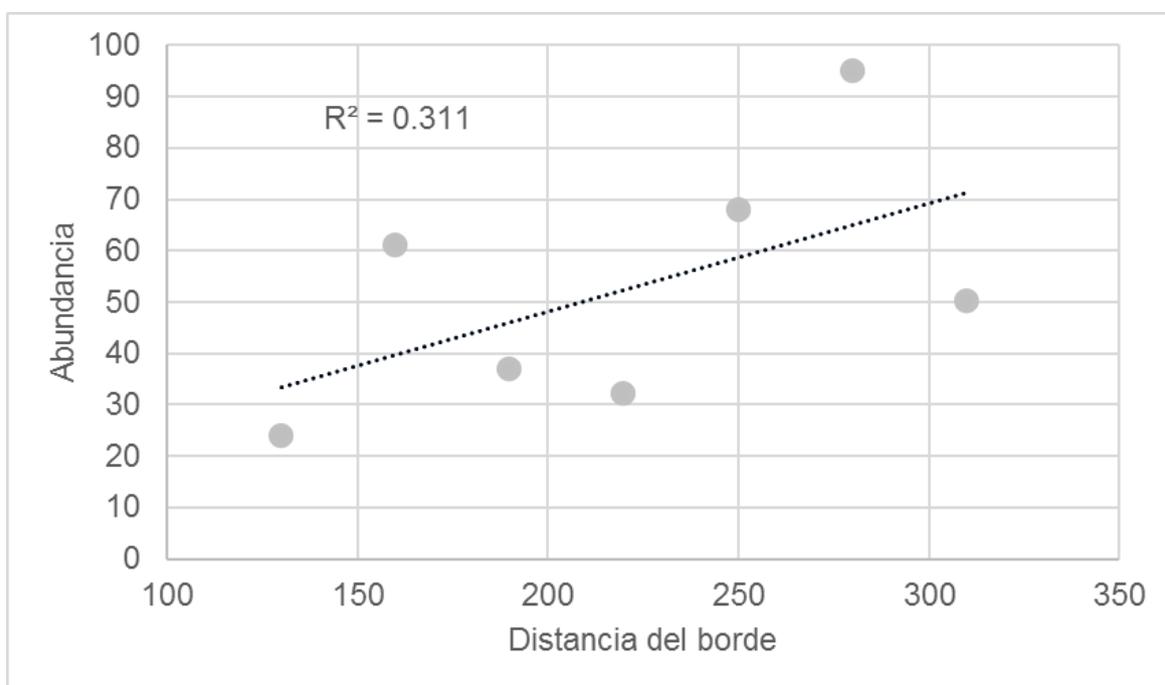
#### **3.3.4 Aspectos éticos**

No consta de aspectos éticos, debido a la naturaleza del trabajo de investigación que solo es observación y no requerirá de la capturas o manipulación de los especímenes. Por ende, no hay riesgos de generar daño o la muerte del animal.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Efecto de borde de la carretera Zungarococha en la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú.

El análisis de datos indicó un efecto significativo entre la distancia de la carretera y la abundancia de especímenes de *Ranitomeya reticulata* (F-statistic: 1.154 on 1 and 8 DF, valor de  $p$ : 0.031); sugiriendo un efecto positivo ( $R^2$ : 0.311) de la distancia en la abundancia de la especie en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú (Figura N° 2).



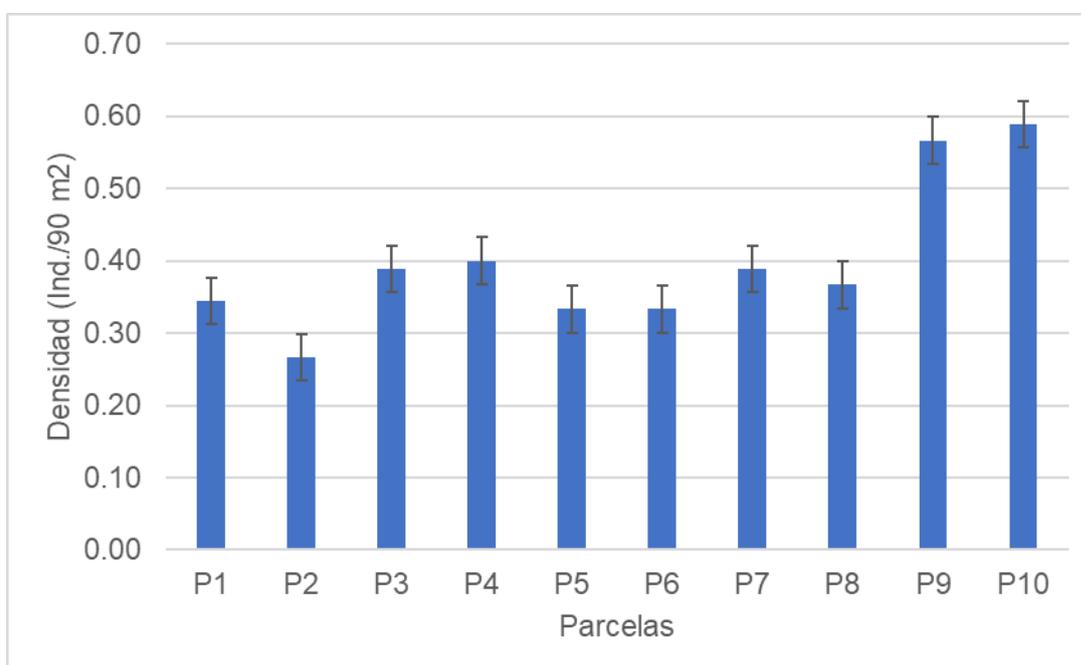
**Figura N° 2.** Análisis de regresión lineal entre la abundancia de individuos de *Ranitomeya reticulata* y la distancia del borde la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023

En relación a las densidades poblaciones (ind. /km<sup>2</sup>) se observó una fluctuación de los valores estadísticos desde la parcela 1 (130 m. del borde) hasta la parcela 10 (310 m. del borde), indicando que en las parcelas 8 y 9 (280 m. del borde) se obtuvieron mayores densidades especímenes y las parcelas 2 (160 m. del borde), 5 (220 m. del borde) y 6 (240 m. del borde) se obtuvieron menores densidades (Tabla N° 2).

**Tabla N° 2.** Valores estadísticos de la abundancia de individuos de *Ranitomeya reticulata* en 10 parcelas a diferentes distancias del borde de la carretera de Zungarococha, Departamento de Loreto, Perú, 2023

Parcelas	Distancia del borde de la carretera (m.)	Abundancia total de individuos (ind. en 90 m <sup>2</sup> )	Promedio de individuos (90 m <sup>2</sup> )	Densidad Individuo/ km <sup>2</sup>
P1	130	31	6.2	0.34
P2	160	24	4.8	0.27
P3	160	35	9.2	0.39
P4	190	36	9.8	0.40
P5	220	30	6	0.33
P6	250	30	5.4	0.33
P7	250	35	6.4	0.39
P8	280	33	6.8	0.37
P9	280	51	11.6	0.57
P10	310	53	10.2	0.59

El análisis de significancia de ANOVA indico diferencias significativas entre la abundancia de especie por parcelas (df: 5.5, F value: 29.68; valor de p: 0.023) indicando un efecto diferencial entre las distancias y la abundancia de individuos de aproximadamente 200 m. (Figura N° 3).



**Figura N° 3.** Variación de la densidad de individuos por parcelas analizadas y distancias de individuos de *Ranitomeya reticulata* de la carretera de Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023

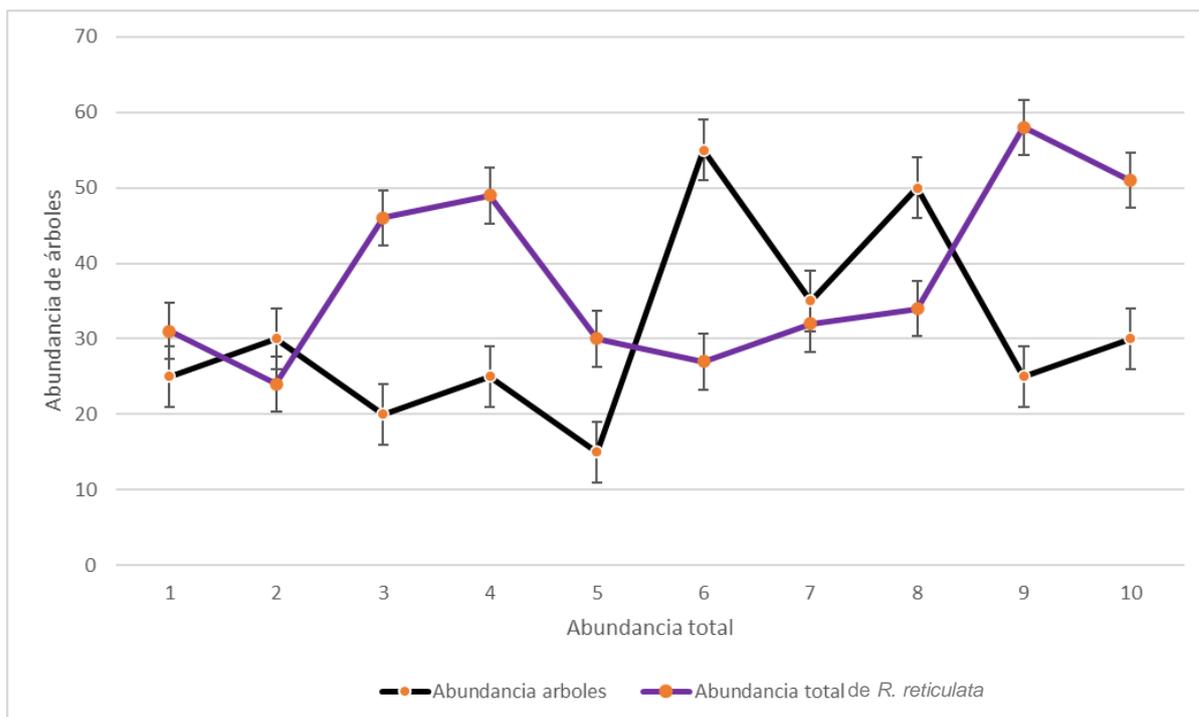
#### 4.2. Asociación del efecto de la carretera Zungarococha entre la abundancia de árboles con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú

El análisis de correlación entre la abundancia de árboles y la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* resultó no significativo (t: -1.05, df: 8, valor de p: 0.32). Estos análisis indican la ausencia de una asociación entre el número de árboles presentes en las parcelas y la abundancia de individuos de la especie estudiada.

**Tabla N° 3.** Valores estadísticos entre la abundancia de individuos de árboles en 10 parcelas a diferentes distancias del borde de la carretera de Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023

Parcelas	Distancia del borde de la carretera (m.)	Abundancia total de individuos (ind. en 90 m <sup>2</sup> )	Abundancia total de árboles (ind. en 90 m <sup>2</sup> )	Diversidad de especies de árboles
P1	130	31	25	20
P2	160	24	30	20
P3	160	46	20	15
P4	190	49	25	20
P5	220	30	15	5
P6	250	27	55	35
P7	250	32	35	35
P8	280	34	50	45
P9	280	58	25	20
P10	310	51	30	20

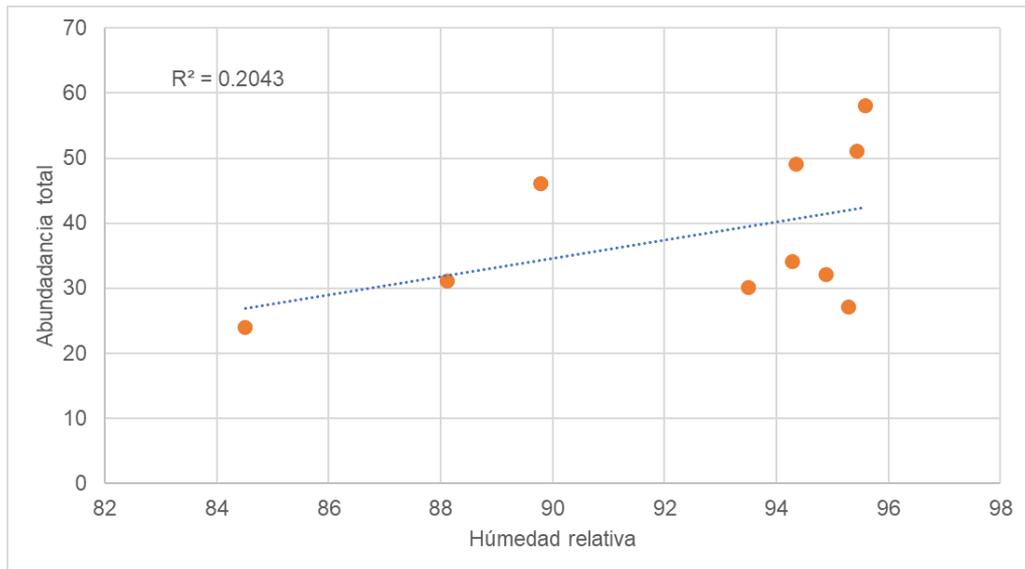
La fluctuación de abundancias entre el número de árboles contabilizados y la abundancia total de individuos de *Ranitomeya reticulata* presentaron un grado de asociación negativo (r de Pearson= -0.35). La abundancia entre árboles y ranas demostró no seguir un patrón de aumento o correlación positiva conforme aumentaba la abundancia de árboles, no lo hacía el número de ranas, demostrando en contraste un grado de asociación negativo (Figura N° 4).



**Figura N° 4.** Asociación entre la abundancia de árboles con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en 10 parcelas a diferentes distancias del borde de la carretera de Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023

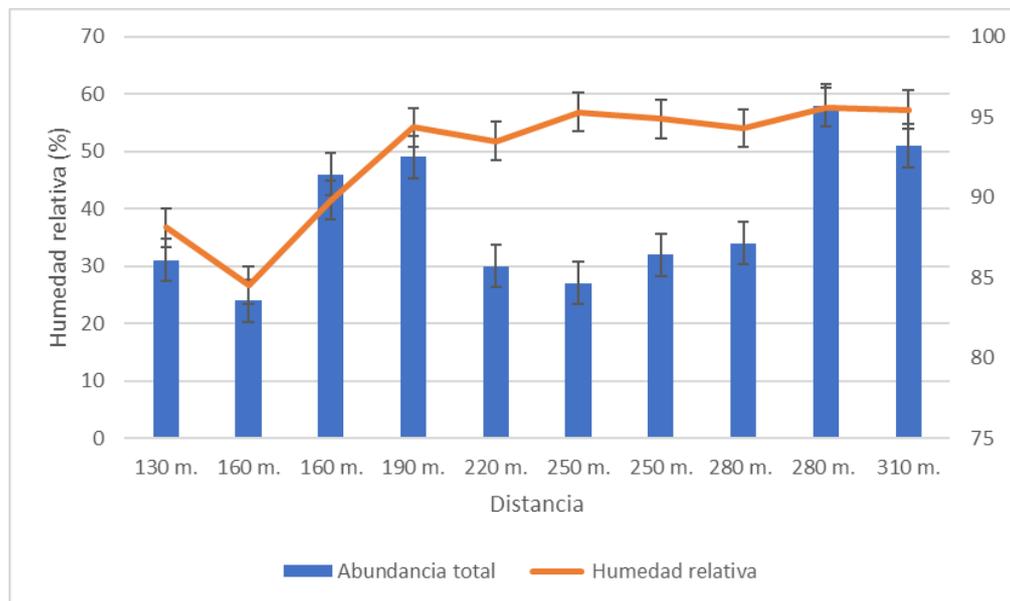
**4.3. Efecto de las variables ambientales (humedad relativa y temperatura) con la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* en relación a la distancia de la carretera Zungarococha en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto, Perú.**

El análisis de regresión de la humedad relativa (%) tuvo un efecto significativo en la abundancia de los especímenes de *Ranitomeya reticulata* (F-statistic: 2.054 on 1 and 8 DF, valor de p: 0.01897), sugiriendo un efecto positivo ( $R^2$ : 0.204) entre esta variable ambiental y la presencia de la especie estudiada en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú (Figura N° 5).



**Figura N° 5.** Análisis de regresión lineal entre la humedad relativa (%) y abundancia de individuos en la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023

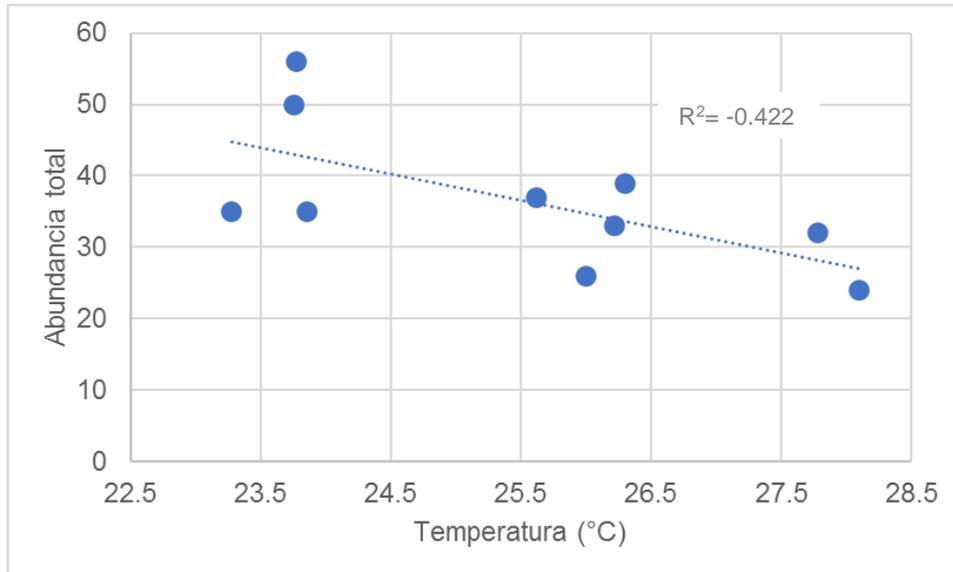
El análisis de significancia de ANOVA indico diferencias significativas entre la humedad relativa y distancias (df: 10.3, F value: 44.68; valor de p: 0.0045) indicando un efecto diferencial en la abundancia de individuos (Figura N° 6).



**Figura N° 6.** Variación de la humedad relativa (%) en diferentes distancias en individuos de *Ranitomeya reticulata* y la distancia del borde la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023.

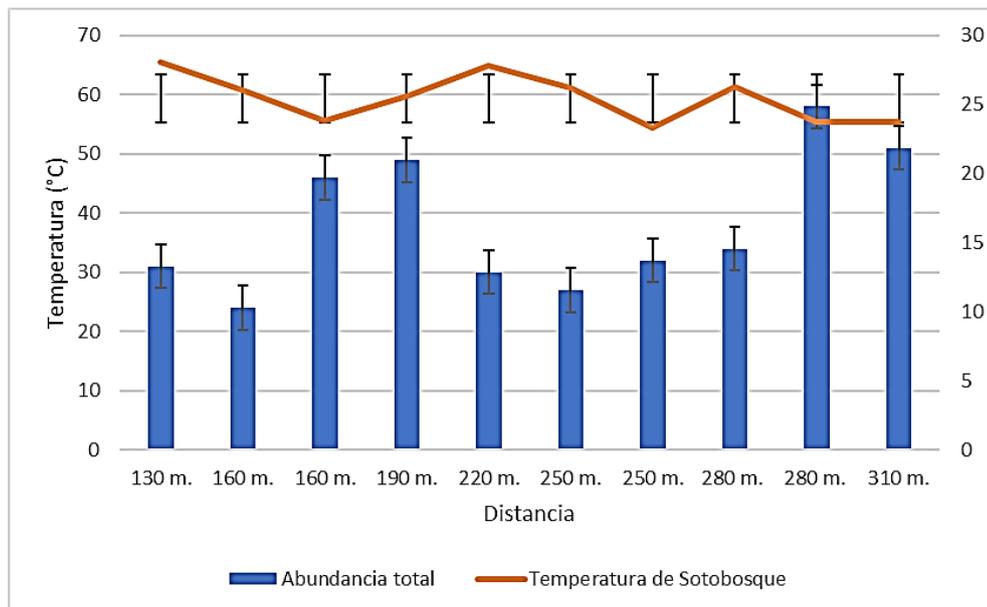
La humedad relativa (%) tuvo un efecto significativo en la abundancia de los especímenes de *Ranitomeya reticulata* (F-statistic: 2.054 on 1 and 8 DF, valor de

p: 0.01897), sugiriendo un efecto negativo ( $R^2$ : -0.422) entre esta variable ambiental y la presencia de la especie estudiada en el bosque del CIEFOR, Puerto Almendras, departamento de Loreto-Perú (Figura N° 7).



**Figura N° 7.** Análisis de regresión lineal entre la temperatura (°C) y abundancia de individuos en la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023

El análisis de significancia de ANOVA indico diferencias significativas entre la temperatura y las distancias (df: 15.33, F value: 50.3; valor de p: 0.0003) sugiriendo un efecto diferencial en la abundancia de individuos (Figura N° 8).



**Figura N° 8.** Variación de la temperatura (°C) en diferentes distancias en individuos de *Ranitomeya reticulata* y la distancia del borde la carretera Zungarococha- CIEFOR, Departamento de Loreto, Perú, 2023.

## CAPITULO V: DISCUSION

Este trabajo es uno de los primeros en detectar un efecto adverso de la carretera en la abundancia de anfibios en la amazonia peruana, hasta el momento solo existe un único trabajo publicado sobre este tema realizado en una reserva nacional Pucacuro (34) . Los resultados de la presente tesis indicaron que existe un impacto negativo de la carretera de Zungarococha en la abundancia *Ranitomeya reticulada*, puesto que su abundancia aumentaba conforme las parcelas se alejaban de la carretera, indicando un efecto de borde en aproximadamente 200 metros. Diversos estudios confirman la existencia de un efecto de borde en otros taxas como son las termitas y reptiles (14,16,30). Así mismo, estos resultados concuerdan con el estudio de rojas et al. (34) que indicaron la existencia de un efecto de borde en anfibios de la reserva Pucacuro en el nororiente del departamento de Loreto.

En otros lugares del mundo, como por ejemplo Brasil, un estudio con termitas indico la existencia de efecto de borde hasta en 500 metros de la carretera, modificando la abundancia de termiteros (9,35), esto evidencia que diversos taxas tiene efectos a diferentes metros del borde, siendo los anfibios más afectados por su estado de bioindicadores (22,24,36,37). Es claro que no solo debemos atribuir la reducción de la población de las especies al efecto de borde, sino también a otros factores como la perturbación ambiental por el sonido (38), el paso constante de personas, alumnos y profesores de las diferentes facultades y la contaminación ambiental que es generado por los pobladores y estudiantes. Así mismo, urge aumentar el muestreo para comparar la influencia de los ciclos hidrológicos (vacante y creciente) junto con el efecto de borde.

La ausencia de correlación entre la abundancia de árboles y abundancia de individuos de *Ranitomeya reticulata* indica que probablemente esta especie no se encuentre condicionada por este factor, pues puede buscar abrigo en otros ambientes; es conocido que ecológicamente, esta especie busca bromelias para su reproducción, y la ausencia de árboles grandes en esa zona haga que estos hayan migrado a zonas ambientales que optimizan su desarrollo reproductivo (39–41). Otros estudios indicaron que existe una correlación positiva entre la vegetación y la abundancia de especies, pero estos no se limitaron a verificar solo árboles, sino que incluyeron arbustos de menores DAP (14). Futuros estudios deberían incluir

también arbustos en los análisis para fortalecer las explicaciones ecológicas de la distribución de esta y otras especies.

La amazonia viene siendo fragmentada irremediablemente por la construcción de carreteras y la expansión urbana (42). El efecto de borde detectado aquí, no solo afectó directamente la abundancia de la especie de *Ranitomeya reticulata*, sino también los valores ambientales de humedad relativa y temperatura. Ecológicamente, estos factores son clave para los anfibios y estarían influenciando, como detectados en este trabajo, en la dispersión de sus poblaciones, forzando a los individuos a migrar lejos de la zona del borde de la carretera y refugiarse en condiciones de nicho adecuadas para desarrollar sus actividades ecológicas, como por ejemplo alimentación, resguardo y reproducción (41,43,44)

En relación a los resultados de significancia se puede deducir que *Ranitomeya reticulata* posee un rango definido de tolerancia a la temperatura y humedad relativa, por lo que el efecto de borde en su hábitat puede provocar migraciones locales por la pérdida de bromelias (*Aechmea moorei*) que se desarrollan en el subdosel de los árboles emergentes, donde se forman fitotelmas y se desarrollan las larvas de *Ranitomeya reticulata*. Sin embargo, no tenemos evidencia completa para asegurar que este factor sería determinante en la abundancia de la especie; pero por sus aspectos ecológicos, podríamos asociar estos factores abióticos y bióticos (45,46).

Basados en los resultados de esta tesis la hipótesis planteada que los impactos ecológicos de la carretera Zungarococha en la abundancia poblacional de *Ranitomeya reticulata* (Anura: Dendrobatidae) departamento de Loreto, Perú es negativo, siendo que existe un alto efecto de borde y las relaciones negativas con la temperatura y humedad respecto a la distancia con la carretera es aceptada.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. Existe un efecto de borde de la carretera Zungarococha en la abundancia de individuos de *Ranitomeya reticulata* iniciando aproximadamente 200 metros dentro del bosque.
2. No existe una relación directa entre el número de árboles presentes en las parcelas y la abundancia de individuos de la especie estudiada.
3. Tanto la humedad relativa (%) como la temperatura de sotobosque (°C) tuvieron un efecto diferencial en la abundancia de individuos de *Ranitomeya reticulata* con influencia positiva en la humedad y negativa en la temperatura.

## **CAPITULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Continuar el monitoreo de la herpetofauna y variables ambientales en la carretera Zungarococha mediante parcelas permanentes de biomonitoreo.
2. Implementar un plan de acción de conservación para la biodiversidad de los bosques aledaños a la ciudad universitaria.

## CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pitman N, Gagliardi Urrutia G, Jenkins C. La Biodiversidad de Loreto , Perú. El conocimiento actual de la diversidad de plantas y vertebrados terrestres. 1st ed. Center for International Environmental Law; 2013. 39 p.
2. Ministerio del Ambiente- MINAM. Situación actual de las especies de anfibios y reptiles del Perú. Doc Tec del Minist del Ambient Perú [Internet]. 2018;l:43. Available from: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/355102/Publicacion\\_Anfibios\\_y\\_Reptiles\\_final\\_15.08.19.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/355102/Publicacion_Anfibios_y_Reptiles_final_15.08.19.pdf)
3. Aquino R, Terrones W, Navarro R, Terrones C, Cornejo FM. Caza y estado de conservación de primates en la cuenca del río Itaya, Loreto, Perú. Rev Peru Biol. 2008;15(2):45–55.
4. Cuesta F, Muriel P, Beck S, Meneses RI, Halloy S, Salgado S, et al. Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales. Rev Virtual REDESMA. 2012;1:1–150.
5. Bello JC, Báez M, Gómez MF, Orrego O, Nägele L, Velásquez-Tibatá J. Cambio climático y biodiversidad. In: Andes U de los, editor. Biodiversidad 2014 Reporte de estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. 1st ed. Bogota: FAO; 2014. p. 23–45.
6. Nyström P, Hansson J, Månsson J, Sundstedt M, Reslow C, Broström A. A documented amphibian decline over 40 years: Possible causes and implications for species recovery. Biol Conserv. 2007;138(3–4):399–411.
7. Roosevelt GV, Gagliardi-urrutia G. Identificación de los Procesos Ecológicos y Evolutivos Esenciales para la Persistencia y Conservación de la Biodiversidad en la Región Loreto , Amazonía , Perú. Iquitos; 2009.
8. Lima MG De, Gascon C. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. 1999;91(di):241–7.
9. Fearnside PM. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. Conservation Biology. 2005.
10. Fearnside PM. Global warming in Amazonia: impacts and Mitigation. Acta Amaz. 2009;

11. Von May R, Catenazzi A, Angulo A, Venegas PJ, Aguilar C. Investigación y conservación de la biodiversidad en Perú: Importancia del uso de técnicas modernas y procedimientos administrativos eficientes. *Rev Peru Biol.* 2012;54(1):23–45.
12. Puertas PE, Pinedo A, Soplín S, Antunez M, López L, Caro J, et al. Evaluación poblacional y uso sostenible de caza por comunidades indígenas en el área de conservación regional Ampiyacu Apayacu, noreste de la Amazonia. *Folia Amaz.* 2017;26(1):37–50.
13. Rojas RR, Pérez-peña PE. Evidencia Preliminar Del Efecto Borde En Anfibios De La Reserva Nacional Pucacuro , Preliminary Evidence of the Edge Effect in Anfhibians of the Pucacuro National Reserve , North of the Peruvian Amazon. *Folia Amaz.* 2018;27(1):55–67.
14. Sales C De, Natália V, Azevedo R, Wellington J, Morais D. Road-associated edge effects in Amazonia change termite community composition by modifying environmental conditions. *J Nat Conserv* [Internet]. 2018;21(5):279–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2013.02.003>
15. Luke SH, Fayle TM, Eggleton P, Turner EC, Davies RG. Functional structure of ant and termite assemblages in old growth forest, logged forest and oil palm plantation in Malaysian Borneo. *Biodivers Conserv* [Internet]. 2014;23(11):2817–32. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0750-2>
16. Almeida CS, Cristaldo PF, Florencio DF, Ribeiro EJM, Cruz NG, Silva EA, et al. The impact of edge effect on termite community ( Blattodea : Isoptera ) in fragments of Brazilian Atlantic Rainforest. *Brazilian J Biol.* 2017;77(3):519–26.
17. Gascon C. Amphibian conservation action plan: proceedings IUCN-Amphibian Conservation [Internet]. 1st ed. IUCN, editor. IUCN; 2007 [cited 2014 Oct 27]. 1–68 p. Available from: <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=20FPwWTZHjwC&oi=fnd&pg=PT39&dq=Amphibian+Conservation+Action+Plan,+Proceedings:+IUCN/SS>

C+Amphibian+Conservation+Summit+2005&ots=qCMB4QLbGw&sig=\_3N5vf66DZHFMwaHcDhHwGxaGg0

18. Valencia-Aguilar A, Ruano-Fajardo G, Lambertini C, Leite DDS, Toledo LF, Mott T. Chytrid fungus acts as a generalist pathogen infecting species-rich amphibian families in Brazilian rainforests. *Dis Aquat Organ*. 2015;114(1):61–7.
19. Val AL, Fearnside PM, Almeida-Val VMF. Environmental disturbances and fishes in the Amazon. *J Fish Biol* [Internet]. 2016;89(1):192–3. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfb.12896>
20. Bodmer RE, Fang TG, Moya I L, Gill R. Managing wildlife to conserve amazonian forests: Population biology and economic considerations of game hunting. *Biol Conserv*. 1994;
21. Kerr JT, Currie DJ. Effects of Human Activity on Global Extinction Risk. *Conserv Biol*. 1995;
22. Dambros C de S, da Silva VNV, Azevedo R, de Moraes JW. Road-associated edge effects in Amazonia change termite community composition by modifying environmental conditions. *J Nat Conserv* [Internet]. 2013;21(5):279–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2013.02.003>
23. Schneider-Maunoury L, Lefebvre V, Ewers RM, Medina-Rangel GF, Peres CA, Somarriba E, et al. Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects in Neotropical fragmented forest landscapes. *Biol Conserv* [Internet]. 2016;200:207–15. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000632071630235X>
24. Widiana A, Yuliawati A, Hasby RM, Danil M. The influence of edge effect on diversity of Amphibian (Anura). *Proc Natl Acad Sci*. 2021;44(7):1233–55.
25. Blaustein AR, Walls SC, Bancroft BA, Lawler JJ, Searle CL, Gervasi SS. Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations. *Diversity*. 2010;
26. Whittaker RH, Root SA, Levin R. Niche, Habitat, and Ecotope. *Am Nat*

- [Internet]. 1973;107(955):321–38. Available from:  
<https://www.jstor.org/stable/2459534>
27. Renwick AR, Massimino D, Newson SE, Chamberlain DE, Pearce-Higgins JW, Johnston A. Modelling changes in species' abundance in response to projected climate change. *Divers Distrib*. 2012;
  28. Gause GF. Experimental studies on the struggle for existence: I. mixed population of two species of yeast. *J expermental Biol*. 1932;9(4):389–404.
  29. Beebee TJC. Amphibian Phenology and Climate Change. *Conserv Biol*. 2002;
  30. Granados C, Serrano D, García- Romero A. Edge effect on composition and structure of temperate forests . Sierra de Monte Alto , Central Mexico. *Caldasia*. 2014;36(2):269–87.
  31. Ghalambor CK, McKay JK, Carrol SP, Reznick DN. Adaptive versus non-adaptive phenotypic plasticity and the potential for contemporary adaptation in new environments. *Funct Ecol* [Internet]. 2007;21(3):394–407. Available from: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2435.2007.01283.x>
  32. Begon M, Harper JL, Townsend CR. *Ecology: individuals, populations and communities*. Ecol Individ Popul communities. 1986;1:1–334.
  33. Pianka E. *Evolutionary Ecology*. 3rd ed. Harper and Row, editor. New York: New York University; 1983. 1–230 p.
  34. Rojas R, Perez Peña P. Evidencia preliminar del efecto de borde en Anfibios de la Reserva Nacional Pucacuro, al norte de la Amazonía Peruana. *Folia Amaz*. 2018 Jun 1;27:55–67.
  35. Tilman D. The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. In: *Ecology*. 1999.
  36. Corn PS. Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*. 2005.
  37. Albareli LP, Nascimento HEM, Neckel-Oliveira S, Galatti U, Faveri SB. Ecological correlates in Brazilian Amazonian anurans: Implications for

- conservation. *Amphib Reptil.* 2013;34(2):217–32.
38. Köhler J, Jansen M, Rodríguez A, Kok PJR, Toledo LF, Emmrich M, et al. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa* [Internet]. 2001;4251(1):1–124. Available from: <http://mapress.com/j/zt/article/view/zootaxa.4251.1.1/10766>
  39. Perez-peña PE, Chavez G, Twomey E, Brown JL. Two new species of *Ranitomeya* ( Anura: Dendrobatidae ) from eastern Amazonian Peru. 2010;23:1–23.
  40. Valderrama-Vernaza M, Serrano-Cardozo VH, Ramírez-Pinilla MP. Reproductive Activity of the Andean Frog *Ranitomeya virolinensis* (Anura: Dendrobatidae). *Copeia.* 2010;2010(2):211–7.
  41. Rodriguez L, Duellman W. Guide to the frogs of the Iquitos Region, Amazonian Peru. I. Vol. 22, Univ. Kans. Mus. Nat. Hist. Spec. Publ. Lawrence; 1994. 114 p.
  42. De Oñate-Calvín R, Oviedo JL, Salo M. Forest Resource-based Household Economy in the Communities of the Nanay River Basin, Peruvian Amazonia. *Ecol Econ* [Internet]. 2018;146(September 2017):218–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.10.012>
  43. Graham CH, Ron SR, Santos JC, Schneider CJ, Moritz C. Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatid frogs. *Evolution* (N Y). 2004;
  44. Watson AS, Fitzgerald AL, Baldeón OJD, Elías RK. Habitat characterization, occupancy and detection probability of the Endangered and endemic Junín giant frog *Telmatobius macrostomus*. *Endanger Species Res.* 2017;32(1):429–36.
  45. Grant T, Rada M, Anganoy-Criollo M, Batista A, Dias PH, Jeckel AM, et al. Phylogenetic Systematics of Dart-Poison Frogs and Their Relatives Revisited (Anura: Dendrobatoidea). *South Am J Herpetol.* 2017;
  46. Amador L, Soto-Gamboa M, Guayasamin JM. Integrating alpha, beta, and phylogenetic diversity to understand anuran fauna along environmental gradients of tropical forests in western Ecuador. *Ecol Evol.* 2019;

## ANEXOS:

### Anexo 1. Estadística complementaria

#### Análisis de normalidad de variables

```
> shapiro.test (parametricas$Abundancia.ranas)
```

```
Shapiro-wilk normality test
```

```
data: parametricas$Abundancia.ranas
```

```
w = 0.97933, p-value = 0.5241
```

#### Análisis de ANOVA de variables entre parcelas y abundancia de ranas

```
> anova <- aov (parametricas$Abundancia.arboles ~ parametricas$Distancia..m.)
```

```
> anova
```

```
Call:
```

```
aov (formula = parametricas$Abundancia.arboles ~ parametricas$Distancia..m.)
```

```
Terms:
```

	parametricas\$Distancia..m..	Residuals
Sum of Squares	29.68022	258.31978
Deg. of Freedom	1	48

```
Residual standard error: 2.319841
```

```
Estimated effects may be unbalanced
```

```
> summary(anova)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
parametricas\$Distancia..m..	1	29.68	29.680	5.515	0.023 *
Residuals	48	258.32	5.382		

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

#### Análisis de regresión entre Abundancia total y distancia del borde

```
Call:
```

```
lm(formula = parametricas$Abundancia.total ~ parametricas$Distancia)
```

```
Residuals:
```

Min	1Q	Median	3Q	Max
-13.049	-8.089	-4.413	10.796	15.897

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	22.93044	14.68430	1.562	0.157
parametricas\$Distancia	0.06847	0.06375	1.074	0.314

Residual standard error: 11.62 on 8 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.126, Adjusted R-squared: 0.01677  
F-statistic: 1.154 on 1 and 8 DF, p-value: 0.03141

### Correlación entre abundancia total y abundancia de arboles

Pearson's product-moment correlation

data: parametricas\$Abundancia.arboles and parametricas\$Abundancia.total

t = -1.0571, df = 8, p-value = 0.3213

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.8027715 0.3585621

sample estimates:

cor

-0.3501037

### Análisis de regresión entre Abundancia total y humedad relativa

Call:

lm(formula = parametricas\$Abundancia.total ~ parametricas\$Humedad.relativa)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-14.990	-8.722	-1.959	8.692	15.592

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-90.9888	90.2137	-1.009	0.343
parametricas\$Humedad.relativa	1.3954	0.9737	1.433	0.190

Residual standard error: 11.09 on 8 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.2043, Adjusted R-squared: 0.1048  
F-statistic: 2.054 on 1 and 8 DF, p-value: 0.01897

## Análisis de regresión entre Abundancia total y temperatura del sotobosque

Call:

```
lm(formula = parametricas$Abundancia.total ~ parametricas$Temperatura.de.Sotobosque)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-15.130	-6.310	1.227	5.252	12.909

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	P
r(> t )				
(Intercept)	142.058	48.741	2.915	0.0195 *
parametricas\$Temperatura.de.Sotobosque	-4.078	1.910	-2.135	0.0653 .

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 9.919 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.363, Adjusted R-squared: 0.2834

F-statistic: 4.559 on 1 and 8 DF, p-value: 0.04526

### Base de datos colectado en campo

n	Mes	Parcela	Distancia (m.)	Humedad relativa	Temperatura de Sotobosque	Abundancia individuos	Abundancia arboles
1	Marzo	P1	130	87.6	28.9	5	5
2	Marzo	P1	130	87.6	27.7	6	5
3	Marzo	P1	130	87.6	26.9	7	5
4	Marzo	P1	130	87.6	28.7	9	5
5	Marzo	P1	130	90.2	28.3	4	5
1	Marzo	P2	160	90.2	26.4	9	4
2	Marzo	P2	160	90.2	24.8	1	4
3	Marzo	P2	160	90.2	24.8	3	4
4	Marzo	P2	160	76	26.5	4	4
5	Marzo	P2	160	76	27.5	7	4
1	Marzo	P3	160	76	27.3	15	5
2	Marzo	P3	160	76	26.7	5	5
3	Abril	P3	160	99	21.9	11	5
4	Abril	P3	160	99	22.1	6	5
5	Abril	P3	160	99	21.3	9	5
1	Abril	P4	190	99	22	11	3
2	Abril	P4	190	93.2	26.6	11	3
3	Abril	P4	190	93.2	26.5	9	3
4	Abril	P4	190	93.2	26.6	9	3
5	Abril	P4	190	93.2	26.4	9	3
1	Abril	P5	220	93.5	28.3	4	11
2	Abril	P5	220	93.5	28.7	7	11
3	Abril	P5	220	93.5	28.5	8	11
4	Abril	P5	220	93.5	26.8	7	11
5	Mayo	P5	220	93.5	26.6	4	11
1	Mayo	P6	250	93.5	26.2	7	7
2	Mayo	P6	250	93.5	26.1	4	7
3	Mayo	P6	250	96.5	26.7	8	7
4	Mayo	P6	250	96.5	25.6	2	7
5	Mayo	P6	250	96.5	26.5	6	7
1	Mayo	P7	250	96.5	26.7	2	10
2	Mayo	P7	250	94.5	23.7	7	10
3	Mayo	P7	250	94.5	22	9	10
4	Mayo	P7	250	94.5	22	6	10
5	Mayo	P7	250	94.5	22	8	10
1	Junio	P8	280	94	27	7	5
2	Junio	P8	280	94	26.8	5	5
3	Junio	P8	280	94	26.6	7	5
4	Junio	P8	280	94	26.6	4	5
5	Junio	P8	280	95.5	24.5	11	5

1	Junio	P9	280	94.5	23.4	11	6
2	Junio	P9	280	96.4	23.6	13	6
3	Junio	P9	280	96.5	23.6	11	6
4	Junio	P9	280	95.3	24.7	12	6
5	Junio	P9	280	95.3	23.6	11	6
1	Julio	P10	310	96.3	23.7	12	6
2	Julio	P10	310	94.6	22.4	12	6
3	Julio	P10	310	95.6	25.6	8	6
4	Julio	P10	310	94.3	23.4	9	6
5	Julio	P10	310	96.4	23.7	10	6

### Especies de árboles detectadas en cada parcela muestreada

Parcela	Código	Familia Árbol	Especie del Árbol	Substrato
P1	P1-2	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P1	P1-3	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P1	P1-7	Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>	Árbol
P1	P1-8	Violaceae	<i>Rinorea racemosa</i>	Árbol
P1	P1-10	Melastomataceae	<i>Miconia biglandulosa</i>	Árbol
P2	P2-4	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P2	P2-5	Myrtaceae	<i>Myrcia crassimarginata</i>	Árbol
P2	P2-11	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P2	P2-12	Lauraceae	<i>Anniba sp</i>	Árbol
P3	P3-5	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P3	P3-6	Fabaceae	<i>Swartzia polyphylla</i>	Árbol
P3	P3-7	Dileneaceae	<i>Tetracera sp</i>	Árbol
P3	P3-9	Olacaceae	<i>Heisteria sp</i>	Árbol
P3	P3-11	Moraceae	<i>Porouma bicolor</i>	Árbol
P4	P4-3	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P4	P4-7	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P5	P5-1	Rubiaceae	<i>Remijia peruviana</i>	Árbol
P5	P5-2	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P5	P5-4	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Árbol
P5	P5-5	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P5	P5-6	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P5	P5-9	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P5	P5-11	Moraceae	<i>Porouma bicolor</i>	Árbol
P5	P5-12	Anacardiaceae	<i>Tapirira sp</i>	Árbol
P5	P5-14	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P5	P5-15	Burseraceae	<i>Protium sp</i>	Árbol
P5	P5-19	Apocynaceae	<i>Lacmellea floribunda</i>	Árbol
P6	P6-1	Leguminosae	<i>Parkia sp</i>	Árbol
P6	P6-5	Meliaceae	<i>Guarea sp</i>	Árbol
P6	P6-6	Icacinaceae	<i>Poraqueiba sericea</i>	Árbol
P6	P6-10	Leguminosae	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Árbol
P6	P6-11	Myristicaceae	<i>Iryanthera ulei</i>	Árbol
P6	P6-12	Moraceae	<i>Naucleopsis sp</i>	Árbol
P6	P6-15	Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i>	Árbol
P7	P7-2	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P7	P7-3	Guttiferae	<i>Symphonia globulifera</i>	Árbol
P7	P7-4	Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i>	Árbol
P7	P7-7	Myristicaceae	<i>Iryanthera ulei</i>	Árbol
P7	P7-8	Anisophylleaceae	<i>Anisophylla guianensis</i>	Árbol
P7	P7-10	Myrtaceae	<i>Myrcia crassimarginata</i>	Árbol
P7	P7-13	Leguminosae	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Árbol
P7	P7-16	Rubiaceae	<i>Remijia peruviana</i>	Árbol

P7	P7-18	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P7	P7-22	Guttiferae	<i>Tovomita sp</i>	Árbol
P8	P8-8	Leguminosae	<i>Diploptropis sp</i>	Árbol
P8	P8-9	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P8	P8-10	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P8	P8-15	Moraceae	<i>Porouma bicolor</i>	Árbol
P8	P8-18	Lauraceae	<i>Nectandra sp</i>	Árbol
P9	P9-2	Leguminosae	<i>Tachigalia polyphylla</i>	Árbol
P9	P9-3	Anacardiaceae	<i>Tapirira sp</i>	Árbol
P9	P9-4	Burseraceae	<i>Protium sp</i>	Árbol
P9	P9-5	Leguminosae	<i>Tachigalia polyphylla</i>	Árbol
P9	P9-7	Moraceae	<i>Porouma bicolor</i>	Árbol
P9	P9-19	Burseraceae	<i>Protium sp</i>	Árbol
P10	P10-4	Bignoniaceae	<i>Jacaranda macrocarpa</i>	Árbol
P10	P10-7	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P10	P10-8	Annonaceae	<i>Guatteria</i>	Árbol
P10	P10-11	Leguminosae	<i>Parkia sp</i>	Árbol
P10	P10-12	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol
P10	P10-15	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Árbol

## Colecta de información en campo



Establecimiento de parcelas de evaluación y colecta de datos ambientales



Búsqueda activa de individuos y colecta de datos biológicos



Individuos de *Ranitomeya reticulata*