



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“EVALUACIÓN POBLACIONAL DE ANUROS EN EL BOSQUE DEL  
*Polylepis* UBICADO EN LA PROVINCIA DEL CARCHI DURANTE LOS  
MESES DE NOVIEMBRE DEL 2022 A ENERO DEL 2023.”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:

**BIÓLOGO**

AUTORES:

**MICHAEL ELIAN CARRILLO PASPUEL**

**MICHAEL ALEXANDER ROCA SORIANO**

TUTOR:

**Blga. MARIA HERMINIA CORNEJO, R. Ph. D**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“EVALUACIÓN POBLACIONAL DE ANUROS EN EL BOSQUE DEL  
*Polylepis* UBICADO EN LA PROVINCIA DEL CARCHI DURANTE LOS  
MESES DE NOVIEMBRE DEL 2022 A ENERO DEL 2023.”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:

**BIÓLOGO**

AUTORES:

**MICHAEL ELIAN CARRILLO PASPUEL**

**MICHAEL ALEXANDER ROCA SORIANO**

TUTOR:

**Blga. MARIA HERMINIA CORNEJO, R. Ph. D**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Michael Elian Carrillo Paspuel** junto con **Michael Alexander Roca Soriano**, declaramos bajo juramento que la responsabilidad por las ideas, contenido y análisis de los resultados expuestos en este trabajo de titulación pertenece exclusivamente a los autores, y el patrimonio intelectual de los misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).



**Carrillo Paspuel Michael Elian**

**CI: 0402044804**



**Roca Soriano Michael Alexander**

**CI: 0928168947**

## **DEDICATORIA**

A Dios quien nos bendice con una día a día lleno de vida y salud para seguir adelante. A nuestros padres quienes son pilar fundamental cada día para cada meta que nos proponemos, nuestros hermanos y hermanas que nos brindan su apoyo moral e incondicional, al igual que nuestros amigos cercanos y compañeros.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresando un sincero agradecimiento a las autoridades y sobre todo al personal académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, principalmente al Decano Blgo. Richard Duque Marín, M. Sc y al director Ing. Jimmy Villon Moreno M. Sc., por liderar y forjar el proceso de formación profesional.

Un agradecimiento especial a la Bióloga María Herminia Cornejo, Ph. D., nuestra tutora de tesis quien nos supo apoyar con ideas científicas profesionales y oriento nuestro trabajo, también agradecemos al Ingeniero Damián Alamiro Ponce Portilla Administrador de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la Reserva Ecológica El Ángel quien nos brindó su ayuda junto al equipo de guardaparques al momento de realizar nuestros respectivos monitoreos y a la Hostería *Polylepis* Lodge, por facilitarnos el ingreso desde sus facilidades.

Agradecemos también al biólogo Fausto Siavichay, M. Sc. junto con la bióloga Jacqueline Arpi, especialistas en el manejo y nutrición de anfibios, quienes fueron una guía esencial para la identificación de nuestras especies y culminar la investigación.

A la Dra. Lucrecia Moreno, directora del Laboratorio de Análisis de suelo de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, quien nos brindó el apoyo de utilizar dicho laboratorio con el fin de realizar nuestros análisis de humedad y gravimetría

## 1. RESUMEN

Los anuros son un grupo de anfibios que se distribuyen por los diferentes ecosistemas del Ecuador en diferentes pisos climáticos y hábitats, dentro del bosque de *Polylepis*, se han identificado 2 microhábitats los cuales son las ciénagas que se encuentran a escasos metros del páramo de frailejones con el que comparten similitudes abundando la flora de tipo herbácea y la zona boscosa que presenta mayor cobertura vegetal, mediante el uso de transectos de 50 metros de largo por 6 metros de ancho en recorridos diurnos y nocturnos de 3 horas de duración para evaluar las poblaciones de anuros presentes en el bosque del *Polylepis* de la Reserva Ecológica El Ángel, empleando la metodología EER que tiene como base la observación directa, determinando la abundancia de este orden, se identificaron 17 individuos pertenecientes a 4 especies del género *Pristimantis*: *Pristimantis curtipes* que fue la especie más abundante con un total de 7 individuos, seguido de *P. buckleyi* con 5 individuos, mientras que *P. thymelensis* con 2 individuos y *P. myersi* con 1 solo individuo, también se logró identificar a nivel de género 2 ejemplares de *Pristimantis*, por esta razón se considera que el bosque es pobre en diversidad de anuros dado a factores ambientales y antropogénicos, en cuanto a los patrones de comportamiento de estas especies en su mayoría fue diurna; las condiciones climatológicas de este bosque su temperatura oscila entre los 7°C hasta los 13°C predominando el clima nublado y lluvioso por lo cual la tierra presenta suelos con valores de humedad de hasta 100%, esto debido al tipo de sustrato siendo del tipo arcilloso y limoso, en cuanto al pH mantuvo valores normales para suelos con materia orgánica, los valores de pH del agua también se mantuvieron normales debido a la presencia de vegetación e ictiofauna.

**Palabras clave:** Anuros, *Pristimantis*, *Polylepis*, Páramo, Diversidad y abundancia

## ABSTRACT

Anurans are a group of amphibians that are distributed throughout the different ecosystems of Ecuador in different climatic zones and habitats. Within the *Polylepis* forest, 2 microhabitats have been identified namely the marshes that are located a few metres from the frailejones moor with which they share similarities, with an abundance of herbaceous flora and the wooded area with greater vegetation cover, using transects of 50 metres long by 6 metres wide in day and night walks of 3 hours duration to evaluate the populations of anurans present in the *Polylepis* forest of the El Angel Ecological Reserve, using the EER methodology based on direct observation, determining the abundance of this order, 17 individuals belonging to 4 species of the genus *Pristimantis* were identified: *Pristimantis curtipes* which was the most abundant species with a total of 7 individuals followed by *P. buckleyi* with 5 individuals, while *P. thymelensis* with 2 individuals and *P. myersi* with only 1 individual, 2 specimens of *Pristimantis* were also identified at the genus level, for this reason it is considered that the forest is poor in anurans diversity due to environmental and anthropogenic factors, as for the behavior patterns of these species, most of them were diurnal; The climatological conditions of this forest its average temperature is between 7°C and 13°C, predominantly cloudy and rainy weather, so the soil has humidity values of up to 100%, this is due to the type of substrate being clayey and loamy, the pH maintained normal values for soils with organic matter, the pH values of the water also remained normal due to the presence of vegetation and ichthyofauna.

**Keywords:** Anuran, *Pristimantis*, *Polylepis*, Moorland, Diversity and abundance



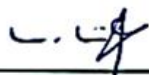
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



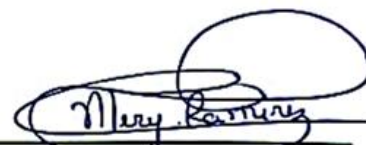
Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS DEL MAR**



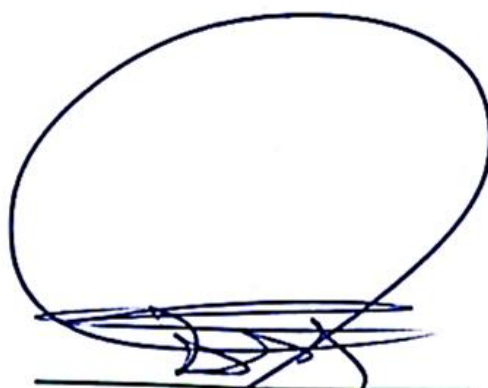
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.  
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE  
BIOLOGÍA**



Blga. María Herminia Cornejo, Ph. D  
**DOCENTE TUTOR**



Q.F. Mery Ramírez Muñoz, Mgt.  
**DOCENTE DEL ÁREA**



ABG. Luis Alberto Castro Martínez. Mgt  
**SECRETARIO GENERAL**

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

1. RESUMEN .....	VII
2. INTRODUCCIÓN .....	1
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
5. JUSTIFICACIÓN .....	6
6. HIPÓTESIS .....	7
7. MARCO TEÓRICO.....	8
7.1 Generalidades de los anfibios.....	8
7.2 Biología de anfibios .....	11
7.2.1 Sistema nervioso.....	11
7.2.2 Sistema circulatorio y linfático .....	13
7.2.3 Sistema respiratorio .....	15
7.2.4 Sistema digestivo.....	17
7.2.5 Sistema excretor y reproductivo.....	18
7.2.6 Sistema esquelético .....	19
7.3 Diversidad de anfibios en las regiones naturales del Ecuador.....	23
7.4 Anfibios en ecosistemas de páramo en Ecuador.....	24
7.5 Papel biológico de los anfibios .....	26
7.6 Estrategias reproductivas .....	27
7.7 Pérdida de Hábitat .....	31

8. MARCO METODOLÓGICO .....	32
8.1 Área de estudio .....	32
8.2 Diseño experimental.....	33
8.3 Análisis de campo .....	34
8.4. Levantamiento de información .....	35
8.5. Métodos para el análisis de parámetros ambientales del suelo .....	39
8.5.1 Contenido de humedad de las muestras de suelo .....	39
8.5.2 Análisis de granulometría .....	40
8.5.3 Determinación de materia orgánica.....	42
8.5.4 Materia Orgánica sin carbonatos.....	45
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	73
10.1 CONCLUSIONES .....	73
10.2 RECOMENDACIONES .....	76
11. BIBLIOGRAFÍA .....	77
12. ANEXOS .....	88

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Identificaciones directas e indirectas de anuros durante noviembre del 2022 a enero del 2023. ....	47
<b>Gráfico 2.</b> Abundancia de especies anuras con respecto a los microhábitats presentes en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	57
<b>Gráfico 3.</b> Especies del género <i>Pristimantis</i> identificadas en el bosque de <i>Polylepis</i> durante los meses de noviembre del 2022 a enero del 2023. ....	59
<b>Gráfico 4.</b> Porcentaje total de especies identificadas en el bosque de <i>Polylepis</i> en los meses de noviembre del 2022 a enero del 2023. ....	60
<b>Gráfico 5.</b> Puntos de mayor abundancia y diversidad dentro del bosque de <i>Polylepis</i> . ....	61
<b>Gráfico 6.</b> Temperatura de las distintas fuentes de agua presentes en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	64
<b>Gráfico 7.</b> pH de las distintas fuentes de agua presentes en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	65
<b>Gráfico 8.</b> Análisis de pH de las 6 muestras de suelo tomadas en puntos aleatorios en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	66
<b>Gráfico 9.</b> Contenido de humedad total de los tipos de sustrato presentes en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	67
<b>Gráfico 10.</b> Análisis gravimétrico de los tipos de sustrato presentes en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	68
<b>Gráfico 11.</b> Análisis de los sólidos volátiles encontrados en los tipos de sustrato presentes en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	69
<b>Gráfico 12.</b> Análisis de materia orgánica por el método de ceniza realizado en las 6 muestras de suelo colectados en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	70
<b>Gráfico 13.</b> Análisis de materia orgánica con presencia de carbonatos en 5 puntos del bosque de <i>Polylepis</i> . ....	71
<b>Gráfico 14.</b> Periodo de actividad del género <i>Pristimantis</i> dentro del bosque de <i>Polylepis</i> . ....	72

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Ubicación del Bosque del <i>Polylepis</i> en la Provincia del Carchi. ....	32
<b>Figura 2.</b> Fotografía satelital marcando la hidrografía del bosque del <i>Polylepis</i> . 33	
<b>Figura 3.</b> Diseños experimentales que se usaran para el conteo de anfibios y reptiles. A) recorrido aleatorio, B) y C) variantes del cuadrante, D) transecto sencillo, E) transecto múltiple. ....	34
<b>Figura 4.</b> Trampa terrestre de cerco combinada con trampa de foso y cilindro. .	35
<b>Figura 5.</b> Mapa con los puntos más abundantes dentro del bosque El <i>Polylepis</i> .	58

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> <i>Ciclo de vida de los anuros</i> . ....	9
<b>Ilustración 2.</b> <i>Pristimantis curtipes</i> . ....	48
<b>Ilustración 3.</b> <i>Pristimantis buckleyi</i> . ....	50
<b>Ilustración 4.</b> <i>Pristimantis thymelensis</i> . ....	52
<b>Ilustración 5.</b> <i>Pristimantis myersi</i> . ....	54

## ÍNDICE DE TRABLA

<b>Tabla 1.</b> Índices de Diversidad Ecológica de Margalef, Simpson, Shannon y Pielou para los 3 transectos con especies identificadas .....	62
<b>Tabla 2:</b> Ficha de captura y clasificación de anuros .....	90
<b>Tabla 3.</b> Cálculo de índices de diversidad (Shannon-Weaver, Simpson y Pielou). .....	90
<b>Tabla 4</b> registro de abundancia y diversidad de anuros durante los meses noviembre 2022 a enero 2023 dentro del bosque <i>Polylepis</i> . .....	91
<b>Tabla 5</b> Parámetros tomados en cuenta de los microhábitats de las especies de anuros encontradas en el bosque <i>Polylepis</i> .....	92

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Pristimantis</i> sp. ....	88
<b>Anexo 2.</b> Artropofauna acompañante en pajonales. ....	88
<b>Anexo 3.</b> Monitoreo de anuros en el bosque de <i>Polylepis</i> . ....	88
<b>Anexo 4.</b> Trampas colocadas cerca de fuentes de agua en el interior del bosque. ....	89
<b>Anexo 5.</b> Contaminación en el interior del bosque de <i>Polylepis</i> . ....	89

## **ABREVIATURA**

**REEA:** Reserva Ecológica El Ángel.

**EER:** Evaluación Ecológica Rápida.

**pH:** Grado de acidez o basicidad de medios acuosos.

**W (%):** Contenido de humedad.

**F<sub>h</sub>odo:** Determinación del factor de corrección por humedad

**LC:** Preocupación Menor a nivel global

**NT:** Casi Amenazada en Ecuador

**Vu:** Vulnerable en Ecuador

## GLOSARIO

**Areolado:** Que tiene piel con gránulos o arrugas.

**Trepadorismo:** Plantas que trepan o suben por medio de los árboles.

**Biomás:** Conjunto de ecosistemas que producen vida en zonas determinadas.

**Hábitats:** Lugar donde se desarrolla una comunidad.

**Madrigueras:** Cueva o cavidad, estrecha y generalmente profundas.

**Anfibios:** Grupo de vertebrados caracterizados por poseer una fase de vida acuática.

**Oviposturas:** Acción de depositar huevos en un medio ambiente adecuado para su desarrollo posterior.

**Ciénaga:** Terreno pantanoso con abundancia de cieno.

**Gravimetría:** Parte de la física que estudia la gravitación terrestre.

**Epifitismo:** Plantas que crecen a partir de otra.



## 2. INTRODUCCIÓN

La provincia del Carchi es parte de la sierra norte del Ecuador en la cual está ubicada la Reserva Ecológica El Ángel (REEA) específicamente en la parroquia del Ángel, la misma posee una zona de amortiguamiento en donde se encuentra el bosque *Polylepis* que posee una extensión de 12 hectáreas y está catalogado como bosque jerárquico, primario y milenario considerándose único en su género por la exclusividad de las especies tanto vegetales como animales (Carchi Prefectura, 2019).

El bosque *Polylepis* presenta climas nublados o nubosos disponiendo de una vegetación arbórea que se desarrolla en montañas tropicales en la franja altitudinal que va desde los 500 hasta los 2.000 metros sobre el nivel del mar en donde se forman neblinas o nubes, facilitando al bosque un ecosistema de estructura vegetal compleja con epifitismo y trepadorismo, siendo así uno de los biomas con mayor diversidad biológica que existe (Castro, 2020).

En la última década se han realizado investigaciones en laderas y paramos con la finalidad de estudiar la riqueza de especies en estos sectores, gracias a esto la diversidad de anfibios en territorio ecuatoriano ha incrementado en un 44%, es

decir, más de tres cuartos de las 193 especies descritas desde el 2009 (Ron, Merino-Viteri, & Ortiz, 2019), lo que sugiere que los páramos son ecosistemas que debido a sus condiciones ambientales, terreno, extensión y poco estudio, existe un nivel de adaptación alto, a su vez, presenta una modificación a nivel genético mayor tomando en cuenta las barreras geográficas, el tipo de alimentación, entre otros, lo que permite la diversificación de especies que se adaptan a los entornos fríos, en el caso de los anfibios resultan idóneos ya que el ecosistema del páramo se caracteriza principalmente por las elevadas precipitaciones, la formación de humedales, lagunas, afluentes y charcas permanentes o temporales, las cuales permiten la realización de sus procesos biológicos como lo es la alimentación y reproducción.

Dentro de la provincia del Carchi se han registrado alrededor de 125 especies de anfibios, de las cuales 67 son endémicas del suroccidente del Chocó entre Colombia y Ecuador, 27 especies exclusivas de los Andes Tropicales del Ecuador y 42 se encuentran en peligro de extinción (Yáñez-Muñoz, y otros, 2020), la mayoría de anfibios descritos en la provincia pertenecen a los Anuros con un 92% del total de especies, mientras que las Caudatas y las Gymnophionas tan solo aportan un 8% de especies totales.

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar las poblaciones de anuros presentes en el bosque del *Polylepis* de la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica El Ángel, empleando la metodología EER que tiene como base la observación directa, determinando la abundancia de este orden en los bosques siempreverde del páramo (Aguirre-León, 2011).

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La provincia del Carchi al presentar distintos ecosistemas desde las selvas tropicales, hasta los páramos andinos, es una de las regiones con mayor biodiversidad de la zona, además de ser hogar de varias especies endémicas y en peligro. El bosque de *Polylepis* es una de las zonas que representa un atractivo turístico de la zona debido a la presencia de flora propia de los páramos andinos y belleza paisajística, al estar ubicado en una zona considerada como “bosque siempreverde” debido a las elevadas precipitaciones, la formación de pantanos y lagunas resultan ser un lugar idóneo para el desarrollo larval, reproductivo, y fuente de alimentación para distintas especies de anfibios.

No obstante, es una zona en la cual no se han registrado estudios herpetológicos, donde se observa actividad turística, pérdida de ecosistemas y avance tanto de la ganadería como la introducción de especies domésticas. Estos procesos han causado daños a las poblaciones nativas y sumado el aumento de la temperatura y disminución de las precipitaciones como consecuencia del cambio climático, las especies como los anfibios se ha visto directamente afectadas, ya que su supervivencia se basa en la humedad y presencia de fuentes de agua para su desarrollo embrionario y biológico, las cuales van perdiendo superficie afectando a las poblaciones que allí residen.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1.OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las poblaciones de anuros presentes en el bosque del *Polylepis* de la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica El Ángel, empleando la metodología EER que tiene como base la observación directa, determinando la abundancia de este orden en los bosques siempreverde del páramo.

### **4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar las especies de anuros presentes en el bosque de *Polylepis*, mediante claves de identificación.

Elaborar un mapa con los sectores con mayor y menor abundancia de especies de anuros dentro del bosque de *Polylepis*.

Determinar la diversidad y distribución de especies anuras dentro del bosque *Polylepis*.

Medir parámetros ambientales de los microhábitats mediante colecta de muestras de agua y lodo para la obtención de rangos ambientales aptos en los que se desarrollan los diferentes géneros de anuros.

Comparar la diversidad y riqueza de especies de anuros identificados en las horas de noche con relación a los identificados durante las horas de día.

## 5. JUSTIFICACIÓN

Mediante el uso de la metodología de Evaluación Ecológica Rápida (EER) y claves de identificación a nivel morfológico lo que permitirá la clasificación de especies que se encuentran en bosques próximos a los páramos, también permitirá evaluar las épocas de mayor actividad de anuros y las características que reúnen los hábitats con mayor abundancia, además, con el uso de los principales índices de diversidad ecológica servirá para realizar una comparación de las distintas poblaciones encontradas con respecto a su abundancia y distribución, con la finalidad de aportar con bases científicas la importancia y necesidad de conservar áreas boscosas de la zona, con el presente trabajo se pretende brindar una base de datos de especies anuras presentes en el bosque de *Polylepis* el cual puede ser utilizado al momento de la elaboración de planes de manejo dentro de zonas de amortiguamiento cercanas a la Reserva Ecológica el Ángel.

También el presente estudio tiene el propósito de brindar un apoyo a futuras investigaciones relacionadas con el tema a nivel de identificación y metodológico; otra de las intenciones que tiene el presente trabajo de investigación es la de validar o descartar la presencia de anuros considerados extintos en la Reserva Ecológica El Ángel, como lo es el caso de *Atelopus ignescens*, ya que las actividades antrópicas causan daños severos a ecosistemas frágiles a los cambios como lo son los páramos, los cuales se ven afectados por el cambio climático, actividades turísticas desmedidas y el avance de la frontera agrícola.

## **6. HIPÓTESIS**

Ha= Los anuros presentes en el bosque de *Polylepis* muestran una mayor diversidad y abundancia en las zonas cercanas al páramo.

Ho= Los anuros presentes en el bosque de *Polylepis* muestran menor diversidad y abundancia en las zonas cercanas al páramo.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 Generalidades de los anfibios**

los anfibios son especies ectotérmicas por lo cual su regulación de temperatura depende del ambiente, son vertebrados tetrápodos con la piel desnuda con glándulas que la mantienen húmeda, presentan una respiración branquial durante su estadio larvario y pulmonar la cual se da por la piel y las mucosas en su estadio juvenil y adulto, en cuanto a su sistema circulatorio, es el primer grupo que presenta una circulación sanguínea doble, en cuanto a su reproducción es ovípara con 2 estadios, uno acuático durante su etapa larvaria hasta su metamorfosis en su etapa juvenil en la cual se vuelve una especie terrestre durante el resto de su ciclo. Para Menéndez (2014), los anfibios son especies ectotérmicas por lo cual su regulación de temperatura depende del ambiente, son vertebrados tetrápodos con la piel desnuda con glándulas que la mantienen húmeda, presentan una respiración branquial durante su estadio larvario y pulmonar la cual se da por la piel y las mucosas en su estadio juvenil y adulto, en cuanto a su sistema circulatorio, es el primer grupo que presenta una circulación sanguínea doble, en cuanto a su reproducción es ovípara con 2 estadios, uno acuático durante su etapa larvaria hasta su metamorfosis en su etapa juvenil en la cual se vuelve una especie terrestre durante el resto de su ciclo (Ilustración 1).





**Ilustración 1.** Ciclo de vida de los anuros.

**Fuente:** Novillo, 2022.

La clase anfibia posee una gran diversidad de especies que solo hasta el 2020 llegaron hasta los 5.685 y hasta ahora se han registrado dos especies nuevas en el 2022, debido a esto se consideran un grupo diverso logrando agruparse en 48 familias (Castellanos, 2020), esta clase representa una gran importancia dentro de la cadena trófica ya que permite el paso de energía desde los ecosistemas acuáticos a los terrestres, evolutivamente son un clado de gran importancia para el paso de la vida marina a la conquista de los ecosistemas terrestres ya que los primeros registros fósiles de anfibios datan de 350 millones de años, siendo descendientes de los peces lobulados debido a que presentaban pulmones funcionales, aletas lobuladas y óseas lo que le permitían sostener su cuerpo (Universidad Complutense de Madrid, 2019).

Dentro de los anfibios se dividen entre caudales como lo son los anuros y urodelos y las cecilias las cuales carecen de extremidades la piel de los anfibios presentan avances evolutivos con respecto a los peces debido a su salto de ecosistemas acuáticos a ecosistemas terrestres. Para Contreras (2014), la piel de los anfibios está conformada de capas tegumentarias que los protege de la abrasión del sol y la desecación, pero al ser un clado evolutivamente inferior dentro de los vertebrados terrestres estas capas no los protegen de la misma manera que especies adaptadas a la vida terrestre como lo son los clados superiores (reptiles, aves y mamíferos), la piel de los anfibios al ser desnuda presentan glándulas dérmicas las cuales su principal función es la de evitar la desecación y algunas especies han especializado estas glándulas para la producción de toxinas las cuales sirven de protección ante la depredación, en cuanto a la locomoción, durante su periodo larval lo realiza mediante el uso de su cola en el medio acuático, al sufrir la metamorfosis se ayuda con las extremidades inferiores que son las primeras en desarrollarse, con sus extremidades superiores formadas y que su cola haya desaparecido pasa a su estadio terrestre el cual realiza su movilización terrestremente mediante saltos, esto debido a su evolución que consta del alargamiento de sus miembros inferiores los mismos que cuentan con más musculatura que sus patas superiores, este mismo proceso evolutivo de la misma forma alargó sus huesos calcáneo y astrágalo lo que provocó tal longitud en cuanto a sus miembros inferiores, en cuestión de su salto esto fue gracias a la formación del urostilo esto fue gracias a la fusión de vertebras caudales

y el ilion confiriéndoles así esta resistencia al momento de saltar (Castellanos, 2020).

Generalmente este orden por la variedad de ejemplares que posee y sus distintas adaptaciones que tiene cada uno de ellos para cada distintos hábitats en el cual se desenvuelven se consideran cosmopolitas, con esto queremos decir que se encuentran en cualquier parte del planeta a excepción de la Antártida, gracias a esto pueden vivir también a varios grados de temperatura, se las suele encontrar por lo general en distintos cuerpos de agua como estanques, lagunas y ríos, incluyendo también en distintas hojas de arbustos o pajonales llegando a ser llamadas arborícolas inclusive han llegado a registrarse especies que cavan su propia madriguera las cuales son catalogadas como especies de hábitats fosoriales (Castellanos, 2020).

## **7.2 Biología de anfibios**

### **7.2.1 Sistema nervioso**

Los anfibios presentan un sistema nervioso más desarrollado que el de los peces, el sistema nervioso central se encuentra conformado por el encéfalo y la médula, el encéfalo se encuentra dividido en encéfalo anterior, medio y posterior los cuales

corresponden al cerebro que es pequeño, un cerebelo poco desarrollado y el budo raquídeo; el encéfalo presenta como unidad fundamental al tectum del mesencéfalo el cual es fundamental para el desarrollo de los lóbulos ópticos (Menéndez, 2014).

Tomando en cuenta el sistema nervioso periférico en los anfibios, presenta ciertas características que lo diferencian de los peces, para Menéndez (2014), los anfibios presentan nervios compactos en las extremidades y plexos nerviosos entre la médula espinal y las extremidades, su sistema nervioso autónomo ya presenta diferenciado el sistema nervioso simpático y parasimpático, lo cual se sigue manteniendo en clados superiores, aunque su sistema nervioso sea más desarrollado que el de los peces, durante su estadio larvario aún mantienen la línea lateral la cual le permite recibir estímulos del ambiente principalmente de corrientes.

En cuanto a la vista, pese a tener los ojos anatómicamente similares al de los peces, estos son muy desarrollados ya que en su retina se encuentran presentes los conos que ayudan para la visión diurna y bastones para entornos con escases de luz, este grupo presenta bastones rojos llamados rodopsina la cual es un fotorreceptor fundamental durante las primeras etapas del proceso visual, los bastones verdes que presentan pigmentos amarillos, en cuanto a los conos son simples y dobles. La pupila presenta diferentes formas dependiendo del grupo, en cuanto al oído, este consta de la cavidad timpánica que en su interior presenta un conjunto de huesos que tienen una comunicación con el oído interno, por su parte el olfato y el gusto

son bastante desarrollados, en el caso del gusto, este presenta papilas gustativas diferenciadas.

### **7.2.2 Sistema circulatorio y linfático**

El sistema circulatorio de los anfibios es doble pero incompleto, presenta un cambio desde su estadio larvario ya que su respiración es braquial cuyo corazón es similar al de los peces a un sistema respiratorio pulmonar, por lo cual, el corazón presenta un seno venoso con 2 aurículas que se encuentran divididas por un tabique interauricular completo, posee un ventrículo que no tiene divisiones internas y un cono arterioso que presenta una válvula espiral que es fundamental para la distribución selectiva de la sangre oxigenada y desoxigenada, es por ello que este clado junto a algunos caudados no presentan divisiones ventriculares siendo los únicos vertebrados que respiran aire con esta característica (Sánchez-Guillén, 2022).

La sangre que llega del cuerpo entra al seno venoso por medio de las venas cavas tanto superior como inferior, la sangre oxigenada ingresa por las arterias pulmonares a la aurícula derecha, mientras que la desoxigenada ingresa por la aurícula izquierda, debido a que el corazón de los anfibios es tricameral las aurículas se contraen al mismo tiempo enviando los dos tipos de sangre a un mismo ventrículo pero sin mezclarse debido a la velocidad de contracción, este al contraerse la sangre

con oxígeno ingresa al circuito sistémico mientras que la desoxigenada se dirige hacia los pulmones y hacia una red de capilares que se encuentran en la piel donde se realiza el intercambio gaseoso, dichos capilares son importantes en especies de anfibios no pulmonados; la sangre que sale del corazón lo realiza por la aorta ventral en dirección al circuito pulmonar dividido en 2 para que la mayor parte realice el intercambio gaseoso en los pulmones y el resto realice este intercambio en la piel, por su parte, la aorta dorsal tiene la función principal de distribuir la sangre a los órganos y tejidos.

La sangre de los anfibios se encuentra compuesta por células similares a la de los vertebrados tales como los eritrocitos con forma ovalada o elíptica, siendo los más grandes entre los vertebrados (Sánchez-Guillén, 2022), teniendo la función de transporte de oxígeno a las diferentes células y retención de dióxido de carbono, la sangre también se conforma de trombocitos y plaquetas que cumplen el rol de la coagulación, en cuanto a la defensa, la sangre presenta leucocitos encargados de la defensa ante infecciones, granulocitos los cuales tienen un rol en el combate contra infecciones bacterianas, además de varios tipos de células monocíticas conformada por linfocitos y monocitos.

En cuanto al sistema linfático de los anfibios, la linfa está compuesta por los mismos componentes de la sangre, pero sin la presencia de eritrocitos y presenta corazones linfáticos mayormente conocidos como sacos o vesículas linfáticos que presentan pulsaciones independientes a las del corazón, dichas estructuras son fundamentales para un flujo unidireccional de linfa hacia el corazón (Universidad Complutense de Madrid, 2019).

### **7.2.3 Sistema respiratorio**

Los anfibios durante su estadio larvario presentan una respiración branquial la cual presenta evaginaciones que están en contacto con el agua lo que permite el intercambio gaseoso de manera constante por medio de los filamentos branquiales, al llegar a estadios adultos en donde la respiración se vuelve en su mayoría pulmonar el aire entra por medio de la cavidad bucal a través de las aberturas nasales externas, coanas y fosas nasales, el nacimiento del conducto hacia los pulmones se origina en el suelo de la faringe, la entrada se encuentra conformada por una hendidura conocida como glotis la cual se encuentra rodeada de cartílagos aritenoides y cricoides que se forman a partir de los arcos viscerales, tras ello pasa a la laringe que es de tamaño reducido de la cual se extienden las cuerdas vocales formada por 2 bandas tendinosas en paralelo que producen el sonidos por la vibración del aire, dichos sonidos son amplificados en los anuros machos gracias a los sacos resonadores ubicados en los ángulos posteriores de la boca los cuales se

abren para amplificar el sonido, la tráquea se encuentra reforzada por cartílago en forma nodular en los anuros cuya longitud es variable dependiendo del tamaño del individuo, la traquea presenta una bifurcación formando 2 bronquios que transportan el aire hacia los pulmones lobulados que presentan tabiques internos con una eficacia limitada, en la superficie pulmonar de los anuros se presenta pliegues los cuales vuelven a formar nuevos pliegues con la forma de pequeños alveolos los que facilita la respiración y el intercambio gaseoso, la cual se va volviendo más compleja en los vertebrados superiores.

El funcionamiento de la respiración pulmonar en anfibios los cuales carecen de caja torácica dependen de los movimientos en la base de la boca a diferencia de los clados superiores que dependen de los movimientos de la caja torácica, en los anfibios el movimiento activo inicia cuando el aire ingresa por los orificios nasales los cuales se cierran al finalizar de entrar el aire y se produce otro movimiento activo en la base de la boca que debe ascender para que el aire pueda ser empujado hacia los pulmones, en el caso de vaciar los pulmones, se produce un descenso en la base de la boca para que el aire de los pulmones sea succionado hacia la boca y expulsarlo, al momento de que la base de la boca sube, la laringe se cierra y los orificios nasales se abren (Menéndez, 2014).

En el caso de la respiración cutánea esta se da por medio de la piel que es altamente permeable y vascularizada la cual siempre mantiene su humedad por lo que facilita



el intercambio gaseoso por medio de los capilares sanguíneos los cuales llegan a alcanzar la superficie de la piel la cual se encuentra en contacto con el entorno.

#### **7.2.4 Sistema digestivo**

Los anfibios durante su estadio larval se alimentan principalmente de vegetales, al madurar empiezan a alimentarse de gusanos y artrópodos, siendo su dieta principal los artrópodos tales como coleópteros, arácnidos y larvas de lepidópteros, en cuanto a gusanos, su dieta se encuentra conformada por anélidos; la digestión inicia en la boca la cual presenta una lengua protráctil lo que le facilita la captura del alimento gracias a las glándulas presentes las que segregan sustancias de consistencia pegajosa los que le facilita atrapar las presas, la misma se encuentra unida al borde posterior de la arcada mandibular, en el caso del clado Pipitidae sus especies se caracterizan por carecer de lengua (Zweifel & Cogger, 1998). Dentro de la boca, los anuros tienen dientes de tamaños reducidos y homodonta, es decir que no presentan diferencias, también es una dentadura polifiodonta por lo cual puede reemplazar sus dientes repetidas veces a lo largo de su vida, los dientes dentro de los anuros no tienen la función de desgarrar o triturar, son exclusivamente para sujetar a las presas para sus posterior deglución (Menéndez, 2014), dado a la morfología craneal de los anfibios no adaptada para masticar, engullen a las presas enteras.

Tras la ingestión el alimento pasa al esófago el cual es de tamaño reducido y ancho el cual se conecta con el estómago que puede ser en forma de un tubo sencillo o en forma de saco (Menéndez, 2014), dentro de los estómagos se liberan grandes cantidades de enzimas las que permiten degradar las proteínas y lípidos, el estómago también presenta válvulas las cuales evitan que el alimento se regrese conocidas como válvulas cardias y las valvulas pilóricas que evitan el ingreso al intestino del alimento el cual aún no ha culminado con la digestión (Sánchez Guillén, 2022), tras la digestión pasa al intestino donde absorbe los nutrientes que no pudieron ser procesadas por el estómago para que el hígado y el páncreas secreten sustancias hacia el intestino delgado para el procesamiento de proteínas y grasas.

## **7.2.5 Sistema excretor y reproductivo**

### **7.2.5.1 Sistema excretor**

En cuanto los anfibios su aparato excretor está formado por un conjunto de órganos encargados de la eliminación de los residuos realizados por su metabolismo. Este consta del riñón el cual es el encargado de funciones de limpieza, equilibrio químico de la sangre y producción de hormonas, también tiene funciones de excretar el exceso de agua, formando parte del aparato unitario junto a la vejiga y uretra y los uréteres, en la fase de renacuajo excretando amoníaco y al ser adultos excretar urea.

Los conductos excretores los cuales se extienden a lo largo del borde lateral del riñón que terminan en la cloaca, la cual permite excretar los desechos de los anfibios hacia el exterior. Por último, tenemos a la vejiga urinaria, que es un órgano musculoso. membranoso encargado de recibir la orina de los uréteres la almacena y finalmente la expulsa a través de la uretra al exterior del cuerpo (Beriain, 2017).

#### **7.2.5.2 Sistema reproductor**

Generalmente los anfibios poseen dos ovarios o dos testículos, según sean machos o hembras, con respecto al macho su esperma viaja desde los testículos hasta la cloaca a través de los conductos de Wolff, en cambio en la hembra, esta posee folículos que se forman en los ovarios y luego de su ruptura, liberan los ovocitos hacia el fundíbulo y luego a los oviductos, en el caso del género *Bufo* posee una característica anatómica destacable ya que tiene el órgano de Bidder, cuya estructura es el resto de tejido ovárico localizado en los testículos que en ocasiones pueden encontrarse ovocitos inmaduros, pero cabe recalcar que esto no es hermafroditismo (Alcántara de la Fuente, 2019).

#### **7.2.6 Sistema esquelético**

Cuando hablamos de sistema esquelético de los anuros, para Orlando (2016) estos poseen un esqueleto axial los mismos que se han especializado de forma peculiar con el fin de realizar dos funciones de valor adaptativo como lo son el salto y la

natación, esto en conjunto al sistema muscular, provocando una brusca extensión de las extremidades posteriores, su cuerpo se acorta al no existir el movimiento sinuoso necesario para la locomoción en el agua. Al referirse al cráneo de estas especies, se sabe que este consta de tres componentes fundamentales como el condrocráneo, el cual es un elemento muy antiguo, el dermocráneo, que está formado por una osificación intramembranosa de elementos dérmicos y por último el esplanocráneo, el mismo que proviene del esqueleto de los arcos branquiales.

Actualmente los cráneos de los anuros han sufrido cambios ya que se han mostrado aplanados, con orbitas grandes y el número, extensiones y grosor de sus elementos dérmicos se han reducido, en el caso de las ranas sus cráneos muestran especializaciones reductivas en comparación con los anfibios primitivos, con esto se puede llegar a considerar que sus cráneos son un conjunto de cápsulas cartilaginosas en cuyas paredes se llegan a formar osificaciones las cuales están cubiertas parcialmente por huesos de origen dérmico.

#### **7.2.6.1 Esqueleto Axial**

Especificando cada uno de los esqueletos que posee esta clase anura, la axial es la columna vertebral, la misma está dividida en regiones, la cervical, una torácico-lumbar, la sacra y la coccígea o caudal, en este caso los anuros presentan una única

vértebra cervical con una forma de anillo, la cual se articula con dos cóndilos occipitales del cráneo (Menéndez, 2014).

#### **7.2.6.2 Esqueleto cefálico**

Encontramos el neurocráneo, en si es donde se forma el cráneo cartilaginoso que es el resultante de una fusión íntima del paleocráneo y el neocráneo, posterior a esto como dicho antes esta empieza a osificarse en distintos puntos y en varios huesos de membrana luego de esto llegan a cubrirlo casi en su totalidad, la bóveda craneal está formada por huesos de revestimiento, dos nasales, dos prefrontales, dos postfrontales, dos parietales y un vómer. En cuanto a la región temporal encontramos los póoticos, en el cual se abre la ventana oval que da entrada al laberinto óseo, en la parte trasera encontramos los occipitales laterales y en la base del cráneo dos orbitoesfenoides en los Urodelos y un esfenetmoides, en los anuros también se le añade un paraesfenoides (Aritio, 1969).

Tenemos de igual manera al esplanocráneo como dicho antes, este es un hueso cuadrado que deriva del cartílago palatocadrado, el mismo articula la mandíbula inferior con el cráneo, dentro de este también se encuentra el hiomandibular el cual realiza la comunicación con la capsula auditiva y se transforma en la columnilla del oído medio, como huesos cuadrados, a este se le añaden huesos de revestimiento,

un palatino, un pterigoideo, un timpánico y un escamoso, en el caso de las larvas existen cuatro pares de arcos branquiales que pierden al transformarse en adultos quedando solamente con un hueso impar, el hioides este posee una serie de prolongaciones laterales, en forma de cuernos, que llegan hasta la base de la lengua (Aritio, 1969).

### **7.2.6.3 Esqueleto apendicular**

Aquí podemos encontrar una cintura escapular que llega alcanzar un gran desarrollo, está formada por una lámina cartilaginosa o parcialmente osificada a cada lado del organismo, se distingue en su parte dorsal la escápula u omóplato, en ocasiones un supraescápula y en su parte ventral el coracoides y el procoracoides, estas tres piezas forman la cavidad glenoidea en donde se articula la cabeza del humero, este tipo de cintura está unida al esternón provocando una prolongación hacia adelante, llamada homoesternón, la cintura pelviana que poseen los anuros está formada por el íleon, el isquion y el pubis todos unidos de un solo hueso, en cuestión de sus extremidades estas constan de tres segmentos, el estilópodo que posee un hueso único (húmero o fémur), el zeugópodo que cuenta con dos huesos paralelos (el radio y el cúbito o tibia y el peroné), estos mismo pueden estar sujetos, formando respectivamente el radiocubital y el tibioperoneo, por ultimo tenemos al autópedo, este comprende una serie de huesos carpianos, metacarpianos, la falanges o tarsianos, metatarsianos y falanges. en el caso de los autópedos estos en sus miembros anteriores, no poseen más de cuatro dedos, sus extremidades posteriores

en algunos casos pueden faltar en algunos urodelos, los apodos, además de no poseer extremidades, también carecen de cinturas, su locomoción en el caso de los apodos y urodelos se verifica en la ondulaciones horizontales del cuerpo, sirviendo las extremidades de los urodelos solo como puntos de apoyo, al contrario de los anuros que su locomoción se efectúa principalmente de sus extremidades posteriores las mismas que le sirven al realizar sus saltos, natación y sobre todo para trepar (Aritio, 1969).

### **7.3 Diversidad de anfibios en las regiones naturales del Ecuador**

Al tratarse de anfibios en el Ecuador, este como ya dicho antes representa una cuarta parte más diversa en el mundo al llegar a 669 especies (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022).

En las partes bajas del territorio ecuatoriano en cuanto al este y oeste de los andes específicamente albergan alrededor de 260 especies, en su mayoría a un 97% se encuentran en bosques húmedos tropicales de tierras bajas, las cuales presentan un 56% del área del Ecuador continental, siendo así un superior porcentaje de especies de anfibios que contienen en sí un total del 49%, entonces presenta un nivel de endemismo político alto ya que llega a las 261 especies. Representando un 45% en el Ecuador, y en referencia a las especies no endémicas siendo así compartidas con su mayoría en Colombia llegando a unas 235 especies a comparación con Perú que presenta 174 especies. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022).

El Ecuador posee regiones naturales las cuales presentan mayor diversidad regional (El bosque Montano Oriental con 207 especies, el bosque Húmedo Amazónico con 182 especies, el bosque Montano Occidental con 148 especies) en lo general, los anfibios de tierras bajas tienen una distribución mucho más extensa que los de tierras altas (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022).

#### **7.4 Anfibios en ecosistemas de páramo en Ecuador**

Si nos referimos a América Latina, esta posee altas montañas que albergan paisajes los mismos que integran pisos glaciares con cúspides nevadas a más de esto volcanes de gran altitud como la Cordillera de los Andes, por debajo de estas, empiezan a ubicarse franjas periglaciares casi desérticas mejor conocidas como arenales para luego llegar hasta los páramos donde empiezan a residir varias especies tanto animales como vegetales que han logrado a adaptarse a estos hábitats llegando a considerarse así los páramos verdaderas selvas andinas (Camacho, 2013).

Se sabe que los páramos presentan zonas claves, ya que gracias a su altitud y clima tienen la función de retener varias cantidades de agua, manteniendo el control y equilibrio en cuestión de pérdida y aporte dentro de su ecosistema, permitiendo así en los tiempos de verano y sequía que el agua sea conducida por medio de



infiltración a las tierras bajas para formar acueductos, riachuelos, quebradas y ríos, siendo así zonas con mucha humedad durante casi todo el año a pesar que posee un clima cambiantes que pasan de la insolación ah la nubosidad espesa, al igual que sus temperaturas que van de 5°C hasta llegar a los 0°C incluso a menos, también muestran paisajes de relieves irregulares, ásperos con fragmentos de grandes, pequeñas, onduladas, y planas rocas, contando con amplios valles junto con la presencia de lagos y afluentes, dando así la oportunidad de la existencia de flora adaptativa por las condiciones rigurosas en las que se desarrollan, en el caso de la fauna estos siempre permanecen en movimiento buscando lugares con las mejores condiciones para sobrevivir en este caso tenemos a los anfibios los cuales han logrado adaptarse perfectamente a estos ecosistemas logrando reproducirse, desarrollarse y sobrevivir, las mismas muestran gran diversidad a nivel de especies. (Rodríguez, 2019).

Debido a que los páramos presentan un gran heterogeneidad generan una gran diversidad en referencia a su estructura física en cuestión de vegetación provocando que varias especies como ranas y sapos puedan prosperar tranquilamente en su vegetación arbustiva e bromelias terrestres también recalcando que posee cuerpos de agua pequeños o charcos en los que distintas especies pueden depositar sus huevos e incluso en pajonales entre las raíces o en la base de la vegetación herbácea generalmente en zonas de alta humedad siendo así lugares estratégicos escogidos por estos anfibios para subsistir y prosperar sin ningún problema o amenaza (Garzón, 2011).

## **7.5 Papel biológico de los anfibios**

Existen varios ecosistemas en los cuales se desenvuelven diversidades de anfibios entre ellos los humedales en estos se reproducen varias especies en las cuales sus renacuajos se alimentan de materia vegetal y desperdicios, por otra parte al ser adultas en su mayor parte pasan a ser presas de distintas aves, mamíferos, reptiles, insectos y en ocasiones arañas, estos anfibios son especies que dependen de las temperaturas del ambiente para poder regular la temperatura corporal haciéndolos grandes conservadores de energía por transformar la biomasa que consume en beneficio para ellos (Garzón, 2011).

Al tratar con anfibios, estos han sido utilizados por mucho tiempo para cacería, alucinógenos, ceremonias y sobre todo para la medicina al existir especies venenosas, en el ámbito de la medicina se han logrado desarrollar calmantes de dolor y antibióticos, a más de esto los anfibios tienen un rol importante en el control de plagas como lo son los insectos (Garzón-Santomaro, Sánchez-Nivicela, Mena-Valenzuela, & González-Romero, 2019).

## **7.6 Estrategias reproductivas**

Los anfibios poseen varias estrategias reproductivas las cuales han evolucionado, esto debido a su capacidad de sobrevivir en distintos ambientes, estas pueden ser definidas como una atribución fisiológica, morfológica y conductuales en relación a las condiciones ambientales en las cuales esta habita, entonces los principales características las distintas estrategias reproductivas son los factores endógenos o exógenos los mismos que controlan los ciclos gaméticos (temperatura, humedad y disponibilidad de agua); la fecundidad, que engloba el número y el tamaño de los huevos, la frecuencia de oviposición y la proporción de hembras reproductivas; edad a la cual ocurre su primera reproducción y ciclo reproductivo; esfuerzo reproductivos; duración del desarrollo, cuya fracción más importante corresponde al desarrollo larvario y por último las restricciones ambientales (E. Duellman & Trueed, 1999).

Debido a todos estos componentes es razonable entender que la diversidad en las estrategias de historia de vida de estos organismos, es muy amplia dentro de los vertebrados, incluso llegando a reconocer un posible numero de 40 estrategias reproductivas diferentes de las cuales 30 son descritas en la región neotropical, generalmente el método reproductivo ancestral de los anuros es el acuático ya que dentro de este ambiente se acontece el amplexo, fertilización externa de los huevos y una fase larval de vida libre en la cual se incluye la metamorfosis que culmina con la fase juvenil que es cuando emerge del agua (con cuatro extremidades y una

cola vestigial que se reabsorbe en pocas horas, este modo reproductivo es conocido como ovíparo y es el más común (E. Duellman & Trueb, 1999).

En forma paralela a la evolución de este modo de reproducción llamado desarrollo directo, denominado así por una fase acuáticas, emergiendo del huevo un adulto miniatura, en los anfibios existen las fecundaciones externas e internas, pero en su mayoría son externas, aunque si existen varias que son internas en la cual la cola que generalmente es la cloaca, esta actúa como órgano copulatorio al momento de aparearse, sabiendo que la fecundación en este caso es crucial esta estrategia, por el cuidado parental que es relevante, debido a que como objetivo básico, la protección de la progenie de potenciales depredadores (R Soto, Eduardo; Sallaberry, Michel; J Núñez, José; A Méndez, Marco;, 2008)

**Oviposición:** Existe una amplia estrategia en cuanto a la reproducción de anfibios, pero esta pueda ser simplificada en dos grupos. Los que colocan huevos en ambientes acuáticos y los que los depositan en ambientes terrestres, aunque se dice que existe un tercer grupo el cual corresponde a los que retienen los huevos en sus oviductos (Trueb, 1986).

**Ciclos reproductivos:** los ciclos reproductivos de los anfibios, estando fuertemente controlados por distintas variaciones hormonales y presentan restricciones a nivel

genético, pueden presentar una fuerte componente ambiental en su regulación las cuales poseen características permitiendo observar dos grandes patrones reproductivos de anuros el primero, en los bosques templados presentan un reproducción cíclica (continua), en la cual su actividad se ve influenciada por la disponibilidad de agua y temperatura, la segunda trata de las especies que se sitúan en el norte o en zonas centrales, llegando a tener una reproducción estacional debido a la disponibilidad de agua la cual se encuentra asociada a los ambientes temporales llevándose aquí acabo el desarrollo larvario, periodo reproductivo y la eclosión (Brieva, 2004).

**Cuidado parental:** se define como una conducta exhibida por uno o ambos padres que favorece o incrementa las probabilidades de sobrevivencia de sus descendencias, en la etapa de huevos, embriones y larvas, esta es una conducta que implica el uso de una mayor energía en el cuidado de la descendencia en los que son asociados a una elección tipo k, que en pocas palabras es la existencia de un número limitado de descendientes, pero con una incrementada tasa de supervivencia, este cuidado incluye atención sobre los huevos fecundados, transporte de huevos o larva y la alimentación de la mismas, este cuidado es común en las especies que depositan los huevos en el suelo o incluso en sus cavidades, sin embargo, no se debe confundir con la retención de los huevos en el oviducto o la construcción de nidos antes y

durante la oviposición ya que en este no existe un cuidado por los padres siendo considerada una forma no parental (Trueb, 1986).

**Desarrollo larvario:** Cabe decir que las larvas de los anuros junto con los adultos juegan un rol protagónico en la cadena trófica y flujo de energía del medio en que se encuentran, las larvas muestran múltiples adaptaciones morfológicas que los convierten en sujetos de gran interés en estudios ecológicos y evolutivos, estas variaciones ofrecen una excelente fuente de información para fines sistemáticos (Hass, 2003).

Según Ubeda (2021), si se trata de hablar de especies de anfibios altoandinos estas presentan un patrón estacional de reproducción como así como su mayoría de las especies de anuros esto es debido a las distintas estacionalidades marcadas, haciendo hincapié que todas las especies poseen un ciclo bifásico, con huevo y larvas acuáticas, las mismas que poseen una alimentación activa perteneciendo a un modo de reproducción generalizado, método que es considerado ancestral de los anfibios, ya que se encuentra presente en los principales ambientes del planeta a más de esto se cataloga por tener una mayor fecundidad y oviposturas numerosas en cuanto a los anfibios con reproducción especializada, de esta manera más

generalizada, todas las especies quedan comprendidas en una reproducción primitiva por el hecho de tener huevos y larvas en aguas lénticas y corrientes.

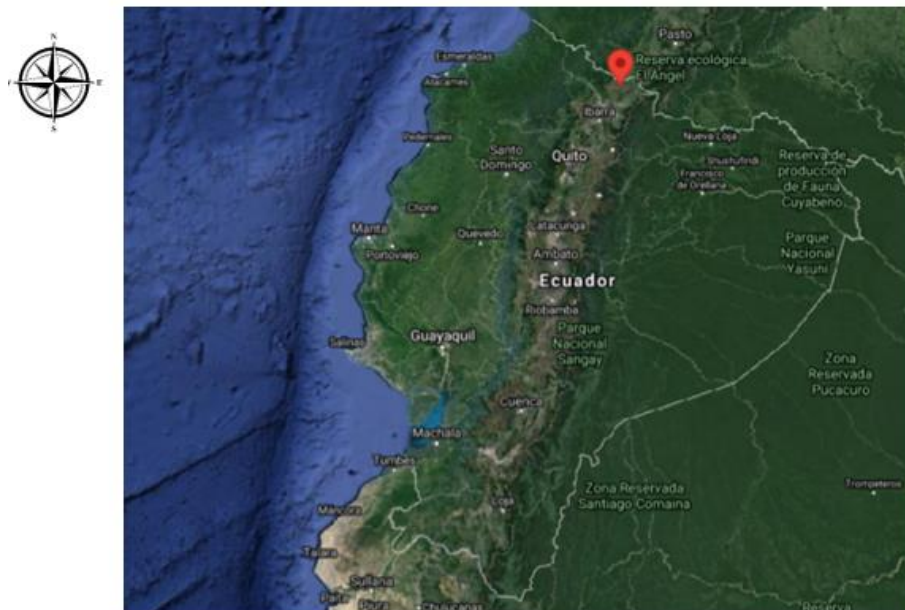
### **7.7 Pérdida de Hábitat**

En el pasado, consistentemente en varias partes del país donde existían varias zonas con ecosistemas naturales donde se acostumbraba a escuchar los cantos de las distintas especies de anfibios, pero esto ha tenido un cambio representativo esto debido al incesante acto humano, si bien aún existes extensas zonas con abundante vegetación, igual esta se ve afectado por el crecimiento y desordenado crecimiento de la población esto generando una presión en cuanto a distintos ecosistemas, debido a que las distintas poblaciones se dedican a tala de los pocos remanentes de bosques para realizar actividades agrícolas y ganaderas, provocando la destrucción de hábitats reduciendo directamente de varias especies tanto de flora y fauna llevando a que los anfibios se trasladen a pequeños parches de vegetación los cuales se tornan inaccesibles refugiándose en lugares pocos útiles para el ser humano, a pesar de refugiarse en lugares alejados de áreas pobladas, estos no son lo suficientemente espaciosos para su prosperidad debido a que las condiciones ambientales no siempre serán las óptimas (Garzón, 2011).

## 8. MARCO METODOLÓGICO

### 8.1 Área de estudio

Para la colecta e identificación de los individuos se estableció puntos en el interior del bosque del *Polylepis* el cuál presenta una extensión total de 12 hectáreas, se ubica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica El Ángel, siendo la ubicación en las coordenadas  $0^{\circ}42'31.4''N$   $77^{\circ}58'54.0''W$  (Figura 1). Los puntos principales fueron ubicados cerca de cuerpos de agua temporales y permanentes como lagunas (Figura 2), también se ubicaron puntos de muestreo a lo largo del río que cruza por el interior del bosque (Navarrete, 2006).



**Figura 1.** Ubicación del Bosque del *Polylepis* en la Provincia del Carchi.

**Fuente:** Google maps, 2021, modificado por: Carrillo y Roca (2023).





**Figura 2.** Fotografía satelital marcando la hidrografía del bosque del *Polylepis*.

**Fuente:** Google maps, 2021, modificado por Carrillo y Roca (2023).

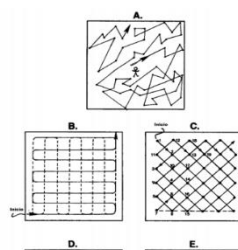
## 8.2 Diseño experimental

Para realizar el monitoreo en un ecosistema de páramo se utilizaron las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (EER) empleadas por Ochoa, Bevilacqua y García (2005), con la diferencia de que se aplicó para el estudio de especies anfibias en lugar de mamíferos; para las observaciones directas e indirectas se realizaron la identificación visual y la auditiva en recorridos de 3 horas de duración, tanto diurnos (9:00 am a 12:00 pm) y nocturnos (7:00 pm a 10:00 pm), cada estación estaba compuesta de un transecto sencillo de 50 metros de largo por 6 metros de ancho sugerido por Ochoa (2005) a lo largo de las 12 hectáreas de

bosque (figura 3), dando un total de 20 estaciones, los monitoreos se los realizó durante 3 días consecutivos cada 15 días con un total de 7 muestreos durante los cuales se desarrolló la investigación.

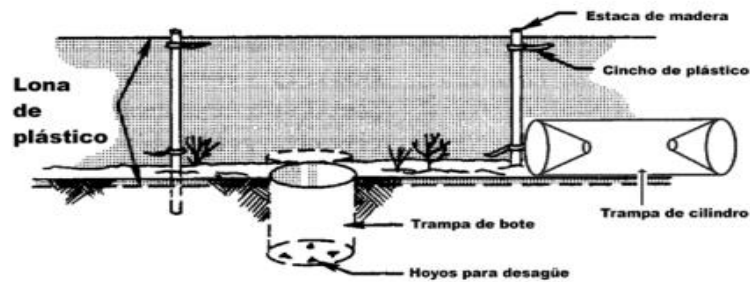
### 8.3 Análisis de campo

En cuanto a la colecta de especies se la realizó mediante el uso de trampas terrestres de cerco de desvío combinado con trampas de foso (Figura 4), las cuales son cubetas de 5 a 20 litros de capacidad que se las instaló junto a la barrera enterradas a ras de suelo ubicadas cerca de los cuerpos de agua con una separación de 5 a 10 metros Aguirre (2011), también la captura se dio con el uso de redes de mano, para la identificación se utilizó la publicación de Anfibios en los Ecosistemas Andino-Tropicales de la Provincia del Carchi publicado por el Instituto de Biodiversidad Yáñez-Muñoz, y otros (2020), la página web (Bioweb) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y el uso de características diagnosticas para identificación según su morfología externa.



**Figura 3.** Diseños experimentales que se usaran para el conteo de anfibios y reptiles. A) recorrido aleatorio, B) y C) variantes del cuadrante, D) transecto sencillo, E) transecto múltiple.

**Fuente:** Heyer, 2001.



**Figura 4.** Trampa terrestre de cerco combinada con trampa de foso y cilindro.

**Fuente:** Conant, 1958.

#### 8.4. Levantamiento de información

Tras la captura por medio de las distintas trampas y por medio de las observaciones directas de los anuros se procedió a manipularlos con guantes de nitrilo para realizar la observación de estructuras morfológicas en la cabeza, las membranas interdigitales y realizar las mediciones morfométricas, se obtuvo su registro fotográfico *In situ* de la cabeza, el abdomen, las extremidades delanteras y traseras, los dedos, el iris, se los clasificó según su familia y contabilizó el total de las especies identificadas durante las horas de día o noche en las que fueron registradas (Tabla 1), se realizó los índices de diversidad biológica (Margalef, Shannon-Weaver, Simpson y Pielou) (Tabla 2), tras la identificación se procedió a la liberación en el mismo lugar que se las obtuvo.

Para la obtención de los índices de diversidad se aplicó los índices de Simpson el cual determina el número de especies y la abundancia relativa (Fórmula 1), el índice de Shannon-Weaver mediante el cual se puede medir la biodiversidad específica (Fórmula 2) y por último se usó el índice de equidad de Pielou el cual se lo usó para medir la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada (Fórmula 3) y el índice de riqueza de Margalef ayudó a determinar la biodiversidad presente en la zona de estudio (Fórmula 4).

También se procedió a realizar una comparación de abundancia y diversidad de las diferentes especies de anuros próximas a encontrar en el bosque *Polylepis*, la que consistió en utilizar los índices de biodiversidad biológica (fórmula 4) junto con su respectivo registro especificando las especies observadas, estaciones, zonas etc. (tabla 3).

Al momento de coleccionar los organismos también se procedió a realizar una medición de parámetros tales como la temperatura, humedad y precipitación en cuanto a los microhábitats terrestres, con respecto a los acuáticos se tomó en cuenta la temperatura y pH (tabla 4).

Para la obtención de la temperatura ambiental se realizó mediante termómetros de alcohol, en el caso de los parámetros de las distintas fuentes de agua se la realizaron

mediante el uso del medidor multiparamétrico hanna hi9829 obteniendo los datos de temperatura y pH de la laguna, las ciénagas y el río en su parte alta donde inicia el bosque y en la parte baja cercano a la hostería *Polylepis* Lodge.

**Fórmula 1:** Índice de diversidad de Simpson. Fuente: (Simpson, 1946).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^s ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

**Donde:**

**S:** Número de especies presentes.

**N:** Número de individuos encontrados.

**ni:** Número de ejemplares por especie.

**Fórmula 2:** Índice de diversidad de Shannon-Weaver. Fuente: (Shannon & Weaver, 1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\log_2 p_i)$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

**Donde:**

**S:** Número de especies presentes.

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie con respecto al total de individuos.

$n_i$  = Número de individuos de una especie.

**N:** Número de individuos encontrados.

**Fórmula 3:** Índice de equidad de Pielou. Fuente: (Pielou, 1981).

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

**Donde:**

**S:** Número de especies presentes.

**H':** Índice de Shannon-Weaver.

**Fórmula 4:** Índice de riqueza de Margalef. Fuente: (Margalef, 1977).

$$D_{Mf} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

**Donde:**

**S:** Número de especies presentes.

**N:** Número total de individuos

## **8.5. Métodos para el análisis de parámetros ambientales del suelo**

Al momento de calcular los parámetros ambientales del suelo en este caso de la humedad y gravimetría se rigió al protocolo del laboratorio de Mecánicas de Suelos, de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

### **8.5.1 Contenido de humedad de las muestras de suelo**

El contenido de humedad en los suelos es la relación que existe entre el peso del agua que se encuentra con la muestra y el peso de muestra después de ser secada en el horno.

Procedimiento: Para realizar este análisis primero se necesita una balanza analítica digital, horno a 105°-110°C, espátula y recipientes para las muestras. Al momento de tener los equipos listos el procedimiento que se siguió fue:

1. Pesar las muestras y el recipiente con una aproximación de 0,01gr.
2. Se coloca la muestra dentro del horno con la finalidad de que esta se seque por 24 horas.
3. al transcurrir este tiempo se saca las muestras del horno dejando enfriar en un secador a temperatura ambiente, evitando que estas se humedezcan.
4. Se pesa el recipiente con la muestra con la misma aproximación de 0,01gr.
5. Se aplica la fórmula de contenido de humedad.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{peso de la muestra húmeda} - \text{peso de la muestra seca}}{\text{peso de materia seca (secada al horno)}}$$

$$W (\%) = \frac{\text{peso del agua contenida en la muestra}}{\text{peso de la muestra seca}} \times 100$$

### **8.5.2 Análisis de granulometría**

Al realizar el análisis granulométrico, se aplicó el protocolo del Laboratorio de Mecánicas del Suelo, el que permite separar y clasificar por tamaños los granos que los componen, con el fin de clasificar los suelos gruesos y cumplir sus especificaciones, como en este caso es húmedo, se realizó un análisis mecánico húmedo que consiste en el comportamiento del material granular suspendido dentro



de líquidos al sedimentarse, este método se basa en una serie de mediciones en la suspensión del suelo hecha durante el proceso de sedimentación.

Para continuar con este tipo de análisis se utilizaron una serie de tamices, de acuerdo a la granulometría de la muestra a analizar los cuales sirven para separar las partículas que van desde 0,074 mm o 74 micras en sí, como dicho antes con el fin de separar los gramos arcillosos dejando solo los superiores a 4,76 milímetros, los tamices utilizados para este análisis fueron los siguientes: 4 (4,76mm), 10(2mm), 40 (0,42mm) y 200(0,074mm), esto se debe a que nuestras muestras son de suelos tipo arcillosos limosos, para esto también se utilizaron balanzas analíticas digitales horno a 105 °C, una brocha y los recipientes o capsulas para el material.

Se colocó una cantidad homogénea de la muestra en el recipiente y la colocamos en el horno a secar a 105°C por 24 horas, luego de esto se la procede a sacar y en este caso a desmoronar los grumos de las muestras con agua, ya que, al salir del horno la muestra al ser tipo arcilloso limoso se tornó completamente sólida por esto es necesario humedecerla, al lograr esto se procedió a vaciar nuestra muestra cuidadosamente sobre un tamiz con la malla de 200 milímetros permitiendo que la arcilla se desprenda y se proceda analizar la muestra correctamente, el material lavado se lo coloca en el recipiente nuevamente para llevarlo a la estufa a secarlo

nuevamente por 24 horas para poder pesarlo, el siguiente paso ya es tamizado para esto los tamices se apilan en el orden ya antes dicho (4 mm , 10 mm, 40 mm, 200 mm), se coloca cada una de las muestras, agitando la torre de tamices asegurándonos que cada partícula de suelo quede de acuerdo a su tamaño para esto se ayuda de una brocha, culminado este paso procedimos a pesar cada fracción que se retuvo en los tamices. Al obtener los pesos estos se suman para verificar si cada residuo en los tamices fue tomado correctamente.

### **8.5.3 Determinación de materia orgánica**

Para proceder con estos métodos se tomó en cuenta el protocolo de análisis de suelos y lodos de la Universidad de Concepción Facultad de Agronomía (Zagal & Sadzawka R 2007), para realizar los análisis de suelos primero se cuentan con materiales como: crisoles, estufa, mufla.

Se añade una muestra en el crisol, esto con respecto a la materia orgánica general se tomaron notas del peso en gramos luego de que la muestra entre a la estufa a 40°C por 24 horas, luego de esto se volvió a colocar en la estufa tomando los datos al salir de la misma a 105°C por 8 horas, posteriormente se colocó nuevamente en la mufla a 550°C por 8 horas y la cantidad del peso en gramos más el crisol es la cantidad de materia orgánica que posee el suelo.

### **8.5.3.1 Determinación de materia orgánica con carbonatos**

Al momento de realizar el análisis de materia orgánica con y sin carbonatos se procedió de la siguiente manera:

1. Colocar nuestra muestra homogenizada de lodo en la estufa a 40°C, luego se adiciona gotas de ácido clorhídrico para determinar la presencia de carbonatos.
2. Luego de detectar la presencia de carbonatos con el HCL se continúa agregando gotas hasta que el burbujeo cese, la presencia de carbonatos en el suelo se detecta al momento de observar un burbujeo, al dejar de observar burbujes, se procedió a llevar a la estufa nuevamente a 105°C por 2 horas.

Si la muestra de suelo no contiene carbonatos al momento de colocarle las gotas de HCL, se lleva a la estufa a 105°C se le determina el contenido de agua que posee para posteriormente realizar los cálculos.

Por último, a las muestras se las coloca en la mufla a 550°C por 2 horas, después se procedió sacar y colocarlas en un desecador hasta llegar a temperatura ambiente, luego se pesó y registró.

En el caso de materia orgánica con carbonatos, se procede con un cálculo en base a muestra secada a los 105°C.

$$\text{Materia Orgánica (\%)} = \frac{a-b}{a-c} \times 100 \times Fh_{\text{lodo}}$$

Donde:

A: muestra en gramos de lodo a 40°C junto con el recipiente

B: muestra en gramos del residuo de calcinación o luego de la mufla.

C: masa del recipiente

Fh<sub>lodo</sub>: factor de corrección por humedad.

### 8.5.3.2 Determinación del factor de corrección por humedad

En este cálculo para sacar el factor de corrección por humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$Fh_{\text{lodo}} = \frac{100 + \text{Agua (\%)}}{100}$$

### 8.5.3.3 Cálculo de contenido de agua del lodo seco a 40°C

El cálculo de contenido de agua del lodo seco 40°C el cual es el siguiente.

$$\text{Agua de lodo seco a 40°C} = \frac{d-e}{e-f} \times 100$$

Donde:

D: masa de lodo seco en gramos a 40°C + el recipiente

E: masa de lodo seco en gramos a 105°C + recipiente

F: masa en gramos del recipiente.

Con todos estos cálculos se logró detectar el total de materia orgánica con carbonatos en las muestras de suelo lodoso que se tiene.

#### **8.5.4 Materia Orgánica sin carbonatos**

$$\% = \frac{\text{sólidos volátiles (\%)}}{100 - \text{Aguan}_{tcsr} (\%)} \times 100$$

Al contrario, para el cálculo de materia orgánica sin carbonatos se procedió a realizar lo siguiente:

En donde los sólidos volátiles se obtuvieron a partir del siguiente calculo:

$$\text{Sólidos volátiles} = \frac{a-b}{m} \times 100$$

En el cual:

A: masa en gramos del residuo + el recipiente antes de la calcinación.

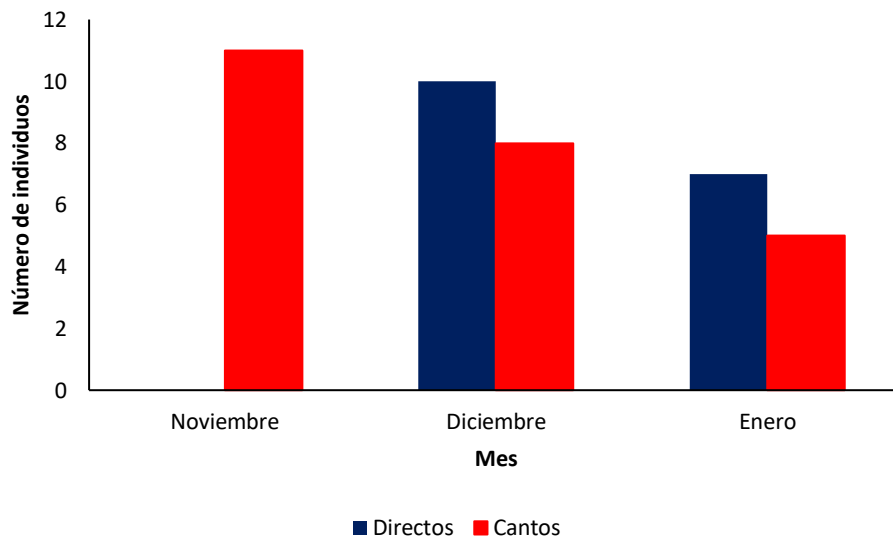
B: masa en gramos del residuo + el recipiente después de la calcinación.

M: masa en gramos del lodo tal y como se recibió (muestra de lodo homogenizada y sacada de la estufa 40°C).

Con estos datos que se obtuvieron, según Zagal & Sadzawka R (2007), podemos calcular la materia orgánica de nuestras muestras para el previo conocimiento de los componentes del suelo.

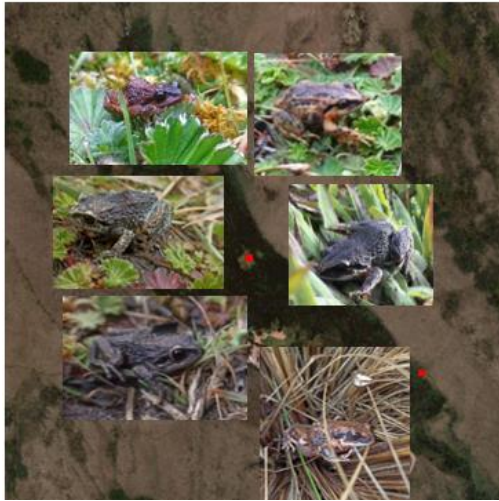
## 9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los meses de monitoreo, en el mes de noviembre se identificaron 11 cantos provenientes de especies del género *Pristimantis* ubicadas en el sector del páramo que rodea el bosque, mientras que en diciembre los cantos se redujeron a 8, e identificándose 10 individuos de las 5 especies de *Pristimantis*: *P. curtipes*, *P. buckleyi*, *P. thymelensis*, *P. myersi* y *Pristimantis sp.*, en enero se redujeron los cantos y los encuentros directos, identificándose a 7 individuos mientras que los cantos bajaron a 5 (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Identificaciones directas e indirectas de anuros durante noviembre del 2022 a enero del 2023.

**Fuente:** Carrillo & Roca, 2023.



<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Clase</b>	Amphibia
<b>Orden</b>	Anura
<b>Familia</b>	Craugastoridae
<b>Género</b>	<i>Pristimantis</i>
<b>Especie</b>	<i>Pristimantis curtipes</i> (Boulenger, 1882)
<b>Nombre Común</b>	Cutín de Intac o cutín altoandino

**Ilustración 2.** *Pristimantis curtipes*.

(1) Especie de tamaño pequeño o mediano con diferentes tonalidades en cuanto a su coloración, (2) crestas craneales, (3) dedo I de la mano más corto que el II con discos en los dedos ligeramente expandidos, los dedos de las manos con rebordes cutáneos, sin membrana basal entre los dedos de los pies pero con rebordes cutáneos, la punta de los dedos de los pies es tan angosta como la punta de los dedos de las manos, el tímpano se encuentra oculto bajo la piel, el hocico va de redondo a obtuso en vista dorsal y redondo en perfil lateral (4) dorso con verrugas bajas y aplanadas, presenta pliegues dorsolaterales y postorbitales bajos, su coloración varía entre amarillo pálido, café claro u oscuro las cuales pueden tener o no tonalidades grisáceas, naranja, puede ser gris claro u oscuro, también presenta tonalidades amarillentas, anaranjadas rojizas o verdosas, la mayoría de especies presentan manchas más oscuras que el color de fondo, (5) exhibe una línea labial clara en el labio superior, puede o no presentar una línea cantal y supratimpánica, rara vez presenta barras transversales en sus extremidades, (6) el vientre areolado presenta tonalidades que van del crema al blanco con o sin marcas cafés o grises, las axilas, ingles y partes oscuras de los muslos pueden tener la misma coloración de los flancos o tener tonalidades de color café con manchas grandes o pequeñas con tonalidades blancas, amarillas, naranjas o rojas, (7) en cuanto al iris, su color es café o dorado con o sin una línea media horizontal café (Frenkel et al, 2022).



<b>Tamaño (longitud rostro-cloacal)</b>	Machos: 16-33.5 mm Hembras: 25.9-47.9 mm
<b>Distribución</b>	Se distribuye principalmente por las provincias de Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Napo, Chimborazo, Morona Santiago, Pichincha y Tungurahua.
<b>Hábitat</b>	Especie que prefiere los páramos, se la encuentra mayormente dentro de los pastizales, aunque también se la ha registrado bajo rocas, montículos de tierra y fisuras en el suelo.
<b>Reproducción</b>	Reproducción por medio de desarrollo directo y la puesta de huevos se la realiza bajo las rocas.
<b>Endemismo</b>	No
<b>Estado de conservación</b>	(LC) Preocupación Menor a nivel global (UICN) (NT) Casi Amenazada en Ecuador



**Ilustración 3.** *Pristimantis buckleyi*.

<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Clase</b>	Amphibia
<b>Orden</b>	Anura
<b>Familia</b>	Craugastoridae
<b>Género</b>	<i>Pristimantis</i>
<b>Especie</b>	<i>Pristimantis buckleyi</i> (Boulenger, 1882)
<b>Nombre Común</b>	Cutín de Imbabura

(1) Especie de tamaño pequeño o mediano con coloración entre amarillo, café y gris, (3) presenta pliegues dorsolaterales (3) crestas craneales, (4) con discos en los dedos ampliamente expandidos, sin membrana basal entre los dedos de los pies, membranas ausentes entre los dedos I, II y III y reducida entre los dedos III y IV de la mano, prepollex separado del dedo I de la mano, los machos presentan almohadillas nupciales del tipo I, el dedo II de la mano es más largo que el dedo I, disco del dedo III de tamaño moderado, presentan melanóforos en la superficie ventral de los dedos IV y V del pie, los machos presentan espinas humerales; pliegue ulnar pequeño, pliegue tarsal interno evidente, sin pliegue tarsal externo, dos tubérculos redondos postventrales a ventrales casi del mismo tamaño o ligeramente más agrandadas que los tubérculos que la rodean, (5) el tímpano se encuentra parcialmente oculto bajo la piel, (6) dorsalmente el hocico es redondo y ligeramente inclinado en vista lateral, (7) la piel dorsal es levemente granular, los machos pueden presentar como no espículas (8) la coloración dorsal varía entre amarillo, café claro u oscuro y gris, pueden tener o no tonalidades rojizas, presenta flecos o manchas negras dispersas, (9) exhibe una línea labial pálida en el labio superior, la línea cantal y supratimpánica de color café oscuro o negras, (10) el vientre presenta tonalidades que van del crema sucio o gris al blanco con o sin marcas cafés, las axilas, ingles y partes ocultas tienen coloración variable que va desde el amarillo, crema, blanco apagado o gris uniformes o en forma de manchas, (11) en cuanto al iris, su color es café rojizo, cobre, bronce o dorado con reticulaciones negras con o sin una línea media horizontal (Frenkel et al, 2022).

<b>Tamaño (longitud rostro-cloacal)</b>	Machos: 23.8-38.7 mm Hembras: 37.1-48.8 mm
<b>Distribución</b>	Se distribuye por los Andes de Ecuador y Colombia, en las provincias de Carchi, Imbabura y Sucumbíos, se la ha registrado también al sur del nevado Cayambe
<b>Hábitat</b>	Esta especie se la localiza dentro de los bosques primarios, secundarios, al borde de los bosques, en áreas abiertas y áreas de cultivo, prefiere la vegetación herbácea, gramínea y bromelias
<b>Reproducción</b>	Reproducción por medio de desarrollo directo y la puesta de huevos la realiza en bromelias y hojarasca
<b>Endemismo</b>	No
<b>Estado de conservación</b>	(LC) Preocupación Menor tanto a nivel global como a nivel regional.



**Ilustración 4.** *Pristimantis thymelensis*.

<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Clase</b>	Amphibia
<b>Orden</b>	Anura
<b>Familia</b>	Craugastoridae
<b>Género</b>	<i>Pristimantis</i>
<b>Especie</b>	<i>Pristimantis thymelensis</i> (Lynch, 1972)
<b>Nombre Común</b>	Cutín del páramo del ángel

(1) Especie de tamaño pequeño con coloración dorsal entre café amarillento claro a oscuro, (2) sin crestas craneales, (3) el tímpano puede estar visible u oculto bajo la piel, (4) con discos en los dedos ampliamente expandidos y membrana basal entre los dedos de los pies, Dedo I de la mano más corto que el II, los dedos de las manos con rebordes laterales, presenta tubérculos bajo los parpados, talón y tarso, tubérculos del talón menos prominentes y ubicados en el borde externo del tarso, presencia de dos tubérculos metatarsales, dedos de los pies con rebordes laterales, almohadillas y discos del mismo tamaño a los de las manos, (5) el hocico es redondeado en vista lateral y dorsal, los machos con hendiduras bucales, (5) el dorso con gránulos grandes y planos, presenta tonalidades verdosas, incluso puede presentar marcas dorsales café oscuras o negras, presenta flecos o manchas de color bronce amarillento en individuos de colores claros, (6) el cantus y borde del parpado superior son en su mayoría de color bronce o bronce amarillento en individuos oscuros, la línea cantal y supratimpática de color café o negras, (7) el vientre es areolado con pliegues paravertebrales, con tonalidades que van del gris cremoso al café amarillento o crema, presentan reticulaciones y flecos cafés oscuros o negros, las ingles y superficies posteriores de los muslos son de color gris o café con o sin flecos o puntos blancos, (8) en cuanto al iris, su color es bronce cobrizo con reticulaciones y una línea media difusa café (Frenkel et al, 2022).

<b>Tamaño (longitud rostro-cloacal)</b>	Machos: 21.4-25.2 mm Hembras: 28-33.5 mm
<b>Distribución</b>	Se distribuye por los páramos del sur de Colombia y el norte de Ecuador en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha y Napo
<b>Hábitat</b>	Esta especie se la localiza durante el día bajo las rocas y dentro de troncos en descomposición o descompuestos de frailejones o en achupallas muertas, en la noche suele encontrarse en axilas de las hojas y huecos de plantas de Achupalla, Espeletia y Cortaderia.
<b>Reproducción</b>	Reproducción por medio de desarrollo directo y la puesta de huevos la realiza en el musgo
<b>Endemismo</b>	No
<b>Estado de conservación</b>	(LC) Preocupación Menor a nivel global (UICN) (Vu) Vulnerable en Ecuador



**Ilustración 5.** *Pristimantis myersi*.

<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Clase</b>	Amphibia
<b>Orden</b>	Anura
<b>Familia</b>	Craugastoridae
<b>Género</b>	<i>Pristimantis</i>
<b>Especie</b>	<i>Pristimantis myersi</i> (Goin y Cochran, 1972)
<b>Nombre Común</b>	Cutín de Myers

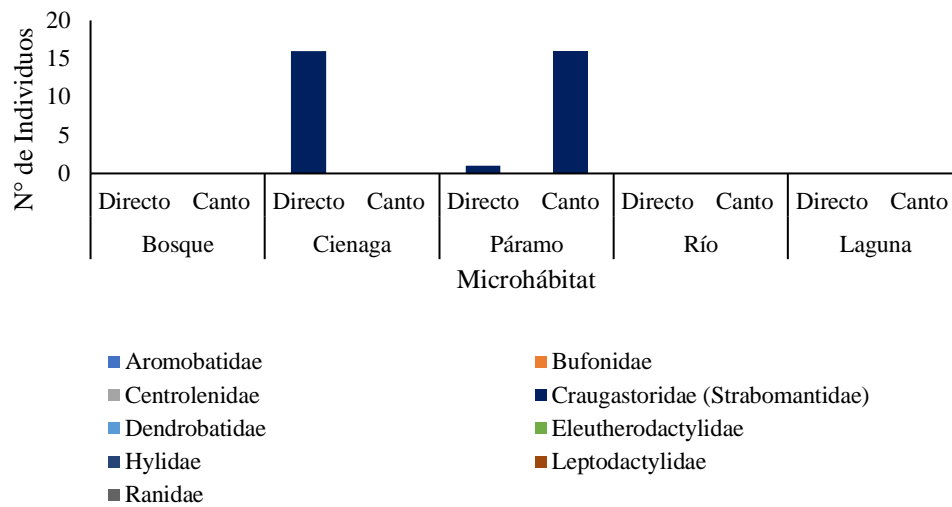
(1) Especie de tamaño muy pequeño con tonalidades cafés o grises en su dorso, (2) con pliegues gruesos que se extienden desde el ojo hasta la parte posterior del tímpano y sin crestas craneales, (3) presencia del tímpano, (4) ausencia de procesos dentígeros vomerinos, (5) presenta varios tubérculos en los párpados, tubérculos del metacarpo desarrollados y uno en el talón y metatarso, los dedos de las manos y los pies son largos, con discos en los dedos de la mano que son ligeramente expandidos en los dedos I, II y IV, presenta rebordes cutáneos en las manos que son débiles, los machos tienen almohadillas nupciales, presentan una pequeña membrana basal y discos expandidos entre los dedos de los pies, (6) el hocico es redondeado en vista dorsal y truncado en vista lateral, presenta una glándula en la punta y los machos con hendiduras vocales (7) el dorso tiene pliegues dorsolaterales y escapulares, su coloración varía entre tonalidades de café y gris verdoso oscuro, puede presentar marcas más claras u oscuras y un patrón de líneas longitudinales, (8) pueden presentar o no barras labiales, cantales o supratimpánicas, (9) en su mayoría presentan manchas rosáceas o naranjas en la base de las extremidades anteriores y posteriores, las ingles y las superficies posteriores del muslo son de color rojo o cafés rojizas que pueden tener pequeños puntos blancos o rojos claros; (10) el vientre es fuertemente granular, presenta tonalidades negras o gris rojizo, que pueden tener o no manchas claras, (11) en cuanto al iris, su color es dorado con una línea media café o gris azulado con una línea media roja (Varela-Jaramillo y Páez-Rosales, 2022).

<b>Tamaño (longitud rostro-cloacal)</b>	Machos: 13.7-17.5 mm Hembras: 17.5-23.2 mm
<b>Distribución</b>	Especie endémica del sur de Colombia y en las estribaciones orientales del norte de Ecuador en las provincias de Sucumbíos, Imbabura y Carchi
<b>Hábitat</b>	Esta especie se la localiza en bosques y páramos, vive en zonas que no han sido alteradas bajo rocas, troncos o hierba gruesa.
<b>Reproducción</b>	Reproducción por medio de desarrollo directo.
<b>Endemismo</b>	No
<b>Estado de conservación</b>	(LC) Preocupación Menor a nivel global (UICN) (Vu) Vulnerable en Ecuador

Los sectores de mayor abundancia de anfibios dentro del bosque de *Polylepis* fueron las ciénagas y las zonas cercanas a los páramos (Gráfico 2) debido al tipo de vegetación el cual les ofrece cobertura y alimento, además teniendo en cuenta que la reproducción del género *Pristimantis* es por desarrollo directo, la puesta de huevos se la realiza en tierra, ya sea bajo rocas, hojarasca o dentro de la vegetación del tipo herbácea y bromelias, tomando en referencia al estudio realizado por Crump (1974) y Duellman (2005), quienes señalan que la abundancia del género *Pristimantis* se da principalmente dentro de áreas las cuales presenten una mayor cobertura vegetal, profundidad de hojarasca con una humedad elevada y bajas temperaturas.

La ciénaga cumple con aquellos parámetros y se ve reflejado en la abundancia de especies con un total de 16 individuos correspondientes a las 5 especies identificadas, seguido por el ecosistema de páramo con 1 observación directa y 11 cantos de diferentes especies de *Pristimantis* no identificadas, mientras que en el interior del bosque no se obtuvieron observaciones directas, debido a su reproducción directa, estas especies no realizan las puestas en zonas cercanas a cuerpos de agua, un factor que pudo influir en la distribución en estas zonas es la presencia de especies invasoras como lo es la trucha (*Salmo trutta*) introducida con fines comerciales.





**Gráfico 2.** Abundancia de especies anuras con respecto a los microhábitats presentes en el bosque de *Polylepis*.

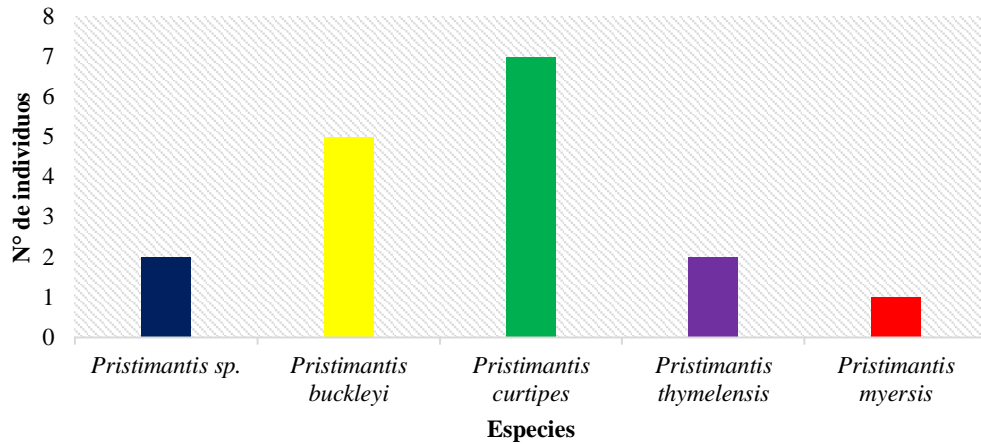
Tras haber obtenido el tipo de hábitat y las condiciones favorables para el desarrollo de las especies identificadas se indican los puntos de mayor abundancia y tipo de hábitat en los cuales se obtuvieron las especies (Figura 5), siendo el punto más abundante un claro con pajonales de gran tamaño que les brinda alimento y protección, además de ser puntos los cuales no se ven afectados por la presión turística que se realiza dentro del bosque.



**Figura 5.** Mapa con los puntos más abundantes dentro del bosque El *Polylepis*.

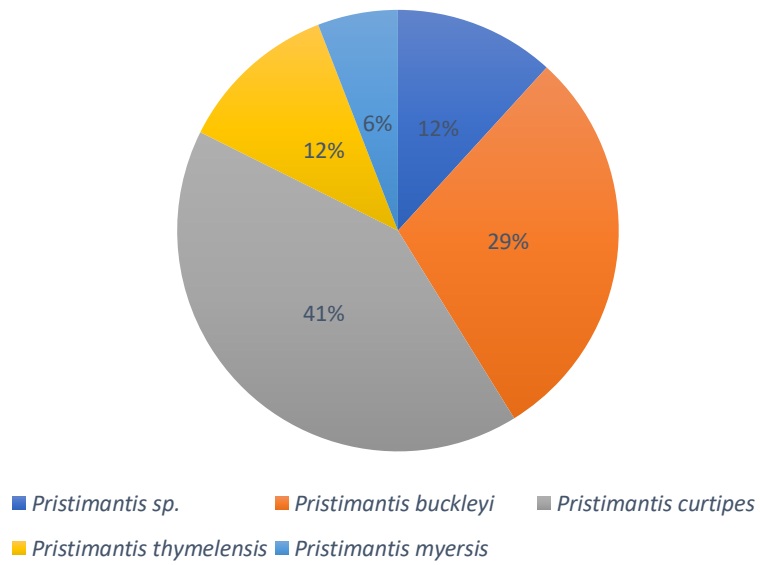
En cuanto a la riqueza y abundancia de especies encontradas dentro del bosque se obtuvo un total de 17 individuos divididos en 5 especies de *Pristimantis* los cuales son *P. curtipes* (7 organismos), *P. buckleyi* (5 organismos), *P. thymelensis* (2 organismos), *P. myersis* (1 organismo) y *Pristimantis* sp (2 organismos) (Gráfico 3), este género ha variado mucho con respecto a su taxonomía al momento de ubicarlo, ya que anteriormente se lo englobaba dentro del género *Eleutherodactylus* formando parte de la familia Leptodactylidae, luego pasó a formar parte de la familia Strabomantidae (Blackburn & Estela, 2011), pero en la actualidad se la

engloba dentro del género Craugastoridae, aunque en el estudio realizado por Heinicke et al (2018) las siguen situando dentro de la familia Strabomantidae.



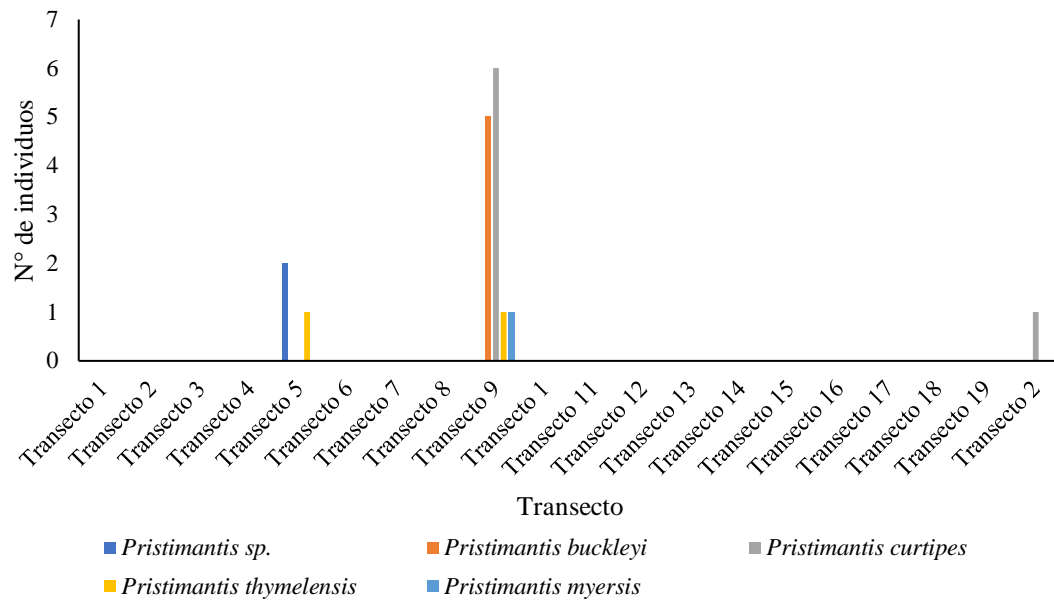
**Gráfico 3.** Especies del género *Pristimantis* identificadas en el bosque de *Polylepis* durante los meses de noviembre del 2022 a enero del 2023.

La especie más abundante fue *Pristimantis curtipes* aportando 7 organismos que conforma el 41% de los organismos identificados, seguida por *P. buckleyi* con 5 organismos aportando un 29%, por su parte *P. thymelensis* y *Pristimantis sp* aportan con 2 organismos cada una contribuyendo con el 24% entre las 2 y finalmente se encuentra *P. myersi* con tan solo 1 organismo siendo el 6% de los organismos totales (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Porcentaje total de especies identificadas en el bosque de *Polylepis* en los meses de noviembre del 2022 a enero del 2023.

En cuanto a los transectos, se obtuvo que el transecto 9 fue el de mayor diversidad y riqueza con un total de 13 organismos: 6 organismos de *P. curtipes*, 5 organismos de *P. buckleyi*, 1 organismo de *P. thymelensis* y *P. myersis*, seguido de lejos por el transecto 5 con 3 organismos: 1 organismo de *P. thymelensis* y los 2 organismos de *Pristimantis sp* y finalmente el transecto 20 contó con 1 organismo identificada de *P. curtipes* (Gráfico 5).



**Gráfico 5.** Puntos de mayor abundancia y diversidad dentro del bosque de *Polylepis*.

**Tabla 1.** Índices de Diversidad Ecológica de Margalef, Simpson, Shannon y Pielou para los 3 transectos con especies identificadas

**Fuente:** Carrillo & Roca, 2022.

	T5	T9	T20
<b>Margalef</b>	0,91	1,17	0
<b>Simpson_1-D</b>	0,67	0,68	NAN
<b>Shannon</b>	0,80	1,23	0
<b>Equitability_J</b>	1,16	0,89	

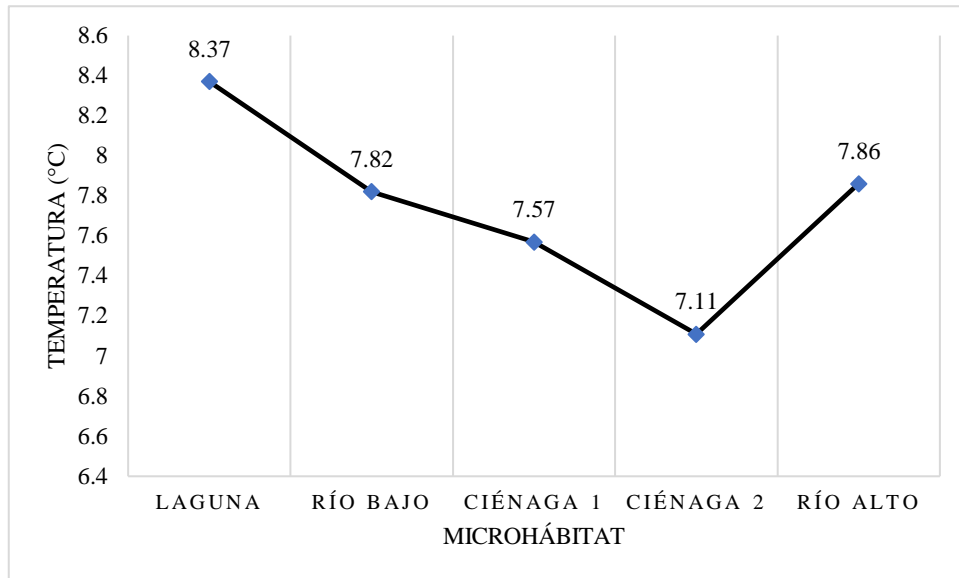
En la tabla 3 se muestran los 4 principales índices de diversidad ecológica; el índice de Margalef para el transecto 5 con un total de 0,91 bits/ind.; para el transecto 9 un total de 1,17 bits/ind. y para el transecto 20 un total de 0 bits/ind., lo que indica que son transectos los cuales representan una baja riqueza principalmente dado por la antropización, el índice de Simpson para el transecto 9 y transecto 5 al ser mayor a la media de 0.5 bits/ind., indica una baja diversidad de anuros en el área estudiada y teniendo como especie más abundante a *Pristimantis sp.* En el transecto 5 y a *P. curtipes* en el transecto 9, de la misma manera, el índice ecológico de Shannon indica que todos los transectos exceptuando el transecto 9 son bajos en diversidad, mientras que el transecto 9 aunque también se lo considera bajo supera la unidad y finalmente el índice de equidad de Pielou indica que el transecto 5 tienen una abundancia pareja, mientras que el transecto 9 al tener valores muy cercanos a la

unidad no presenta una abundancia similar con respecto a la cantidad de especies identificadas.

Con respecto a los factores ambientales del área de estudio, la temperatura ambiental fue entre 7°C a 10°C durante el periodo de monitoreo predominando los cielos despejados y soleados durante noviembre, en cuanto a diciembre las temperaturas descendían hasta los 4°C aproximadamente con temperaturas máximas de 11°C a 13°C predominando los climas nublados, lluvias e incluso granizo, en el mes de enero estas oscilaban entre los 4°C hasta los 8 °C predominando las lluvias por periodos largos de tiempo y el clima nublado, por ende, las condiciones climáticas son idóneas para el desarrollo de las especies del género *Pristimantis*, ya que en el caso de *P. curtipes*, sus rangos críticos se encuentran entre los -3°C hasta los 34.5°C (Pintanel et al, 2019).

En cuanto a las fuentes de agua dentro del bosque, la temperatura más baja fue de 7.11°C encontrado en una de las ciénagas mientras que en el río la temperatura no presenta una variación significativa entre el punto superior del bosque hasta la parte baja, mientras que la laguna presenta una temperatura de 8.37°C (Gráfico 6), los rangos de tolerancia de temperatura de los anuros oscilan entre los 4°C hasta los 34°C según Brattstrom (1963) principalmente en los géneros *Bufo*, *Rana* e *Hyla*, por su parte, los renacuajos para su desarrollo la temperatura mínima

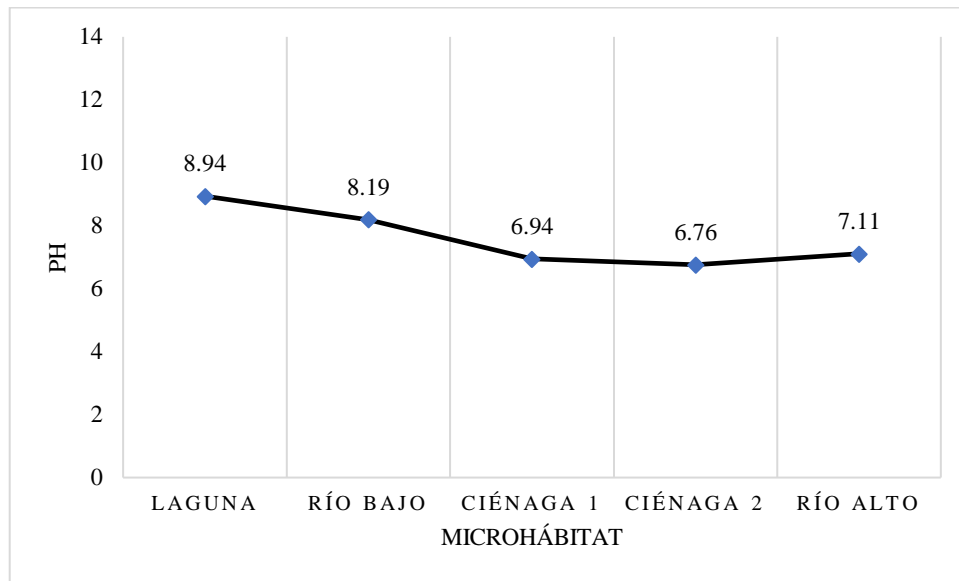
tolerable es de 12°C (Zweifel, 1968) lo que sería un indicador de la nula presencia de géneros de anuros con estadios larvarios acuáticos.



**Gráfico 6.** Temperatura de las distintas fuentes de agua presentes en el bosque de *Polylepis*.

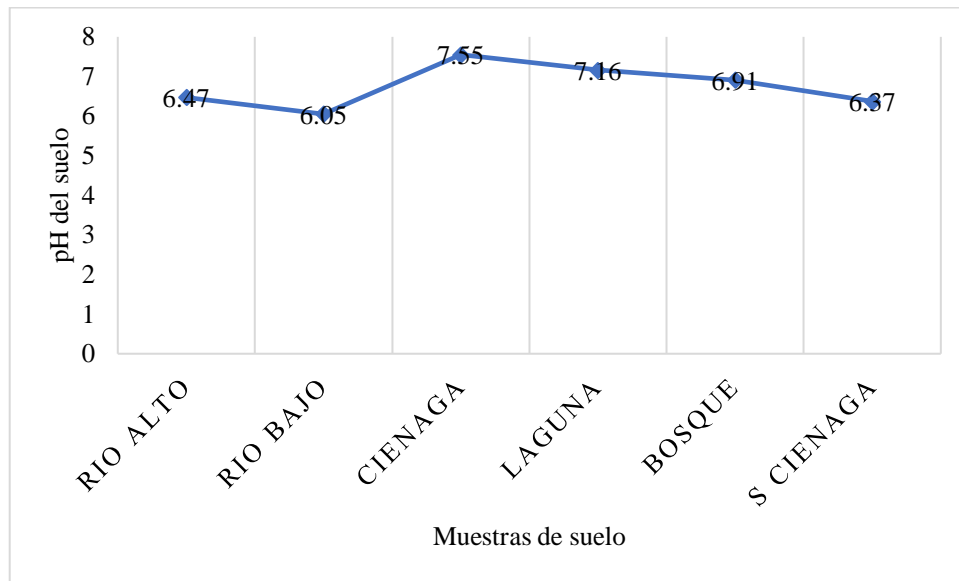
El pH registrado se encontró en valores de 7.11 el más bajo ubicado en la parte alta del río, la parte baja por su parte se encontró con un valor de 8.19, el valor más elevado fue el de la laguna con 8.94 por la presencia de vegetación, ictiofauna y materia en descomposición, mientras que las ciénagas presentaron valores de 6.76 y 6.94 debido a ser agua acumulada de las lluvias (Gráfico 7).





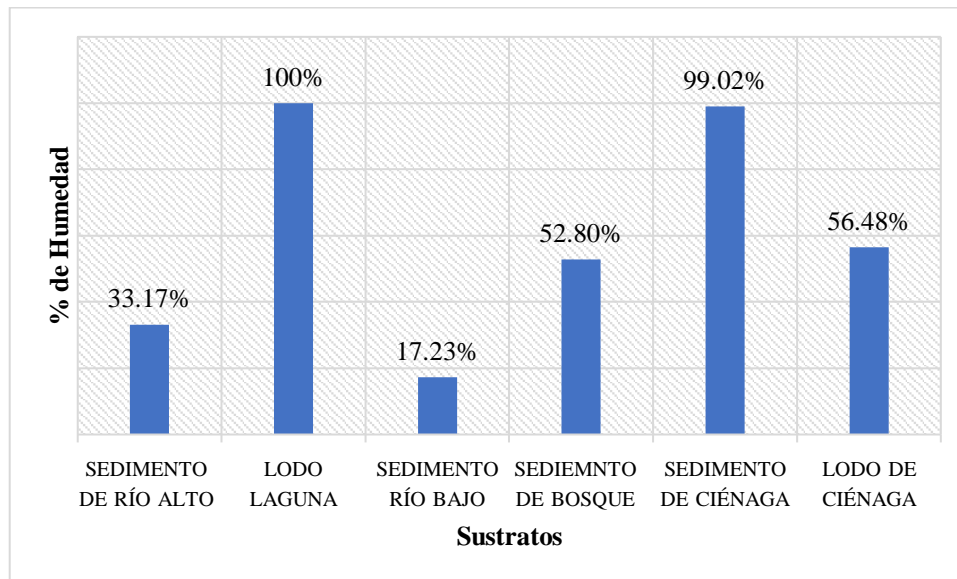
**Gráfico 7.** pH de las distintas fuentes de agua presentes en el bosque de *Polylepis*.

Se realizó un análisis de pH del suelo, en diferentes partes dentro del bosque los cuales fueron tomados de sedimentos y lodos de 6 puntos aleatorios, la muestra de sedimento de la parte alta del río dio un pH de 6.47, que junto con los sedimentos de la parte baja del río, los sedimentos de bosque y sedimentos de ciénaga mostraron valores similares (6.05, 6.91 y 6.37) al contrario que el lodo de ciénaga y los sedimentos de bosque que fueron de 7.55 y 7.16 (Gráfico 8), lo que indica que el suelo del bosque del *Polylepis* es favorable para el transporte de nutrientes con respecto a los puntos que se mantienen en pH 6.



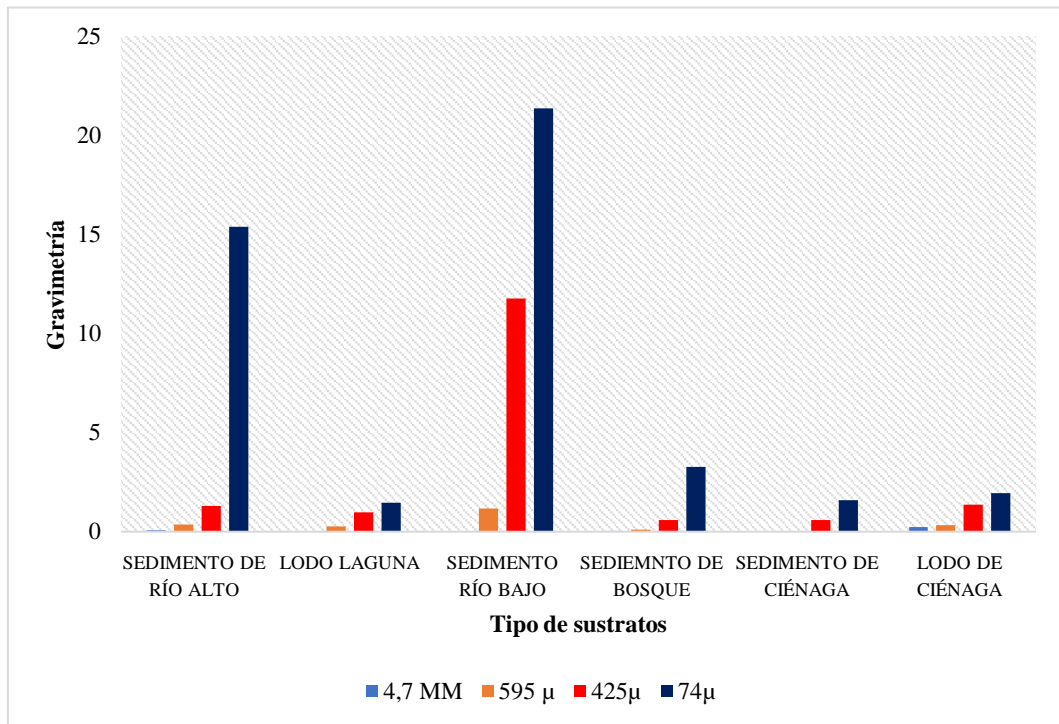
**Gráfico 8.** Análisis de pH de las 6 muestras de suelo tomadas en puntos aleatorios en el bosque de *Polylepis*.

El porcentaje de humedad en el suelo nos indica el transporte de varias sustancias a través del mismo, al momento de realizar los análisis respectivos a las 6 muestras tomadas del bosque de *Polylepis*, estas dieron como resultado que los lugares más húmedos son los sedimentos de ciénaga con 99,02% y lodo de laguna estando al 100% de humedad, seguidas por el lodo de ciénaga 56,48%, sedimento de bosque 52,80%, sedimento de rio alto 33,17% y por último el sedimento de rio bajo con 17,23% de humedad (Gráfico 9), indicando que estos puntos tomados poseen un porcentaje de humedad capaz de brindar al suelo un transporte de sustancias y nutrientes dando paso al crecimiento de vegetación y la capacidad de mantener un ecosistema viable y con protección para las distintas especies de anuros.



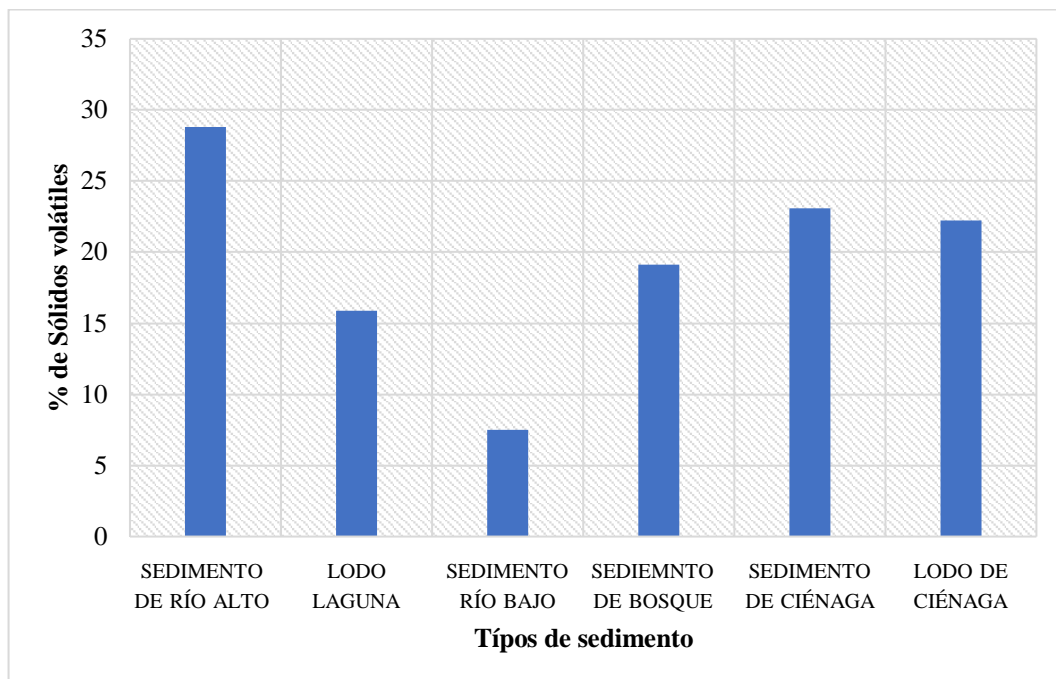
**Gráfico 9.** Contenido de humedad total de los tipos de sustrato presentes en el bosque de *Polylepis*.

Con respecto al análisis gravimétrico, los resultados obtenidos de cada uno de los puntos nos demuestra que tenemos dos tipos de suelos, los mismo que son del tipo arcilloso y limoso siendo de esta forma, se realizó diferentes tamizados de las 6 muestras, los tamices fueron de 4,7mm, 595 micras, 425 micras y 74 micras, gracias a estos tamices los sedimentos de río alto (0,06; 0,38; 1,29 y 15,41), los sedimentos de bosque (0,04; 0,1; 0,58 y 3,27) y el lodo de ciénaga (0,24; 0,33, 1,38 y 1,95) indican un tipo de suelo arcilloso por sus partículas muy finas, las otras muestras lodo de laguna (0; 0,28; 0,90 y 1,46), sedimento de río bajo (0; 1,18; 11,79 y 21,38) y sedimento de ciénaga (0; 0; 0,58 y 1,59) gracias a que sus gránulos son pequeños, es una característica de los suelos limosos (Gráfico 10).



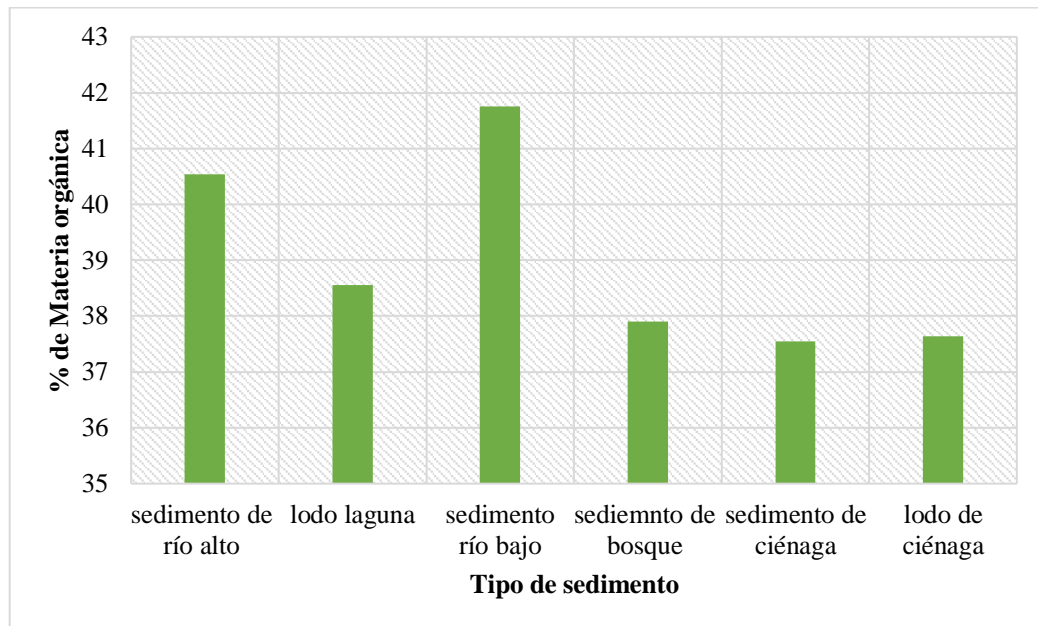
**Gráfico 10.** Análisis gravimétrico de los tipos de sustrato presentes en el bosque de *Polylepis*.

El porcentaje sólidos volátiles de los distintos sedimentos del bosque de *Polylepis* fueron favorables en cuanto a la presencia de materia orgánica, las muestras de sedimento del río alto obtuvieron un total de 28,8%; la muestra de lodo de laguna un 15,8%; la muestra de sedimento del río bajo con un 7,5%; la muestra de sedimento de bosque con 19,11%; la muestra del sedimento de ciénaga con 23,07% y por último el lodo de ciénaga un 22,24% (Gráfico 11).



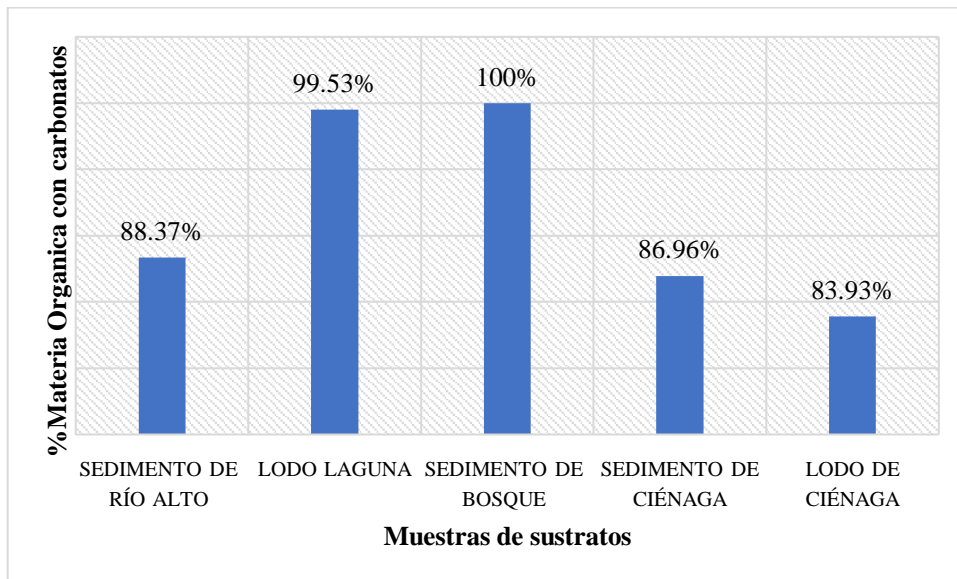
**Gráfico 11.** Análisis de los sólidos volátiles encontrados en los tipos de sustrato presentes en el bosque de *Polylepis*.

Para detectar la presencia de materia orgánica en los suelos de las 6 muestras obtenidas del bosque de *Polylepis*, se realizó un análisis de cada una de las muestras de las cuales quedó demostrado positivamente la presencia de materia orgánica en todas nuestras muestra, siendo los puntos 1 y 3 (sedimento de río alto 40,54% y sedimento del río bajo 41,76) los que mostraron un porcentaje de 40% de materia orgánica al contrario de las muestras 2, 4, 5 y 6 (lodo de laguna 38,56%, sedimento de bosque 37,90%, sedimento de ciénaga 37,55% y lodo de ciénaga 37,64%, como se muestra en la Gráfico 12, mostrando encontrarse en un rango de 30% de materia orgánica, esto se debe a la cantidad de residuos orgánicos que muchas veces se añaden al suelo y empiezan a descomponerse generando la presencia del humus.



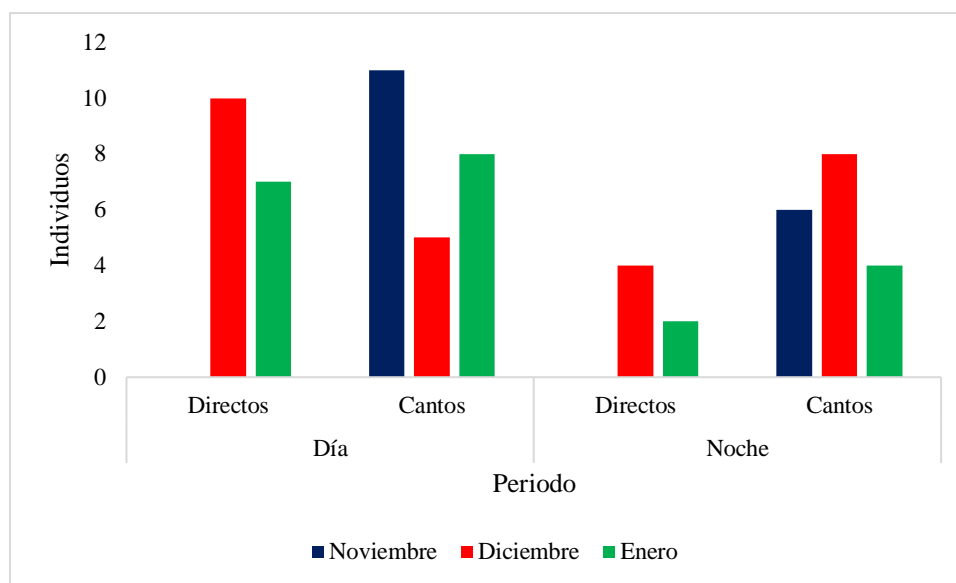
**Gráfico 12.** Análisis de materia orgánica por el método de ceniza realizado en las 6 muestras de suelo colectados en el bosque de *Polylepis*.

Al obtener un análisis más a fondo se procedió a determinar la presencia de carbonatos en la materia orgánica, mostrada en la Gráfico 12, en las cuales se obtuvieron resultados positivos con leves diferencia, los cuales fueron en cuestión del lodo de laguna un 99,53% y sedimentos de bosque con 100%, sedimento de río con 88,37%, sedimento de ciénaga con un total de 86,96% y lodo de ciénaga con un 83,93%, por su parte, la parte baja del río no tenía presencia de carbonatos como se muestra en la Gráfico 13, la presencia de carbonatos indica que las muestras de suelo tomadas de los distintos puntos tienen presencia de calcio, magnesio, sodio y potasio (Ibáñez, 2007).



**Gráfico 13.** Análisis de materia orgánica con presencia de carbonatos en 5 puntos del bosque de *Polylepis*.

Para calcular la cantidad de materia orgánica sin carbonatos presente en la muestra 3 (sedimentos de río bajo) se realizó los respectivos análisis dado a que la muestra no dio resultados positivos para la presencia de carbonatos por lo que se le procedió a realizar directamente el nivel de materia orgánica sin carbonatos la cual dio como resultado 25.10%, en el caso de la muestra 3 esta no presento carbonatos.



**Gráfico 14.** Periodo de actividad del género *Pristimantis* dentro del bosque de *Polylepis*.

Con respecto a los patrones de actividad de las 5 especies de *Pristimantis* identificadas la mayoría de las observaciones directas fueron en horas del día siendo el mes de diciembre el de mayor número de individuos encontrados con un total de 10 durante el día y 4 durante las horas de tarde-noche, mientras que el mes de enero se identificaron 7 individuos en las horas de día y 2 durante la tarde-noche, mientras que los cantos fueron mayores en el mes noviembre durante el día con 11 cantos con respecto a los 6 de la tarde-noche, el mes de diciembre los cantos fueron mayores durante la tarde-noche con un total de 8 cantos en contraste a los 5 del día, finalmente en enero los cantos en el día fueron mayores con un total de 8 contra los 4 cantos registrados durante la tarde noche (Gráfico 14).



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 CONCLUSIONES

- Las especies encontradas en el bosque de *Polylepis* fueron en su totalidad de la familia Craugasteridae pertenecientes al género *Pristimantis* de las cuales fueron identificadas mediante el uso de características diagnósticas con respecto a su morfología, las especies identificadas fueron: *Pristimantis curtipes*, *Pristimantis buckleyi*, *Pristimantis thymelensis*, *Pristimantis myersi* y *Pristimantis sp.*
- Las estaciones en las cuales los 17 organismos del género *Pristimantis* fueron localizada presentó flora propia de los ecosistemas de páramo, siendo que 15 de los 17 organismos se encontraron en pajonales y los 2 restantes en achupallas ubicadas a escasos metros del páramo y los cantos de al menos 11 individuos fueron netamente en las laderas que bordean el bosque donde predomina el pajonal, frailejones y Cortaderas donde la actividad turística es baja o nula.

- El bosque de *Polylepis* presentó una baja biodiversidad de anuros, con una riqueza baja de especies ya que presentó un total de 4 especies identificadas y 1 sin identificar siendo *Pristimantis curtipes* la especie con mayor dominancia, en cuanto a la equitatividad, esta se mostró moderada en el transecto 5, mientras que los demás transectos no presentan equitatividad.
- Los parámetros ambientales que posee el bosque el *Polylepis* son favorables para el género *Pristimantis* ya que es capaz de adaptarse a temperaturas de 4°C a 13°C, en el caso de los suelos estos poseen características favorables para los anuros con porcentajes de humedad de entre el 17% al 100%, esto es debido a que el suelo posea un rango de pH que es considerablemente rico en nutrientes con pH de 6 a 7 lo que beneficia mucho a la vegetación en las que se desarrollan estos individuos, en cuanto al agua que presenta valores de pH de 6 a 8, permite el desarrollo de anfibios mientras que la temperatura de 7°C a 8°C, no permite el desarrollo de especies con etapa larvaria o desarrollo indirecto ya que su rango óptimo es superior a los 12°C, por lo que disminuye el número de especies que puedan habitar dentro del bosque de *Polylepis*.

- Las especies del género *Pristimantis* por lo general son especies nocturnas, por lo que se esconden en la vegetación durante el día, permitiendo más identificaciones en horas de día ya que en la noche la usan para reproducirse y alimentarse, por lo cual se desplazan reduciendo las observaciones durante la noche.

## 10.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio para relacionar el impacto del turismo dentro del bosque 1 con respecto al bosque 2 para una comparación entre la biodiversidad en estos bosques.
- Realizar estudios por temporadas y aumentar la extensión de muestreo de estos con la finalidad de una mayor cantidad de datos de especies de anfibios entre las encontradas en la zona boscosa y la zona de páramo.
- Evaluar la preferencia de hábitats y microhábitats con respecto a los tipos de suelos a nivel de abundancia de las especies de anuros en el Bosque el *Polylepis*.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre–León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En S. Gallina Tessaro, & C. López González, Técnicas de estudio específicas por grupos (págs. 63-84). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología.
- Aguirre–León, G., & Hernández., E. C. (2009). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. México: RAMSAR, Instituto de Ecología, A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior.
- Alegasa. (09 de 09 de 2020). Ecozona. Obtenido de <https://es.alegsaonline.com>:  
<https://es.alegsaonline.com/art/29982>
- Almendáriz C., A. a. (2004). Distribución de algunas especies de la herpetofauna de los pisos: altoandino, temperado y subtropical. *Politécnica*. Quito 25, 97–150.
- Blackburn, C., & Estela, D. (2011). Clase amphibia. *Zootaxa*, 39-55.
- Brattstrom, B. H. (1963). A Preliminary review of the thermal requeriments of amphibians. *Ecology*, 238-255.
- Brieva, F. J. (2004). he tadpoles of *Alsodes vanzolinii* and *A. verrucosus* (Anura Leptodactylidae) with descriptions of their internal oral and chondrocranial morphology. *Amphibia-Reptilia* 25, 151-164.

Camacho, M. (2013). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. Quito-Ecuador: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Central del Ecuador.

Carchi Prefectura. (2019). BOSQUE *POLYLEPIS*. Obtenido de <https://www.carchi.gob.ec>:  
<https://www.carchi.gob.ec/turistico/index.php/que-hacer/naturaleza/224-bosque-Polylepis>

Castellanos, B. A. (30 de Marzo de 2020). Orden Anura (anuros), características, formas de vida y su diversidad. Obtenido de <https://animalesbiologia.com>:  
<https://animalesbiologia.com/anfibios/informacion-amphibia/orden-anura>

Castro, M. (31 de Julio de 2020). Bosque nublado: características, localización, flora, fauna. Obtenido de <https://www.lifeder.com>:  
<https://www.lifeder.com/bosque-nublado-nuboso/>

Conant. (1958). A field guide to reptiles and amphibians of eastern central North America, Boston, EE.UU.: Houghton Mifflin Co.

Contreras, R. (30 de Junio de 2014). Generalidades de los anfibios. Obtenido de La Guía: <https://biologia.laguia2000.com/zoologia/generalidades-de-los-anfibios>

- Crump, M. (1974). Reproductive strategies in a tropical anuran community. Miscellaneous Publication, 68.
- Donnelly, M. C. (1994). Handling live amphibians. Pp. 277–284. En: Heyer, E. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. C. Hayek, y M. S. Foster (eds.). Washington - Londres: Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press.
- E. Duellman, W., & Trueb, L. (1999). *Biology of Amphibians*. Estados Unidos: McGraw-Hill Book Company.
- Duellman, W. (2005). Cusco amazónico: The lives of amphibians and reptiles in an Amazonic rainforest. Cornell University Press, 488.
- Soto, M. S. (2008). Desarrollo larvario y estrategias reproductivas en anfibios. En M. A. Vidal, & A. Labra, Herpetología de Chile (págs. 335-345). Santiago-Chile: Laboratorio de Genómica Evolutiva, INTA, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Frenkel, C., Guayasamín, J. M, Páez-Rosales, N., Yáñez-Muñoz., Varela-Jaramillo, A. y Ron, S. R. 2022. *Pristimantis curtipes* En: Ron, S. R., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A. (Eds). Anfibios del Ecuador. Versión 2022.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20ocurtipes>

[Ocurtipes](https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20ocurtipes)

Frenkel, C., Guayasamín, J. M, Páez-Rosales, N., Yáñez-Muñoz., Varela-Jaramillo, A. y Ron, S. R. 2022. *Pristimantis buckleyi* En: Ron, S. R., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A. (Eds). Anfibios del Ecuador. Versión 2022.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20obuckleyi>

[Obuckleyi](https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20obuckleyi)

Frenkel, C., Guayasamín, J. M, Páez-Rosales, N., Yáñez-Muñoz., Varela-Jaramillo, A. y Ron, S. R. 2022. *Pristimantis thymelensis* En: Ron, S. R., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A. (Eds). Anfibios del Ecuador. Versión 2022.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20othymelensis>

[Othymelensis.](https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20othymelensis)

Garzón, J. H. (2011). Guía de Anfibios y Reptiles en ambientes cercanos a las Estaciones del OCP. Quito-Ecuador: Fundación Herpetológica Gustavo Orcés.

Garzón-Santomaro, C., Sánchez-Nivicela, J., Mena-Valenzuela, P., & González-Romero, D. M.-J. (2019). Anfibios, reptiles y aves de la provincia de el



Oro: Una guía para la identificación de especies del páramo al manglar. El Oro-Ecuador: GADPEO-INABIO .

Genoy-Puerto. (15 de Marzo de 2016). Validación de la Metodología TICs en el Monitoreo de Herpetofauna en Áreas Circunvecinas a la Laguna Cuicocha. Obtenido de [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec:https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/751](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec:https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/751)

Goin, C.J. y Cochran, D.M. 1963. Two new genera of leptidodactylid frogs from Colombia. Proceedings of the California Academy of Sciences 31:499-550.

Goraymi. (2016). Bosque de *Polylepis* El Ángel. Obtenido de <https://www.goraymi.com:https://www.goraymi.com/es-ec/carchi/espejo/bosques/bosque-Polylepis-angel-a16f1g3md>

Hass. (2003). Phylogeny of frogs as inferred from primarily larval characters (Amphibia: Anura). Cladistics 19, 23-89.

Heinicke, M. P., Lemmon, A. R., Lemmon, E. M., & McGrath, K. (2018). Phylogenomic support for evolutionary relationships of New World direct-developing frogs (Anura: Terraranae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 145-155.

- Heyer, E. M. (2001). *Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios. la Patagonia*: Smithsonian Institution Press - Universitaria de la Patagonia.
- Lehr, E. G. (2002). *Die Herpetofauna von Mittelperu entlang eines Transektes von der pazifischen Kueste bis in die Hochanden (Amphibia et Reptilia)/The herpetofauna of central Peru along a transect from the Pacific coast to the high Andes (Amphibia et Reptilia). Faunistische Abhandlungen. Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden* 22, 361–392.
- Lemos-Espinal, J. A. (2016). *Anfibios y Reptiles de Hidalgo/Amphibians & Reptiles of Hidalgo*. Cd. México, D.F: CONABIO.
- Lever, C. (2003). *3. Naturalized Reptiles and Amphibians of the World*. New York: Oxford University Press.
- Lips, K. J. (2001). *Monitoreo de Anfibios en América Latina: Manual de Protocolos*. Herpetological Circular No. 30. América Latina: Society for the study of Amphibians and Reptiles.
- Margalef, R. (1977). *Ecología*. Ediciones Omega, 951.
- Medina, O., Alvarado, A. J., & Ortuño, D. &. (2011). *Herpetofauna de Tacámbaro, Michoacán, México*. Mexico: Rev. Mex. Biodiv. vol.82 no.4.

Menéndez, J. L. (29 de Abril de 2014). Los anfibios. Aparato digestivo. Obtenido de Asturnatura: <https://www.asturnatura.com/articulos/anfibios/aparato-digestivo.php>

Menéndez, J. L. (29 de Abril de 2014). Los anfibios. Aparato respiratorio. Obtenido de Asturnatura: <https://www.asturnatura.com/articulos/anfibios/aparato-respiratorio.php>

Menéndez, J. L. (29 de Abril de 2014). Los Anfibios. Generalidades. Obtenido de asturnatura: <https://www.asturnatura.com/articulos/anfibios/general.php>

Menéndez, J. L. (29 de Abril de 2014). Los anfibios. Sistema nervioso. Obtenido de Asturnatura: <https://www.asturnatura.com/articulos/anfibios/sistema-nervioso.php#:~:text=En%20los%20anfibios%20el%20sistema,raqu%C3%ADdeo%20de%20los%20vertebrados%20superiores.>

Ministerio del Ambiente. (2015). Plan de Manejo de la Reserva Ecológica EL ÁNGEL. Quito: Letra Sabia.

Morláns, B. M. (2004). INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGÍA DE POBLACIONES. Catamarca: Editorial Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca.

NACIONAL, D. D. (12 de 09 de 2016). Investigación. Obtenido de <https://biologia.epn.edu.ec>:

<https://biologia.epn.edu.ec/index.php/secciones/herpetologia/investigacio>

[n](#)

Navarrete, J. B. (2006). “Métodos y técnicas de manejo y conservación para anfibios y reptiles en campo: análisis, evaluación y aprovechamiento sustentable en México”. México: docplayer.

Ochoa G., J., Bevilacqua, M., & García, F. (2005). Evaluación ecológica rápida de las comunidades de mamíferos en cinco localidades del Delta del Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 466-475.

Pielou, E. (1981). *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, 165 pp.

Pintanel, P., Tejado Miguel, Ron, S. R., Llorente, G. A., & Merino-Viteri, A. (2019). Elevational and microclimatic drivers of thermal tolerance in Andean *Pristimantis* frogs. *Journal of Biogeography*, 1-12.

Pisani, G. y. (1974). Guía de técnicas de preservación de anfibios y reptiles. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Circular Herpetologica* 2, 24 pp.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2022). *Diversidad y Biogeografía*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Primack, R. y. (2002). *Introducción a la Biología de la Conservación*. Barcelona-España: 2nd Edición. Editorial Ariel S.A.

Ramos, P. A. (2015). Diversidad de anfibios y reptiles asociados a dos ambientes con diferente tipo de intervención antrópica en el cantón La Concordia, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Quito: Universidad Internacional SEK Facultad de Ciencias Ambientales.

Rodríguez, L. D. (14 de Junio de 2019). Páramo: características, tipos, flora, fauna, ejemplos. Obtenido de <https://www.lifeder.com/https://www.lifeder.com/caracteristicas-paramo/>

Ron, S. R., Merino-Viteri, A., & Ortiz, D. A. (2019). Anfibios del Ecuador. Version 2019.0. Obtenido de Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb>

Rueda, J. V. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A, Pp: 135-171.

Sánchez Guillén, N. A. (15 de Enero de 2022). Aparato digestivo de los anfibios, proceso de digestión. Obtenido de Animales y biología: <https://animalesbiologia.com/anfibios/anatomia-y-fisiologia-anfibios/aparato-digestivo-de-los-anfibios#aparato-digestivo-de-los-anfibios-adultos>

Sánchez-Guillén, N. A. (16 de Febrero de 2022). Sistema circulatorio de los anfibios, cómo circula la sangre. Obtenido de Animales y biología:

<https://animalesbiologia.com/anfibios/anatomia-y-fisiologia-anfibios/sistema-circulatorio-de-los-anfibios>

Shannon, & Weaver. (1949). The mathematical theory of communication.

University of Illinois Press, 144 pp.

Silvia Inés Quinzio, J. G. (2014). La morfología de los Anuros: pasado, presente y futuro de nuestras investigaciones. Salta, Argentina: Instituto de Bio y Geociencias (IBIGEO). Centro Científico Tecnológico CONICET-UNSa.

Simpson, E. H. (1946). Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688.

Trueb, D. W. (1986). *Biology of amphibians*. The John Hopkins University Press, 670pp.

Soto, E., Sallaberry, M., Núñez, J., & Méndez, M. (2008). Desarrollo larvario y estrategias reproductivas en anfibios. En M. A. Vidal, & A. Labra, *Herpetología de Chile* (págs. 335-345). Santiago-Chile: Laboratorio de Genómica Evolutiva, INTA, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Úbeda, C. (2021). Estrategias reproductivas, hábitats y otros aspectos ecológicos de los anfibios altoandinos en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes. *Boletín Chileno de Herpetología*, 7-9.

Universidad Complutense de Madrid. (2019). Medicina de anfibios. En Manejo de anfibios (págs. 489-518). Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Varela-Jaramillo, A. y Páez-Rosales, N. 2022. *Pristimantis myersi* En: Ron, S. R., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A. (Eds). Anfibios del Ecuador. Versión 2022.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.  
<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Pristimantis%20omyersi>

Yáñez-Muñoz, M. H., Batallas, D., Franco-Mena, D., Meza-Ramos, P. A., Oyagata, L. A., Padilla, D., & Paucar. (2020). Anfibios en los Ecosistemas Andino-Tropicales de la provincia del Carchi. Quito: INABIO – GADPC.

Zweifel, R. G., & Cogger, H. G. (1998). Encyclopedia of reptiles and amphibians . San Diego: Academic Press.

## 12. ANEXOS



Anexo 1. *Pristimantis* sp.



Anexo 2. Artropofauna acompañante en pajonales.



Anexo 3. monitoreo de anuros en el bosque de *Polylepis*.





**Anexo 4.** Trampas colocadas cerca de fuentes de agua en el interior del bosque.



**Anexo 5.** Contaminación en el interior del bosque de *Polylepis*.

**Tabla 2:** Ficha de captura y clasificación de anuros.

**Fuente:** Carrillo, 2021.

Estación	Especie/Familia	N.º Especies	Hora del día		Zona de colecta		
			Mañana	Noche	Río	Laguna	Pantano
	<i>Aromobatidae</i>						
	<i>Bufo</i>						
	<i>Centrolenidae</i>						
	<i>Craugastoridae/Strabomantidae</i>						
	<i>Dendrobatidae</i>						
	<i>Eleutherodactylidae</i>						
	<i>Hylidae</i>						
	<i>Leptodactylidae</i>						
	<i>Ranidae</i>						
	<b>Total</b>						

**Tabla 3.** Cálculo de índices de diversidad (Shannon-Weaver, Simpson y Pielou).

**Fuente:** Carrillo, 2021.

Estación	N.º Especies	N	Margalef	Shannon	Simpson	Pielou
<b>Total</b>						

**Tabla 4** registro de abundancia y diversidad de anuros durante los meses noviembre 2022 a enero 2023 dentro del bosque *Polylepis*.

Fuente: Roca, 2022.

ESTACIÓN	ESPECIE/FAMILIA	N.º DE INDIVIDUOS OBSERVADOS DURANTE LOS MESES DE MONITOREO.				ZONA EVALUADA		
		NOV	DIC	ENE	FEB	Río	Laguna	Pantano
	<i>Aromobatidae</i>							
	<i>Bufo</i>							
	<i>Centrolenidae</i>							
	<i>Craugastoridae</i>							
	<i>Dendrobatidae</i>							
	<i>Eleutherodactylidae</i>							
	<i>Hylidae</i>							
	<i>Leptodactylidae</i>							
	<i>Ranidae</i>							
	<i>Strabomantidae</i>							
<b>TOTAL</b>								

**Tabla 5** Parámetros tomados en cuenta de los microhábitats de las especies de anuros encontradas en el bosque *Polylepis*

ESTACIÓN	ESPECIE/FAMILIA	Microhábitat		Parámetros terrestres		Parámetros acuáticos	
		Tipo terrestre	Tipo acuático	Temperatura	Clima	Temperatura	PH
	<i>Aromobatidae</i>						
	<i>Bufo</i>						
	<i>Centrolenidae</i>						
	<i>Craugastoridae</i>						
	<i>Dendrobatidae</i>						
	<i>Eleutherodactylidae</i>						
	<i>Hylidae</i>						
	<i>Leptodactylidae</i>						
	<i>Ranidae</i>						
	<i>Strabomantidae</i>						
<b>TOTAL</b>							