



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE**

ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ANUROS EN TRES NIVELES DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA BIOLÓGICA TAPICHALACA EN LA REGIÓN SUR

Tesis de grado previo a la obtención del
título de **INGENIERA EN MANEJO
Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE**

AUTORA

Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa

DIRECTORA

Ecóloga Katusca Valarezo Aguilar, Mg.Sc.

LOJA-ECUADOR

2019



CERTIFICACIÓN

ECÓLOGA

KATIUSCA VALAREZO AGUILAR, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

En calidad de directora de la tesis titulada “ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ANUROS EN TRES NIVELES DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA BIOLÓGICA TAPICHALACA EN LA REGIÓN SUR”, de autoría de la señorita egresada **Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizó su presentación y publicación.

Loja, 29 de abril de 2019

Muy Atentamente,



Ecól. Katusca Valarezo Aguilar, M. Sc.
DIRECTORA DE TESIS



CERTIFICACIÓN

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis titulada **“ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ANUROS EN TRES NIVELES DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA BIOLÓGICA TAPICHALACA EN LA REGIÓN SUR”**, de autoría de la señorita **Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa**, egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certificamos que la misma ha sido revisada e incorporada todas las sugerencias y observaciones realizadas por los miembros del tribunal, y una vez revisada se ha procedido a la respectiva calificación.

Por lo tanto, autorizamos a la señorita egresada, la publicación de la versión final de la tesis y entrega oficial para su sustentación pública y difusión.

Loja, 29 de mayo de 2019

Atentamente,

Mg.Sc. Santiago Rafael García Matailo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

PhD. Aura del Carmen Paucar Cabrera
VOCAL DEL TRIBUNAL

.....

Mg.Sc. Xavier Alejandro Rojas Ruilova
VOCAL DEL TRIBUNAL

.....

AUTORÍA

Yo, Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis al Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

Autor: Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa

Firma:  _____

Cédula: 1105830853

Fecha: 03 de junio del 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa declaro ser autor de la tesis titulada “ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ANUROS EN TRES NIVELES DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA BIOLÓGICA TAPICHALACA EN LA REGIÓN SUR”, como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, al tercer día del mes de junio del dos mil diecinueve, firma la autora.

Firma:.....

Autor: Yosselyn Mercedes Sarmiento Espinosa

Número de cédula: 1105830853

Dirección: Loja, Barrio Esteban Godoy

Correo: yosse180294@gmail.com

Celular: 0967844653

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Ecol. Katusca Janet Valarezo Aguilar, Mg.Sc.,

Tribunal de Grado: Ing. Santiago Rafael García Matailo, Mg.Sc.,

Dra. Aura del Carmen Paucar, PhD.,

Biol. Xavier Alejandro Rojas Ruilova, Mg.Sc.,

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme salir adelante y alcanzar las metas establecidas, de igual manera agradecer a mis padres y hermanas por estar presentes en cada momento, por su apoyo y comprensión.

Mi agradecimiento especial para mi directora de tesis Ecol. Katusca Valarezo Aguilar, por su apoyo constante y disposición para orientarme a lo largo de su desarrollo y culminación de la misma. A la Dra. Marina Mazón quien contribuyo sustancialmente en el inicio de esta investigación con su calidez y colaboración, al Biol. Mario Yáñez, Curador de la División de Herpetología y al Ing. Diego Armijos, Curador del Museo de la Universidad Técnica Particular de Loja, por brindar su apoyo incondicional en la identificación de las especies de anuros.

A los miembros del Tribunal Calificador de la Tesis: Ing. Santiago García, Dra. Aura Paucar y al Biol. Xavier Rojas, por sus valiosos comentarios y sugerencias en la culminación del presente trabajo de investigación.

Agradezco a toda la planta docente y administrativa de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación de Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Loja, por haberme formado como profesional para servicio de la sociedad.

Finalmente agradezco a todos mis familiares por su apoyo incondicional durante mi vida universitaria y compañeros de aula con quienes compartí grandes momentos, especialmente a Felipe por su apoyo, colaboración y paciencia en mi fase de campo.

La Autora

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y la oportunidad de haber llegado a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser mi pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por ser ejemplo de firmeza y constancia y por haberme permitido ser una persona de bien. A mi padre (+) mi ángel, quien fue mi mayor inspiración, un ejemplo de honestidad, perseverancia y responsabilidad que lo caracterizaron durante su vida y que me han servido para formarme como persona, y salir adelante en cada meta planteada.

A mis hermanas, Leslie y Yari, por estar siempre presentes, acompañándome en cada momento de mi vida universitaria para poderme realizar. A mis sobrinas Doménica y Noelia.

A José, mi compañero de vida quien durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional.

Finalmente a todos mis familiares y amigos que de una u otra manera hicieron posible la culminación de la misma.

La Autora

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Biodiversidad	3
2.2. Anfibios.....	3
2.3. Orden Anura.....	4
2.4. Familia <i>Strabomantidae</i>	4
2.5. Género <i>Pristimantis</i> Jiménez de la Espada, 1870.....	4
2.6. Rasgos funcionales en anfibios	5
2.7. Diversidad de anfibios en Ecuador	5
2.8. Estado de Conservación de los anfibios en Ecuador	6
2.9. Amenazas de los ecosistemas	6
2.10. Restauración ecológica	7
2.11. Indicadores de monitoreo.....	7
2.12. Características de los anfibios como bioindicadores	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1. Descripción del área de estudio.....	8
3.2. Ubicación de los puntos de muestreo	9
3.3. MÉTODOS	11
3.3.1. Metodología para la determinación de la diversidad de anuros en función del nivel de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca.....	11
3.3.1.1. Técnicas de muestreo.....	11
3.3.1.2. Colección y registros de campo.....	11
3.3.1.3. Identificación de especies de anuros	12

3.3.1.4.	Eficiencia de muestreo.....	12
3.3.2.	Metodología para la determinación de la variabilidad morfométrica y las especies indicadoras para el monitoreo de restauración en la reserva.....	12
3.3.2.1.	Variabilidad morfométrica.....	12
3.3.2.2.	Especie indicadora.....	13
3.3.3.	Metodología para el análisis de la relación entre la diversidad de anuros y niveles de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca.....	15
3.3.4.	Análisis de datos	16
4.	RESULTADOS	17
4.1.	Determinación de la diversidad de anuros en función del nivel de conservación (restauración, conservación y degradación) en la Reserva Biológica Tapichalaca	17
4.1.1.	Riqueza observada.....	17
4.1.2.	Abundancia.....	19
4.1.3.	Diversidad de anuros	20
4.2.	Determinación de la variabilidad morfométrica y las especies indicadoras para el monitoreo de restauración en la reserva	21
4.2.1.	Variabilidad morfométrica	21
4.2.2.	Especie indicadora para el monitoreo de la restauración ecológica	24
4.3.	Relación entre la diversidad de anuros y los niveles de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca	25
4.3.1.	Índice de similitud entre los tres niveles evaluados en la Reserva Biológica Tapichalaca.....	26
5.	DISCUSIÓN	27
6.	CONCLUSIONES.....	32
7.	RECOMENDACIONES	33
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
9.	ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de especies agrupadas en cada categoría de amenaza	6
Figura 2. Ubicación del área de estudio (Reserva Biológica Tapichalaca).	9
Figura 3. Rasgos morfométricos evaluados	13
Figura 4. Número de individuos y especies por cada nivel de conservación.	17
Figura 5. Curva de acumulación de especies en los tres niveles de conservación	18
Figura 6. Abundancia relativa de las especies del género <i>Pristimantis</i> registradas en los tres niveles de conservación	20
Figuras 7 a–j. Tamaño promedio de anuros de la Reserva Biológica Tapichalaca de a) <i>Pristimantis galdi</i> ; <i>P. galdi</i> , peso; c) <i>P. cryptomelas</i> ; d) <i>P. cryptomelas</i> , peso; e) <i>P. andinognomus</i> ; f) <i>P. andinognomus</i> , peso; g) <i>P. cf. aquilonaris</i> ; h) <i>P. cf. aquilonaris</i> , peso; i) <i>P. atratus</i> ; j) <i>P. atratus</i> , peso. Longitud rostro- cloaca (LRC), longitud de cabeza (LC), ancho de boca (AB), ancho de cabeza (AC), longitud de antebrazo (LA), longitud de fémur (LF), longitud de pie (LP), longitud de tibia (LT) y peso (P).	23
Figura 8. Historia natural de la especie que, después de la investigación, resultó seleccionada como posible especie indicadora para el monitoreo de la restauración ecológica en los tres niveles de conservación de la Reserva Biológica Tapichalaca.	25
Figura 9. Diagrama de caja y bigote para la riqueza (a) y abundancia (b) de familias en los tres niveles de conservación de la reserva.	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Puntos georreferenciados de los niveles de conservación muestreados	10
Cuadro 2. Criterios para la identificación de especies indicadoras	13
Cuadro 3. Matriz para la calificación de las potenciales especies indicadoras.	15
Cuadro 4. Número de individuos por especie y abundancia relativa de la anurofauna presente en los tres niveles de conservación de la reserva biológica Tapichalaca.....	19
Cuadro 5. Diversidad de las comunidades de anuros en las zonas de conservación de la reserva	21
Cuadro 6. Calificación de los criterios para la selección de especies indicadoras	24
Cuadro 7. Coeficiente de similitud de Jaccard..	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo usada durante la colecta de individuos.	46
Anexo 2. Métodos empleados durante la investigación	46
Anexo 3. Comparación de los rasgos morfométricos de la anurofauna en los diferentes niveles de conservación.....	47
Anexo 4. Tamaño promedio de anuros de la Reserva Biológica Tapichalaca	48
Anexo 5. Fotografías de anuros registrados e identificados	49

**ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ANUROS EN
TRES NIVELES DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA
BIOLÓGICA TAPICHALACA EN LA REGIÓN SUR**

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la comunidad de anuros en tres niveles de conservación (zona conservada, una zona en proceso de regeneración de unos 10 a 15 años y una zona degradada), el cual se realizó en la Reserva Biológica Tapichalaca (RBT), ubicada en la Región Sur y fue desarrollada en los meses de abril a junio del 2018 con un total de 36 días de muestreo. Para el muestreo se empleó los Relevamientos por Encuentro Visual, realizando recorridos nocturnos en áreas con diferentes niveles de conservación. Para la identificación de las especies indicadoras se utilizó la metodología modificada de Villarreal et al. (2006), la cual somete a las especies identificadas a una calificación bajo ciertos criterios de evaluación, con esto la más puntuada fue propuesta como indicadora para el monitoreo de restauración ecológica. Para la relación entre la diversidad de anuros en función a los tres niveles de conservación se aplicó el análisis de varianza tipo ANOVA no paramétrica. Las técnicas aplicadas permitieron registrar trescientos cuarenta y tres individuos (173 en la zona conservada, 106 zona restaurada y 64 en la zona degradada, agrupados en 10 especies de anuros, que pertenecen a la familia Strabomantidae. Entre los rasgos morfométricos evaluados de las especies dentro de los tres niveles de conservación no existen diferencias significativas. El género *Pristimantis* es el más abundante, y dentro de éste las especies más dominantes fueron *Pristimantis galdi* (Jiménez de la Espada, 1870) y *Pristimantis* cf. *aquilonaris*. *Pristimantis galdi* fue establecida como especie indicadora para el monitoreo de la restauración ecológica. La mayor diversidad de especies se encontró en la zona restaurada, sin embargo no mostró diferencias significativas entre la riqueza de especies y los diferentes niveles de conservación pero si se encontró diferencias entre las dos variables (abundancia y zonas de conservación), siendo la zona conservada el sitio con mayor número de individuos seguido por el nivel restaurado y degradado.

Palabras claves: Anuros, zonas de conservación, bioindicadores, restauración ecológica.

ABSTRACT

In the present work we evaluated the anuran community in three conservation levels (conservation zone, a zone in the process of regeneration which is 10 to 15 years old, and a degraded zone). This work was conducted at the Biological Reserve Tapichalaca (RBT) located in southern Ecuador and it was conducted from April to June 2018 representing 36 days of sampling. To take samples, the technique of Visual Encounter Survey was performed by taking night walks in different places at the different levels of conservation. To identify the indicator species for ecological restoration monitoring, we use the methodology of Villareal et al. (2006), which take all identified species under several evaluation criteria and select the specimen with the best punctuation as a possible bio-indicator. For the relation between anuran diversity and the three levels of conservation we use an analysis of variance type ANOVA non parametric. We registered three hundred and forty-three individuals (173 in conservation zone, 106 restored zone, and 64 in degraded zone) from 10 species classified in the Strabomantidae family. Among morphometric characteristics testing we did not find significative differences for most species. The genus *Pristimantis* is the most abundant and the two dominating species for ecological dominating were *Pristimantis galdi* (Jiménez de la Espada, 1870) and *Pristimantis* cf. *aquilonaris*. *Pristimantis galdi* was selected as an indicator species for ecological restoration monitoring. The highest species diversity was found in the restored area. There were no significant differences between the species richness at the different levels of conservation, but we did find a difference between abundance and conservation zone. The conservation zone was the site with the highest number of individuals followed by the restored zone and the degraded zone.

Keywords: Anurans, conservation zones, bioindicators, ecological restoration.

1. INTRODUCCIÓN

Los anfibios son un grupo diverso de vertebrados, con aproximadamente 7513 especies en el mundo, existen en todos los continentes, excepto en la Antártida e islas continentales (Mattoon, 2000; UICN, 2011; Parra et al., 2014, San Mauro, 2016). Debido a su marcada vulnerabilidad ante la modificación, deterioro y degradación de los ecosistemas en los que habitan, estos vertebrados son considerados como un grupo de gran interés ya que resultan ser excelentes indicadores de la salud del ambiente, detectando los cambios que se dan en los ecosistemas que habitan (Pechmann y Wilbur, 1994; Mattoon, 2000; Corporación Suna Hisca, 2003; Yáñez- Muñoz, 2005). Son diversos en bosques húmedos tropicales, en ambientes acuáticos y terrestres, en tierras bajas y montañosas (Bolaños et al., 2008).

A nivel mundial, los anfibios están sufriendo declinaciones y extinciones, resultando ser una señal de alerta a los cambios realizados por el ser humano sobre su entorno (Lynch y Renjifo, 2001; Young et al., 2004). Son muchas las causas de la pérdida de la diversidad de anfibios y entre las más relevantes están: la disminución y pérdida de hábitat, el uso insostenible de los recursos naturales, la introducción de especies invasoras, enfermedades ocasionadas por hongos, principalmente (*Batrachochytrium dendrobatidis*), radiación UV, contaminantes químicos y el cambio climático a nivel global (Gibbons et al., 2000; Young et al., 2004; Pineda y Halffter, 2005; Tecnoexplora, 2019; El Nuevo día, 2019). En referencia a Ecuador, este ocupa la cuarta parte más diversa a nivel mundial con un total de 609 especies formalmente descritas hasta marzo de 2019 (Ron et al., 2019). A pesar de su alta diversidad, se encuentra en tercer lugar a nivel mundial en número de especies amenazadas, lo cual se da principalmente por los daños causados por las actividades humanas, afectando a un gran número de ejemplares ocasionado la pérdida de poblacionales de anfibios (Chanson et al., 2008).

Según el estudio realizado por Ramirez y otros autores (2009) en cuatro gradientes altitudinales, la Reserva Biológica Tapichalaca (RBT) posee una de las comunidades más ricas de herpetofauna reportadas de las laderas orientales de Los Andes ecuatorianos. Es un centro que alberga ranas del género *Pristimantis* perteneciente a la familia (Strabomantidae) el cual representa el 85 % de la diversidad absoluta en la reserva, en donde domina su riqueza sobre los demás taxones (Meza et al, 2008).

La importancia de esta investigación radica en contribuir con información acerca de la riqueza y abundancia en tres niveles de conservación (restaurado, conservado y degradado) de la Reserva Biológica Tapichalaca (RBT), así mismo conocer si su composición tiene relación con el medio donde habitan. En Ecuador, específicamente en la RBT existen muy pocos trabajos que estudien o evalúen la importancia que tienen los anuros como especies indicadoras para el monitoreo de la restauración ecológica y más escasos aún son los trabajos en donde se evalúa la variabilidad morfométrica de anuros. Es por ello que se vio necesario el estudio de la diversidad y rasgos morfométricos en diferentes zonas, para así conocer si los cambios ambientales influyen en su composición y tamaño corporal, es decir, diferentes microhábitats pueden favorecer diferentes tipos morfológicos. Con todo lo mencionado anteriormente, se generará información base para futuras investigaciones vinculadas al uso de especies indicadoras en los procesos de restauración ecológica.

Con base en este contexto, para la realización de la presente investigación fueron planteados los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la asociación de la comunidad de anuros en tres niveles de conservación de la Reserva Biológica Tapichalaca.

Objetivos específicos

- Determinar la diversidad de anuros en función del nivel de conservación (restauración, conservación y degradación) en la Reserva Biológica Tapichalaca.
- Determinar la variabilidad morfométrica de anuros y las especies indicadoras para el monitoreo de restauración ecológica en la Reserva Tapichalaca.
- Analizar la relación entre la diversidad de anuros y niveles de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Biodiversidad

El término biodiversidad se refiere a la variedad de seres vivos que se encuentra en un lugar determinado. Comprende a una gran diversidad de especies (plantas, animales, hongos y microorganismos) y una gama de ecosistemas así como las diferencias genéticas que existen entre los individuos que las constituyen (Jiménez et al., 2010). Así mismo, hace referencia a los procesos ecológicos y evolutivos que los mantienen en funcionamiento que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (Bravo, 2013).

Ecuador es uno de los países megadiverso, ocupando el primer lugar en el mundo, tomando en cuenta la relación entre número de especies de vertebrados por cada 1000 km² de superficie, y el segundo lugar contando solo las especies de vertebrados endémicos, es decir aquellas que solo se encuentran en Ecuador (Ministerio del Ambiente et al., 2001). Un factor principal que influye para que Ecuador sea megadiverso se debe a la presencia de la Cordillera de Los Andes, haciendo con esto que nuestro país presente una variedad de climas en distancias muy cortas (Aguirre, 2006).

2.2. Anfibios

Los anfibios resultan ser un grupo altamente diversificado de vertebrados en el cual a nivel mundial existen cerca de 7513 especies de anfibios (Frost, 2017), distribuidas por la mayoría de las regiones templadas y tropicales del planeta (San Mauro, 2016). Su principal característica es que se tratan de especies de sangre fría, poseen piel desnuda, la misma que les permite tener una respiración cutánea (Sarango, 2013), su piel está muy bien lubricada y humedecida por un moco (tóxico) originado por numerosas células mucosas distribuidas por todo el cuerpo (García et al., 2012; Pérez et al., 2009).

Los anfibios tienden a adaptarse a diferentes microhábitat los mismos que pueden ser hábitat acuáticos, terrestres, vivir bajo tierra y en árboles (Parra et al., 2014). Se pueden encontrar en todos los continentes excepto en la zonas polares e islas oceánicas (Albuja y Merizalde, 2012; Garín y Hussein, 2013). Se tratan de vertebrados dependientes a la humedad ambiental en donde las distribuciones geográficas, ecológicas, comportamientos y ciclos de vida están fuertemente influenciados por la disponibilidad de agua (McDiarmid 1994).

2.3. Orden Anura

Los anuros son un conjunto de vertebrados que combinan atributos morfológicos, fisiológicos y de comportamiento (Duellman y Trueb 1994), los cuales reflejan presiones de selección sobre las condiciones ambientales de sus hábitats (Guayara y Bernal, 2012). Este grupo se caracteriza principalmente porque carecen de cola, son pequeño de cuerpo corto. Los anuros pueden ser de vida subterránea (fosoliales) (Chaparro et al., 2007; Gomes et al., 2009), terrestres, vivir en arboles (hojas y ramas) o ser completamente de vida acuática. La mayoría de los anuros realizan su reproducción principalmente en el agua (Handrigan y Wassersug, 2007).

A nivel mundial el orden anura representa 6609 especies aproximadamente (Frost, 2017). Ecuador el orden anura (ranas y sapos) son el grupo más numeroso de anfibios, con 576 especies de las cuales 256 son endémicas (Ron et al., 2019).

2.4. Familia *Strabomantidae*

Este tipo de familia se caracteriza principalmente por tener especies terrestres, acuáticas y fosoliales. Algunos géneros (*Pristimantis*) incluyen muchas especies arbóreas. Las ranas de esta familia son de tamaño pequeño a mediano (Duellman y Lehr, 2009). Esta familia se distribuye en América del Sur, concentrándose en los Andes, alcanzando la diversidad más alta en la región oriental. Algunas especies de esta familia están presentes en América Central y las Antillas Menores (Hedges et al., 2008). En Ecuador la familia Strabomantidae es una de las más diversas con 235 especies de las cuales 129 son endémicas, su mayor riqueza se concentra en el Bosque Montano Oriental y el Bosque Montano Occidental (Ron et al., 2019).

2.5. Género *Pristimantis* Jiménez de la Espada, 1870

Las ranas del género *Pristimantis* se caracterizan por ser el grupo de vertebrados más diversos y con una amplia distribución. Se encuentran en bosques húmedos andinos y bosques lluviosos de tierras bajas (Jiménez de la Espada, 1870; Lynch y Duellman, 1997). En lo que se refiere a su ciclo reproductivo, los huevos son depositados en el suelo con un desarrollo directo, es decir no poseen una etapa larvaria (Duellman y Trueb, 1994); en Ecuador es el género con mayor número de especies con 194 especies de las cuales 106 son endémicas (Ron et al., 2016).

2.6. Rasgos funcionales en anfibios

Los rasgos funcionales hacen referencia a las características morfológicas relacionados a aspectos de la apariencia externa e interna de un organismo, fisiológicas o fenológicas medidas a nivel individual (Violle et al., 2007; Salgado, 2016; Campos et al., 2017) los cuales influyen en los procesos y funcionamiento del ecosistema (Gómez y Moreno, 2017). Las definiciones de rasgo funcional en fauna han comprendido rasgos comportamentales y se reconoce que unos están asociados con el ambiente por ejemplo, uso del hábitat (Luck et al. 2012).

Los anfibios son un componente importante de los ecosistemas (Galeano et al., 2006), constituyen un modelo biológico importante para estudiar la diversidad funcional debido, entre otras cosas a su ciclo de vida complejo (Pedroza, 2016).

Según Salgado (2016), los anfibios demuestran características morfológicas y fisiológicas importantes:

- Tienen piel permeable lo que les favorece el proceso de respiración.
- Adaptación térmica a ambientes de altas elevaciones.
- Adaptabilidad a diversos hábitats terrestres y acuáticos
- Morfología que determina, la respuesta del organismo a gradientes ambientales y a la estructura de la vegetación.

2.7. Diversidad de anfibios en Ecuador

Ecuador cuenta con alta riqueza de especies de anfibios ocupando el puesto 13 entre los países con mayor endemismo de vertebrados a nivel mundial (Ashanka, 2013). A pesar de su corta extensión territorial posee gran diversidad de anfibios que se debe principalmente a la alta heterogeneidad ambiental que posee, lo cual les permite una mejor adaptación y desarrollo (AmphibiaWeb. 2017; Ministerio del Ambiente, 2017). Las regiones naturales con mayor diversidad regional son el Bosque Montano Oriental con 207 especies, Bosque Húmedo Amazónico con 182 especies y Bosque Montano Occidental con 148 especies (Ron et al., 2011).

La lista de especies descubiertas aumenta, en el 2014 se registró más de 527 especies (Coloma, 2014) y actualmente se cuenta con 609 (Ron et al., 2019). Por tanto se encuentra entre uno de los países megadiversos del planeta y ocupa el cuarto lugar en el mundo (Valencia et al., 2008).

2.8. Estado de Conservación de los anfibios en Ecuador

Los estudios sobre biodiversidad de especies de Ecuador y su conservación se basa básicamente en observaciones de historia natural y colecciones, inventarios y taxonomía (Ministerio del Ambiente, 2010). En Ecuador existen especies de anfibios de las que no hay suficiente información, por lo que no son conocidos en su totalidad, es por ello que el estado de conservación no está determinado (Ron et al., 2016).

Según Ron et al. (2019), la mayor cantidad de especies en la Lista Roja de anfibios Amenazados para Ecuador, indica que las categorías En peligro crítico y En peligro poseen 49 y 80 especies, siendo con esto una alerta para tomas medidas de conservación de anfibios (Fig. 1).

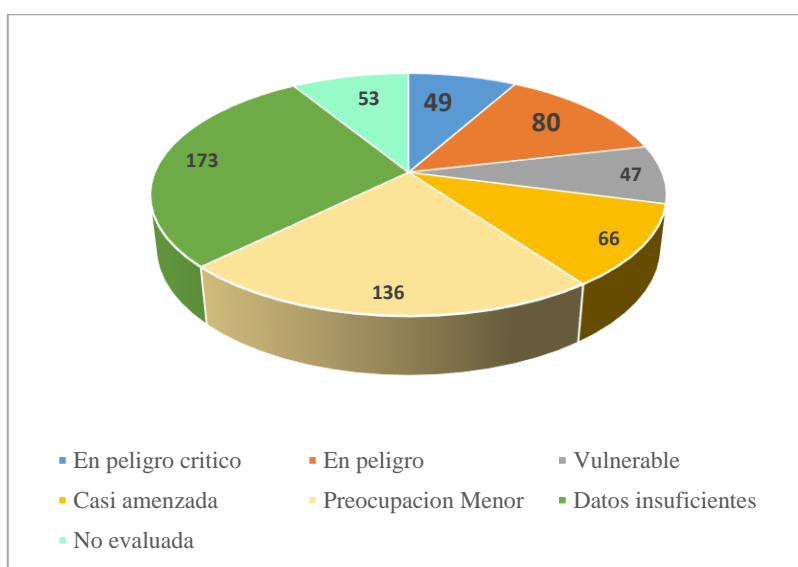


Figura 1. Número de especies agrupadas en cada categoría de amenaza

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de (Ron et al., 2016)

2.9. Amenazas de los ecosistemas

La degradación y destrucción de muchos ecosistemas en el mundo son la principal causa para la aceleración de la crisis ambiental, debido a la baja disponibilidad de los servicios ecosistémicos, como son producción de agua, productividad del suelo, biodiversidad, cobertura vegetal, entre otros (Vargas, 2011).

La pérdida, degradación y fragmentación de ecosistemas terrestres representan una de las amenazas más significativas para las condiciones bióticas y abióticas (Montoya, 2005; Conciencia Eco, 2012; Andrade y Castro, 2012). Unas de las principales causas que llevan a la

destrucción de los ecosistemas son las prácticas agrícolas, ganaderas, forestales e industriales y a uso insostenible de los recursos (Vargas, 2011).

Una causa directa de pérdida de biodiversidad en los diferentes tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) es la contaminación ocasionada por actividades antrópicas (Andrade y Castro, 2012). Dichos ecosistemas pueden sufrir un desequilibrio transitorio y una degradación irreversible, donde la regeneración natural se vería afectada ya que su recuperación del ecosistema sería muy lenta (Montoya, 2005).

2.10. Restauración ecológica

La restauración ecológica se refiere al proceso de ayudar a que un ecosistema se recupere luego de una degradación (Meli, 2003; Aronson et al., 2007; Lindig y Zambrano, 2009; Benayas, 2010; Lamb et al., 2011; Aguirre y Torres, 2013), así mismo está ligado al funcionamiento de los ecosistemas, pretendiendo mejorar los componentes básicos de su estructura, función y composición (Sánchez et al., 2005; Aguirre et al., 2013).

La restauración ecológica requiere de un compromiso a largo plazo y que toma décadas para mostrar los resultados esperados (Aguilar y Ramirez, 2015). Según Keenleyside et al. (2014), permite reparar los daños ecológicos y renovar oportunidades económicas, mejorar la capacidad ecológica y social para adaptarse a los cambios ambientales, sin embargo según el grado de alteración o perturbación que sufre un ecosistema no retornan a su estado original (Aguirre y Torres, 2013). Para que un ecosistema pueda ser recuperado o mejorado debe ser asistido mediante el proceso de restauración ecológica y monitorearse la efectividad del mismo facilitando resultados positivos (Urbina, 2011). Este monitoreo consiste en el seguimiento y evaluación de los cambios que sufre el ecosistema (Vargas, 2011; Becerra, 2014).

2.11. Indicadores de monitoreo

Un grupo indicador permiten monitorear, medir en escala de tiempo y espacio ciertas características de los ecosistemas (Caro et al., 2007). Para con ello estar al tanto de la diversidad de los mismos y los cambios que estos presentan ante las actividades humanas (Basset et al., 2004; Halffer y Moreno, 2005; New, 2005).

Según Hahn-vonHessberg et al. (2009), los indicadores de monitoreo son comunidades biológicas de las cuales su distribución y composición pueden indicar la magnitud del impacto ambiental en un ecosistema. Existen diferentes tipos de indicadores de la restauración ecológica

que son: biofísicos, socioeconómicos, cuantitativos y cualitativos, estos son seleccionados considerando el ecosistema que se va a restaurar (Torres-Celi et al., 2017).

En la biología de la conservación/restauración es de gran importancia el uso de especies indicadoras para caracterizar unidades ecológicas específicas (González et al., 2011). Las especies indicadoras brindan información sobre la salud del ambiente, permitiendo conocer los principales cambios que sufren los ecosistemas.

2.12. Características de los anfibios como bioindicadores

Los anfibios al ser vertebrados con atributos biológicos (piel permeable, ciclo de vida difásicos y variedad reproductiva), volviéndolos sensibles a cambios o perturbaciones acuáticas, terrestres y atmosféricas, resultando así especies indicadoras de la calidad ambiental, debido a que cumplen múltiples papeles funcionales en los sistemas acuáticos y terrestres (Manzanilla y Péfaur, 2000). Son considerados excelentes indicadores de la calidad del hábitat por múltiples factores (Yáñez, 2005; Corporación Suna Hisca, 2003). Uno de estos factores es la capacidad que poseen para respirar aire a través de su piel desnuda factor que los hace sensibles a cambios en el ambiente (aumento de temperatura, contaminación, enfermedades, etc.) (Carrillo, 2008; Valencia y Garzón, 2011).

Los anfibios han sido propuestos como indicadores de los ecosistemas donde habitan (Dale y Beyeler 2001), ya que se trata de un grupo que son fáciles de muestrear, resultan ser sensibles debido a sus características fisiológicas, siendo vulnerables a los cambios del ambiente producto de la actividad antrópica (Ballengée y Sessions, 2009), con todo esto permiten tomar medidas antes de que la integridad del ecosistema se vea afectada (Urbina et al., 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Reserva Biológica Tapichalaca, localizada en la parte oriental de la Cordillera de Sabanilla, parroquia Valladolid, Cantón Palanda, Provincia de Zamora Chinchipe, al suroeste del Parque Nacional Podocarpus, (Fig. 2).

La reserva abarca 3500 ha, principalmente bosque maduro, con algunas áreas intervenidas y en regeneración destinadas en su totalidad a la conservación y aviturismo. Cubre un rango altitudinal de 1800 a 3600 msnm. Posee cuatro formaciones vegetales: Bosque Siempreverde

Montano Bajo (1800 msnm), Bosque Siempreverde de Neblina y Bosque Siempreverde Montano Alto (2000 – 3000 msnm) hasta el Páramo (3200 m) (Yáñez et al., 2013).

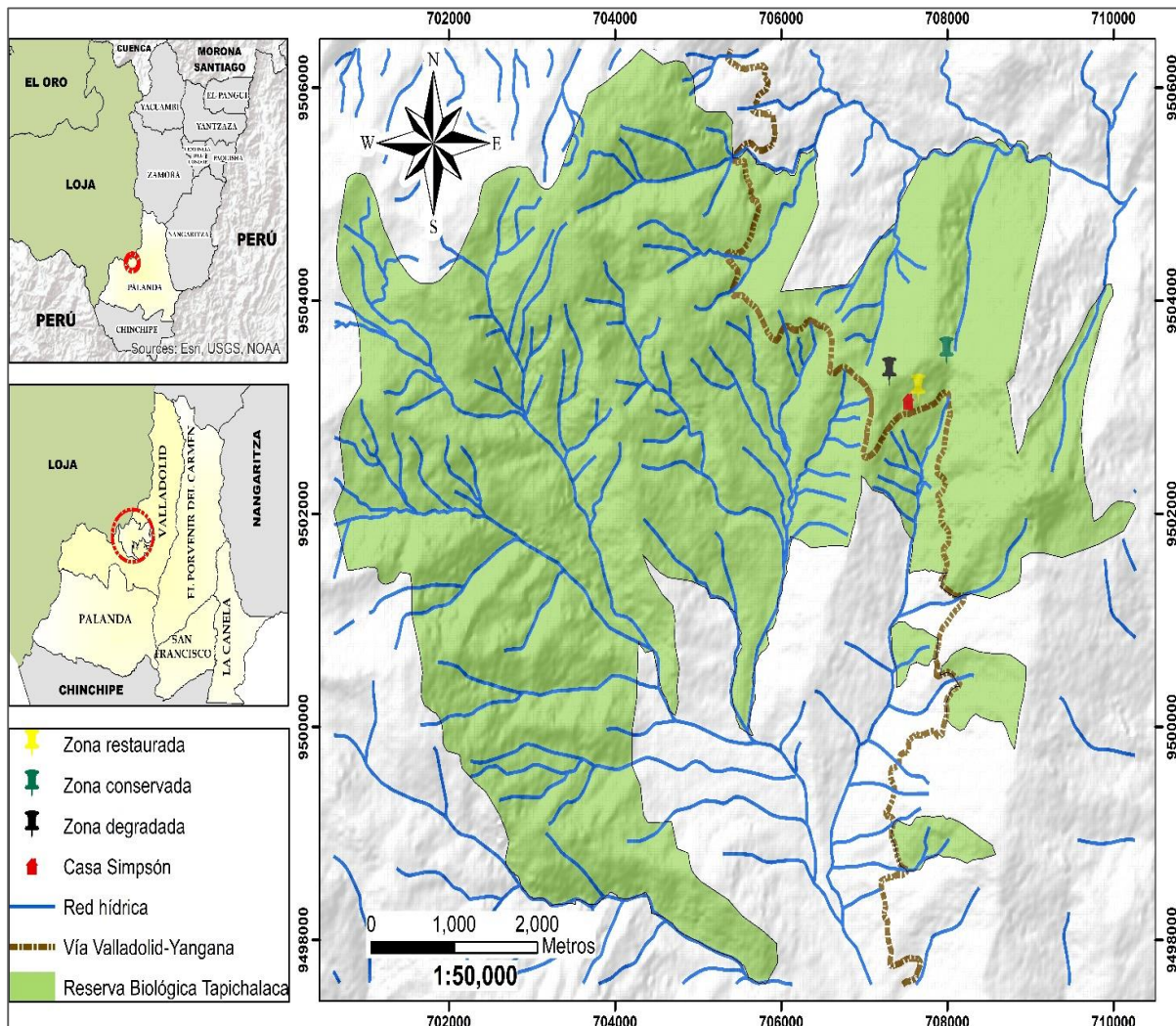


Figura 2. Ubicación del área de estudio (Reserva Biológica Tapichalaca).
Fuente: Elaboración propia

3.2. Ubicación de los puntos de muestreo

En la zona de estudio existen áreas con diferentes niveles de perturbación, las mismas que para efecto de la presente investigación han sido categorizadas en una zona conservada, zona en proceso de recuperación y zona visiblemente degradada. Estos niveles de la cobertura vegetal se localizan en la parte este oriental de la Reserva Biológica Tapichalaca con un rango altitudinal de 2500 a 2620 msnm y una temperatura entre 10 a 12 °C. Cada zona muestreada presentó una diferencia altitudinal mínima (Cuadro 1).

La zona conservada que se seleccionó corresponde a un área en donde se preservan los recursos naturales como son fauna, flora, suelo, agua, entre otros, asegurando y manteniendo

el equilibrio ecológico. Su formación vegetal corresponde a Bosque de Neblina Montano (Valencia et al., 1999). La topografía es inclinada, la vegetación es mediana (10 a 20 m), el sotobosque es denso con una gran cantidad de epífitas (bromelias, helechos, orquídeas, musgos y líquenes), escasa penetración de luz solar (Ramírez et al., 2009). Según Astudillo y Mendoza, (2010) las especies vegetales representativas de esta zona son: chaquiro (*Podocarpus oleifolius* [Don]), *Croton* sp., cedro de guayana (*Cedrela odorata* [Linneo]), *Alchornea britroni* (Britton) y *Alzatea verticillata* (Ruiz y Pavón).

Como zona en proceso de recuperación fue seleccionada un área que ha sido reforestada únicamente con especies nativas locales desde el 2007 (Fundación Jocotoco, 2018). Su formación vegetal es el Bosque de Neblina Montano (Valencia et al., 1999), de vegetación mediana (10 a 20 m), su topografía es inclinada y abundantes epífitas (helechos y bromelias). Presenta especies vegetales como la *Graffenrieda emarginata* (Ruiz y Pavón), laurel (*Nectandra reticulata* [Ruiz y Pavón]), *Croton* sp., *Clusia* sp., *Piper* sp., cujaca (*Solanum asperolanatum* [Ruiz y Pavón]), cascarilla morada (*Cinchona pubescens* [Vahl]), entre otras (Astudillo y Mendoza, 2010).

Por último se tiene la zona degradada. Una de las características principales de esta zona es que está representada por plantas pertenecientes a la familia Poaceae o gramíneas (plantas herbáceas y leñosas) con una baja vegetación, la cual facilita el paso de la luz solar. Presenta poca vegetación debido al constante avance de la frontera agrícola-ganadera y a la explotación de madera que se dio entre 1950 al 2000.

Cuadro 1. Puntos georreferenciados de los niveles de conservación muestreados

Zonas de muestreo	Altitud		X	Y
Restaurada	2504	Inicial	707462	9503130
	2518	Final	707650	9503200
Conservada	2540	Inicial	707968	9503467
	2543	Final	707855	9503610
Degradada	2597	Inicial	707189	9503331
	2619	Final	707339	9503363

Fuente: Elaboración propia.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Metodología para la determinación de la diversidad de anuros en función del nivel de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca

3.3.1.1. Técnicas de muestreo

Para el muestreo sistemático de la anurofauna se utilizaron métodos estandarizados sugeridos por Heyer et al. (2001) y Angulo et al. (2006) que consisten en Relevamientos por Encuentro Visual.

El trabajo de campo se llevó a cabo durante tres meses (abril, mayo y junio) y para ello se establecieron tres transectos, los cuales fueron recorridos por dos personas en períodos de doce días por transecto, con un total de 36 días efectivos de muestreo.

Cada transecto tuvo una longitud de 200 metros. En cada zona se realizó el muestreo durante la noche, debido a que se trata de especies de hábitos nocturnos. El horario de muestreo fue de 18h00 a 22h00, con un total de 144 horas de muestreo.

El Relevamiento por Encuentro Visual (REV) consiste en que dos o más personas caminan lentamente a lo largo de un transecto y se buscan ranas que se encuentren descansando sobre el suelo, hojarasca y posadas en hojas o ramas (Lips y Reaser, 1999; Tellería, 2013). Esta técnica es efectiva para obtener información sobre la riqueza de especies y abundancia relativa, según el área recorrida y las horas en las que se muestrea (Yáñez, 2005). Es muy importante tomar en cuenta las condiciones climáticas, la lluvia y la niebla ya que afecta la observación de estos individuos (Angulo et al., 2006). Esta técnica fue aplicada para los tres sitios de muestreo (nivel restaurado, conservado y degradado), por su fácil recorrido durante la noche y la cercanía que existe entre estos tres sitios.

3.3.1.2. Colección y registros de campo

La búsqueda se realizó en los microhábitats potenciales dentro de cada sitio establecido, revisando en el suelo, hojarasca, posadas sobre troncos o ramas, hojas grandes, bromelias y en arboles a una altura de 1,5 a 2 metros.

Durante cada muestreo se llevó un registro de las condiciones climáticas del sitio (temperatura, humedad, nubosidad), para cada individuo se tomaron datos del hábitat (sustrato,

microhábitats) en donde fueron registrados, fecha y hora de colecta, coordenadas y el comportamiento (posadas, cantando, en amplexus, etc.) (Anexo 1).

3.3.1.3. Identificación de especies de anuros

De los especímenes capturados se realizó la observación de las características que posee cada individuo y posteriormente fotografiados (Anexo 5) y liberados en el lugar donde fueron colectados.

La identificación de los especímenes fue realizada mediante fotografías, con la utilización de guías e inventarios realizados por varios herpetólogos en algunas investigaciones, entre ellas Yánez et al., 2004; Meza et al., 2008; Yánez et al., 2009; Garín y Hussein, 2013; Cogalniceanu et al., 2016 y se obtuvo la colaboración de Mario Yánez Curador de la División Herpetológica del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) y Diego Armijos Curador del Museo de la Universidad Técnica Particular de Loja (MUTPL).

3.3.1.4. Eficiencia de muestreo

Para evaluar la eficiencia del muestreo se realizó una curva de acumulación de especies, donde se representa el número acumulado de especies frente al número de muestreos realizados, de forma que se observa la adición de especies al total conforme se va ampliando el muestreo. Se considera que el muestreo ha sido completo cuando la curva alcanza una asíntota, lo que significa que si se asigna un mayor tiempo de muestreo, no aparecerán nuevas especies. Además, se han empleado tres estimadores de riquezas no paramétricos: estimador de Cobertura basado en la Incidencia (ICE), Chao 1 y el estimador de tipo Jackknife de primer orden (Jack 1) (González- Oreja et al., 2010), los cuales predicen, basándose en los datos de la riqueza observada, cuál sería la riqueza total potencial del área. De esta forma, se puede conocer la proporción, del total de especies estimadas, que se han colectado en el muestreo.

3.3.2. Metodología para la determinación de la variabilidad morfométrica y las especies indicadoras para el monitoreo de restauración en la reserva

3.3.2.1. Variabilidad morfométrica

Los rasgos morfométricos que se midieron: longitud rostro-cloaca (LRC), longitud de cabeza (LC), ancho de boca (AB), ancho de cabeza (AC), longitud antebrazo (LA), longitud del fémur (LF), longitud tibia-fíbula (LT), longitud de pie (LP) y peso (Fig. 3). Para la medición de los rasgos morfométricos y el peso, los instrumentos de medición utilizados fueron

calibrador digital con precisión de 0,01 mm y balanza con precisión de 0,1 g, los mismos que fueron verificados antes del inicio y durante la toma de datos para evitar errores de calibración. Una vez tomados los datos, los individuos fueron fotografiados y liberados en el mismo lugar de captura.

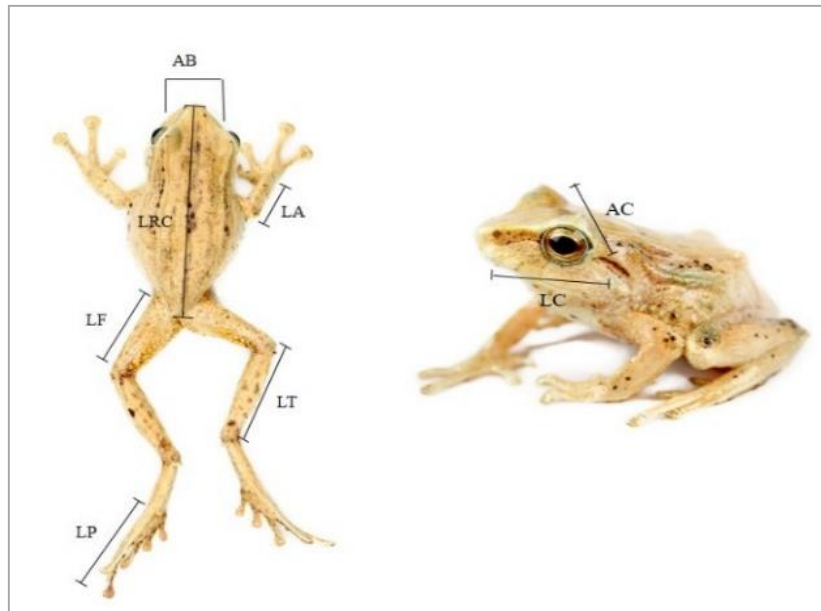


Figura 3. Rasgos morfométricos evaluados
Fuente: Elaboración propia en base a fotografía de Quirola, (2015)

3.3.2.2. Especie indicadora

Para determinar las especies indicadoras, se tomaron como referencia las especies ya identificadas y se realizó una evaluación, siguiendo la metodología de Villarreal et al., (2006) donde se establecen ocho criterios a ser evaluados para la selección de grupos indicadores, de los cuales se seleccionaron aquellos criterios que tienen relación directa con los anuros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Criterios para la identificación de especies indicadoras

Criterios	Descripción
Taxonomía bien conocida y estable	Las especies con que se trabaje deben ser identificables sin mayor problema.
Historia natural bien conocida	Entre más numerosos y completos sean los estudios sobre el taxón alrededor del mundo, más respaldo se tendrá para la interpretación de resultados.

Taxones superiores con distribución en un amplio rango geográfico	Los taxones y sus especies deben encontrarse en diferentes ecosistemas.
Abundantes y de fácil observación y manipulación	No debe ser necesario mucho esfuerzo para encontrar individuos del grupo objeto, al igual que deben ser de fácil reconocimiento.
Grupo altamente diversificado taxonómicamente y ecológicamente	Es importante que el grupo objeto presente un número de especies tal, que brinde información de lo que se desea contestar a la escala trabajada.
Presentar poca estacionalidad	Es importante que las especies del grupo objeto posean pocas fluctuaciones poblacionales relacionadas con los cambios ambientales.

Fuente: Villarreal et al. (2006)

En base a estos criterios se evaluó cada especie ya identificada, llevando a cabo los siguientes pasos:

Se categorizaron los criterios en orden inverso de importancia, así:

1. Historia natural bien conocida
2. Abundantes
3. Fácil observación y manipulación
4. Taxonomía bien conocida
5. Especies con amplia distribución
6. Presente en diferentes hábitats
7. Sensibles a cambios de hábitat

Se calculó la importancia de cada especie. Si la especie cumplía con cualquiera de los criterios establecidos se le asigna el valor que corresponde a cada uno de ellos (1 al 7), caso contrario, si la especie no cumple con cierto criterio el valor asignado fue igual a cero. Luego se sumaron las puntuaciones de los criterios y se comparó con el valor máximo igual a 28, este valor representa el 100 % asumiendo que la especie cumple con los siete criterios propuestos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Matriz para la calificación de las potenciales especies indicadoras.

ESPECIES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN							TOTAL	%
	1	2	3	4	5	6	7		
	Historia natural bien conocida	Abundantes	Fácil observación y manipulación	Taxonomía bien conocida	Especies con amplia distribución	Presente en diferentes hábitats	Sensibles a cambios de hábitat		
Sp	1	2	3	4	5	6	7	28	100

Fuente: Elaboración propia en base a Villareal et al., 2006.

El resultado en porcentaje fue comparado con los rangos establecido por Villarreal et al., (2006).

- > 90 % = Muy buen indicador
- 75- 89 % = Buen indicador
- < 74 % = No se sugiere como indicador

Para asignar la calificación a los criterios evaluados (Cuadro 3) se realizó mediante revisión bibliográfica de cada uno de los criterios por especie. Para *Pristimantis galdi* se basan a los datos de (Jiménez de la Espada, 1870; Lynch y Duellman, 1980; Rodríguez et al., 2004; Duellman y Lehr, 2009). Para *Pristimantis atratus* (Lynch, 1979; Ramirez et al., 2009; Yanez et al., 2010). *Pristimantis cryptomelas* (Duellman y Pramuk, 1999; Hedges et al., 2008; Yáñez-Muñoz et al., 2018). *Pristimantis andinognomus* (Lehr y Coloma, 2008; Ron, 2018). *Pristimantis cf. aquilonaris* (Lehr, 2007; UICN, 2017). *Pristimantis aff. bellator* (Lehr, 2007). *Pristimantis gpp. orestes* (Lynch, 1979; Wiens, 1992; Hedges et al., 2008; Guayasamin y Arteaga, 2013). *Pristimantis aff. versicolor* (Lynch, 1979; Duellman y Pramuk, 1999).

3.3.3. Metodología para el análisis de la relación entre la diversidad de anuros y niveles de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca

El análisis de varianza tipo ANOVA no paramétrica (Kruskal-Wallis) permite comparar dos poblaciones cuya distribución no es normal, esta prueba utiliza dos hipótesis H0 y H1

(McDonald, 2008). Esta prueba fue utilizada para determinar si existen o no diferencias significativas entre los tres niveles de conservación y la diversidad de especies. Para representar gráficamente los datos se utilizó el diagrama de cajas (Boxplot), el cual permite visualizar de mejor manera el conjunto de datos obtenidos.

- H0: no hay relación entre la diversidad de anuros y las zonas de conservación de la reserva.
- H1: existe relación entre la diversidad de anuros y las zonas de conservación de la reserva.

Para comparar la anurofauna en las diferentes zonas de estudio se utilizó el índice de Jaccard que mide el grado de similitud entre dos zonas o transectos, (Cando, 2013; Mora, 2017).

3.3.4. Análisis de datos

Para estimar la diversidad de anuros se utilizaron el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el cual mide el grado promedio de incertidumbre (Moreno, 2001) y el índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean iguales (Murrieta, 2007; Maldonado, 2016). Para estimar estos índices (Shannon, Simpson, Jaccard) se utilizó el programa estadístico PAST (Paleontological statistics) versión 3.14. La eficiencia del muestreo fue corroborada a través de la estimación de la riqueza, utilizando tres estimadores de muestreo (ICE, Chao1 y Jack1) que fueron calculados a través del programa EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2016).

Para determinar la variabilidad de los rasgos morfométricos en los niveles de conservación se aplicó la prueba no paramétrica U Mann Whitney. Esta prueba fue seleccionada por la falta de normalidad y homogeneidad en los datos, evidenciada a través de la prueba de Kolmogorov (normalidad en los datos) y la Prueba de Levene (homogeneidad de varianza). A través de los datos obtenidos mediante la prueba T (promedio, desviación estándar) se representó graficas de dispersión/puntos.

Las pruebas de U Mann Whitney y Kruskal Wallis fueron utilizadas para comprobar la heterogeneidad de los datos, así mismo, mediante esta prueba se logró detectar que no existe diferencias significativas entre los rasgos morfométricos y las zona de conservación. Estas

pruebas y las gráficas de dispersión/puntos se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 24.0 (Norman et al., 1968).

4. RESULTADOS

En el presente estudio se han obtenido los siguientes resultados, que se presentan detallados de acuerdo a los objetivos planteados:

4.1. Determinación de la diversidad de anuros en función del nivel de conservación (restauración, conservación y degradación) en la Reserva Biológica Tapichalaca

4.1.1. Riqueza observada

Se registró un total de 10 especies. En cada nivel de conservación el número de especies varía de tres a nueve; siendo el nivel conservado y el nivel restaurado los sitios con mayor riqueza registrada, con un total de 9 especies para cada zona, mientras que en el nivel degradado se registraron solamente 3 especies (Fig. 4).

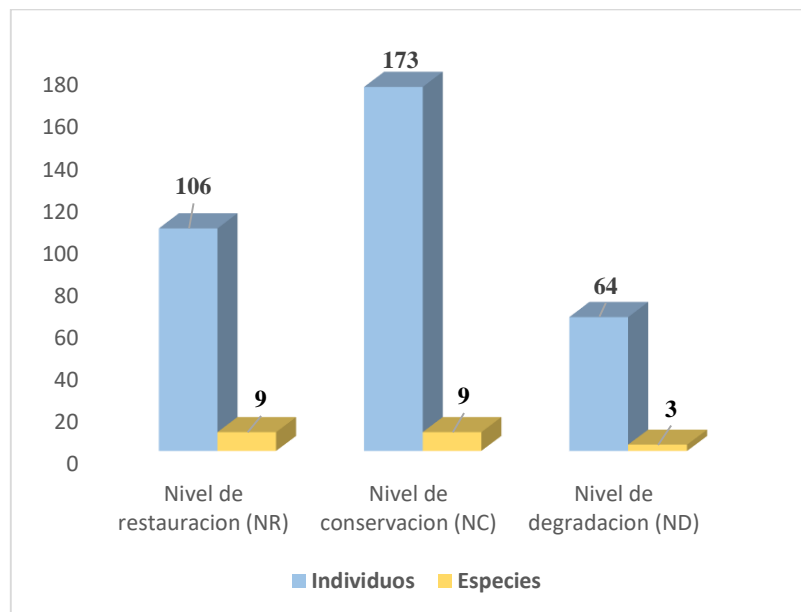


Figura 4. Número de individuos y especies por cada nivel de conservación.

Fuente: Elaboración propia

Según los estimadores de riqueza, en la zona restaurada se obtuvo una riqueza de 9 especies, lo que representa el esfuerzo de muestreo según los estimadores de: ICE del 74 %, de Chao1 del 75 % y de Jack1 un 77 %. El nivel conservado, por otra parte, presentó una riqueza de 9 especies y el esfuerzo de muestreo fue: de 91 % según el ICE, de 90 % para el Índice de

Chao1 y de 83 % para el Índice de Jack1. El nivel degradado obtuvo una riqueza observada de 3 especies, con porcentajes de 100 % para todos los índices calculados con respecto al esfuerzo de muestreo.

Para complementar los estimadores de muestreo se graficó la curva de acumulación de especies que se presenta en la fig. 5 que indica la tendencia de aparición de especies nuevas en relación al incremento de días de muestreo.

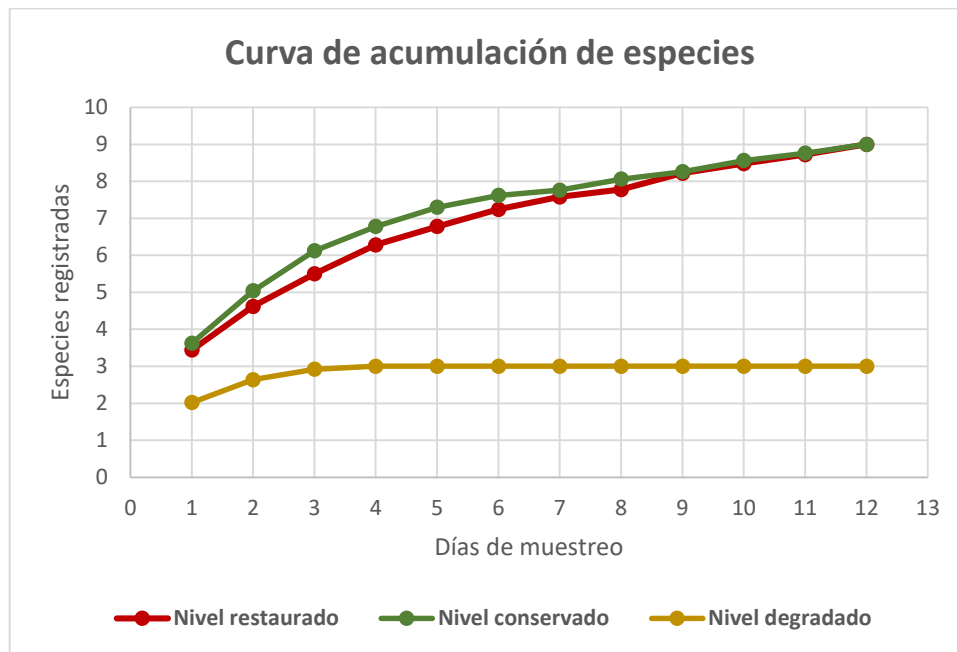


Figura 5. Curva de acumulación de especies en los tres niveles de conservación

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la fig. 5, en las zonas restaurada y conservada, en los ocho primeros días de muestreo el incremento fue de una especie por día, mientras que en la segunda semana (día 9 al 12) el incremento fue menor. Debido a que en los dos niveles de conservación muestreados no se encuentra estabilizada la curva por completo, se puede deducir que aún se pueden encontrar más especies conforme se incremente el número de días de muestreo. Para la zona degradada se observa que a partir del día 3 al 12 se estandariza la curva, la cual tiene una tendencia a estabilizarse lo que significa que no se encontrarían nuevas especies en la zona de estudio.

4.1.2. Abundancia

Se registraron 343 individuos. La anurofauna registrada muestra la presencia únicamente de la familia Strabomantidae y el género *Pristimantis*. De las 10 especies identificadas *Pristimantis* cf. *aquilonaris* y *Pristimantis galdi* (Jiménez de la Espada, 1870) son las especies más abundantes con el 44 % y 34 % respectivamente, mientras que las especies restantes no superan el 10 %. Se encontraron grupos de especies representadas por un solo individuo en toda la zona de estudio, *Pristimantis* gpp. *orestes* en la zona restaurada y zona conservada y *Pristimantis* aff. *versicolor* en la zona restaurada con un solo individuo. La abundancia por zonas, se tiene que ésta fluctúa entre 64 y 173 individuos; siendo el nivel conservado el sitio que concentra el valor más alto, seguido por el nivel restaurado y por último el nivel degradado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de individuos por especie y abundancia relativa de la anurofauna presente en los tres niveles de conservación de la reserva biológica Tapichalaca.

Familia	Especies	Zona restaurada	Zona conservada	Zona degradada	Total de individuos	Pi %
Strabomantidae	<i>Pristimantis andinognomus</i>	8	8	10	26	7,58
	<i>Pristimantis atratus</i>	7	6	9	22	6,41
	<i>Pristimantis cryptomelas</i>	3	5	0	8	2,33
	<i>Pristimantis galdi</i>	56	59	0	115	33,53
	<i>Pristimantis</i> cf. <i>aquilonaris</i>	25	82	45	152	44,31
	<i>Pristimantis</i> aff. <i>bellator</i>	4	1	0	5	1,46
	<i>Pristimantis</i> gpp. <i>orestes</i>	1	1	0	2	0,58
	<i>Pristimantis</i> aff. <i>andinognomus</i>	0	4	0	4	1,17
	<i>Pristimantis</i> aff. <i>versicolor</i>	1	0	0	1	0,29
	<i>Pristimantis</i> sp.	1	7	0	8	2,33
TOTAL	10 especies	106	173	64	343	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la fig. 6, *Pristimantis andinognomus* (Lehr y Coloma, 2008), *Pristimantis atratus* (Lynch, 1979) y *Pristimantis* cf. *aquilonaris* fueron registradas en los tres niveles de conservación. Por su parte, *Pristimantis cryptomelas* (Lynch, 1979), *Pristimantis*

galdi, *Pristimantis* aff. *bellator*, *Pristimantis* gpp. *orestes* y *Pristimantis* sp. se observaron en dos niveles (restaurado y conservado). Mientras que, las especies *Pristimantis* aff. *andinognomus*, *Pristimantis* aff. *versicolor*, fueron halladas en un solo nivel (conservado y restaurado), respectivamente.

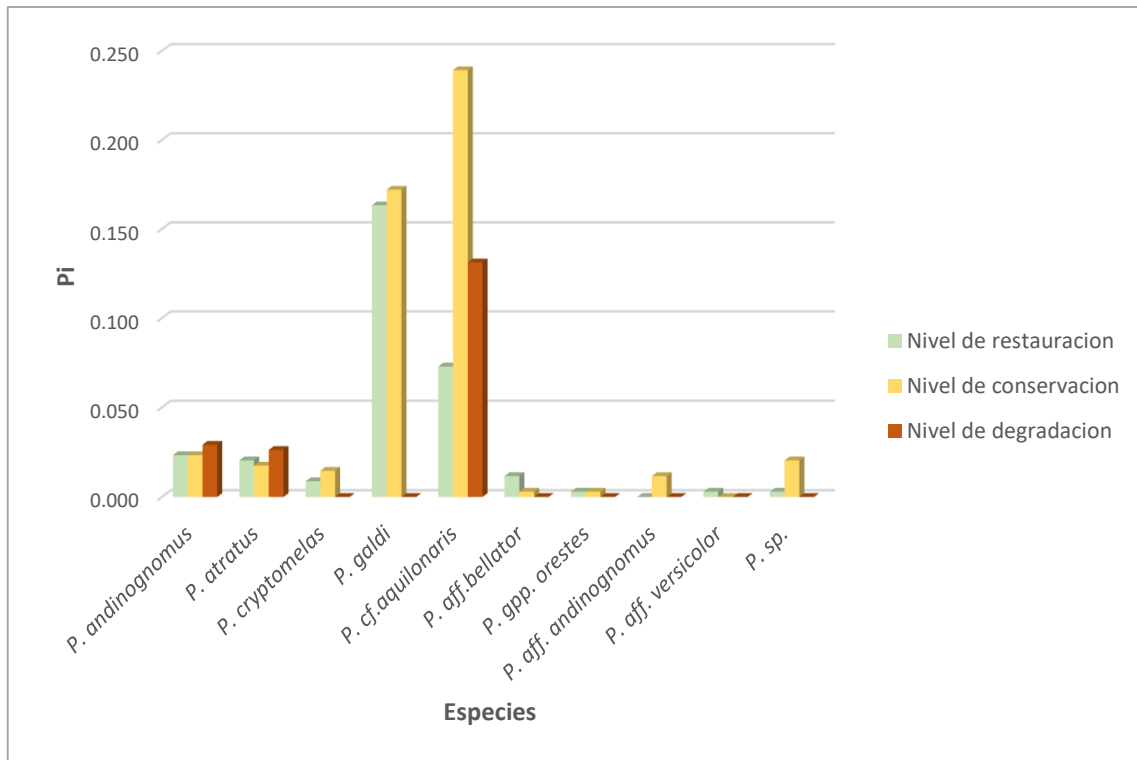


Figura 6. Abundancia relativa de las especies del género *Pristimantis* registradas en los tres niveles de conservación

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Diversidad de anuros

La diversidad de la anurofauna por sitios (restaurado, conservado y degradado), expresada según la medida de diversidad de Shannon-Wiever (H') y Simpson (D) muestra que el nivel restaurado obtuvo los valores más altos con respecto a las otras dos zonas (Cuadro 5).

De acuerdo al índice de Shannon y Simpson (Magurran, 1988), los tres niveles de conservación registraron valores que denotan una baja diversidad, mientras que el Índice de Simpson (Magurran, 1988) sugiere que en los tres sitios se cuentan con una dominancia media.

Cuadro 5. Diversidad de las comunidades de anuros en las zonas de conservación de la reserva

Zonas de conservación	Riqueza de especies	Abundancia	Índice de Shannon Wiever (H)	Índice de Simpson (D)
Restaurada	9	106	1,409	0,6527
Conservada	9	173	1,358	0,6525
Degradada	3	64	0,814	0,4614

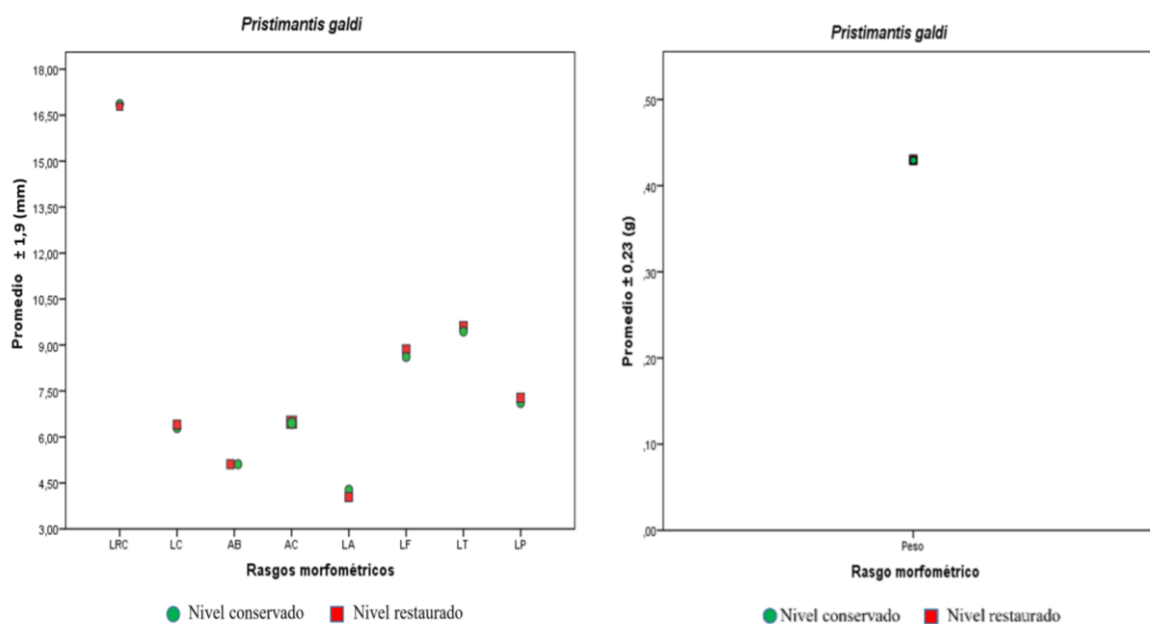
Fuente: Elaboración propia

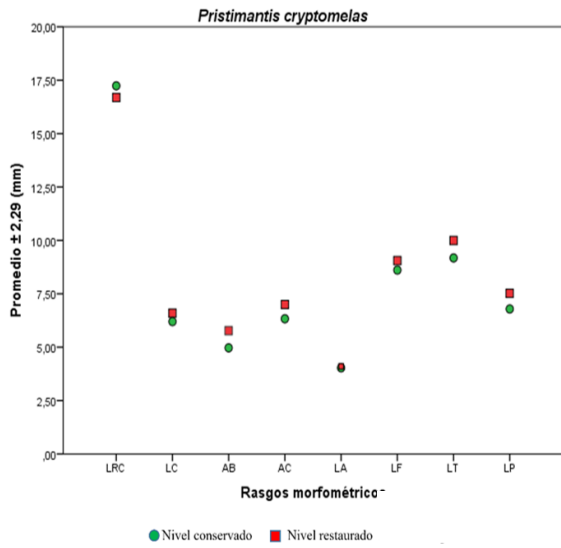
4.2. Determinación de la variabilidad morfométrica y las especies indicadoras para el monitoreo de restauración en la reserva

4.2.1. Variabilidad morfométrica

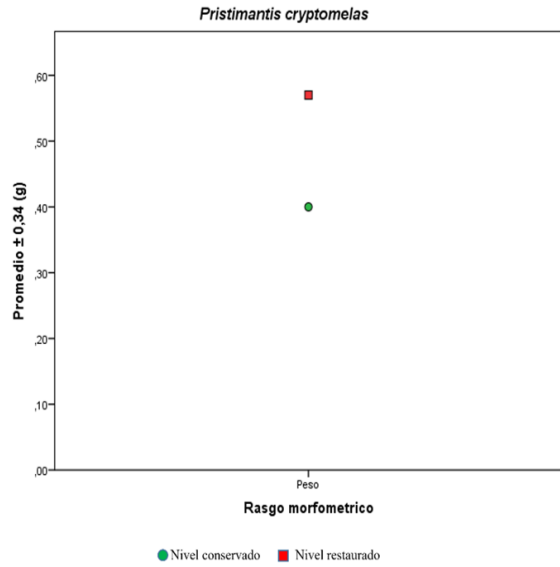
Las medidas morfométricas promedio obtenidas sobre un total de 343 individuos, pertenecientes a tres sitios (restaurado, conservado y degradado), se muestran en las figs. 7 a–j. En los casos de las especies que se registraron un solo individuo no se tomaron en cuenta, debido que no son representativas.

En base al análisis estadístico (Prueba de U Mann Whitney) los resultados (Anexo 3) indican en su mayoría que no existen diferencias significativas entre los rasgos morfométricos de los especímenes dentro de los tres niveles de conservación. Específicamente para *Pristimantis andinognomus* sí se observan diferencias significativas entre algunos rasgos morfométricos con respecto a los niveles de conservación del bosque.

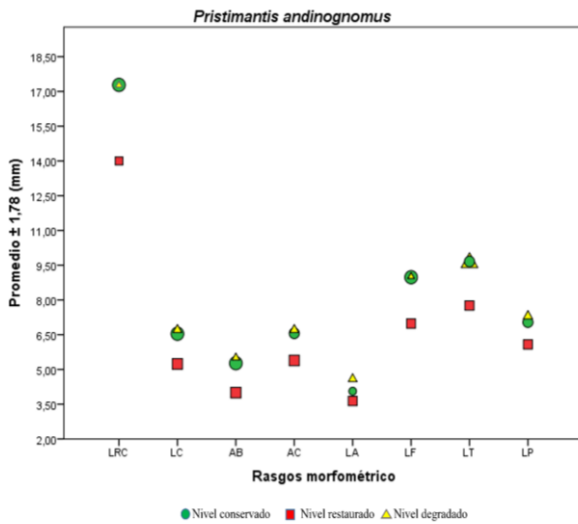




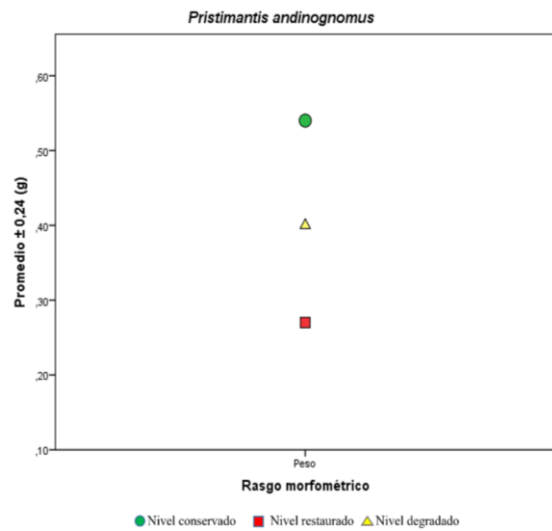
7 (c)



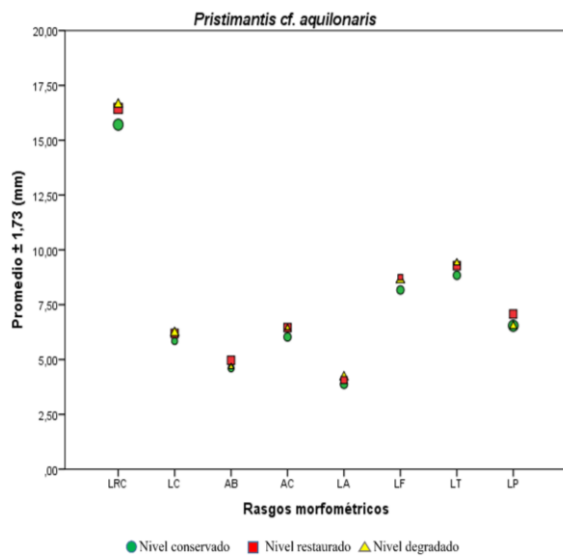
7 (d)



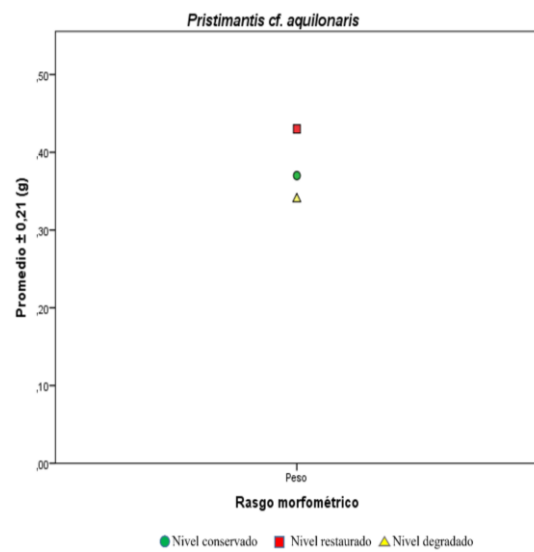
7 (e)



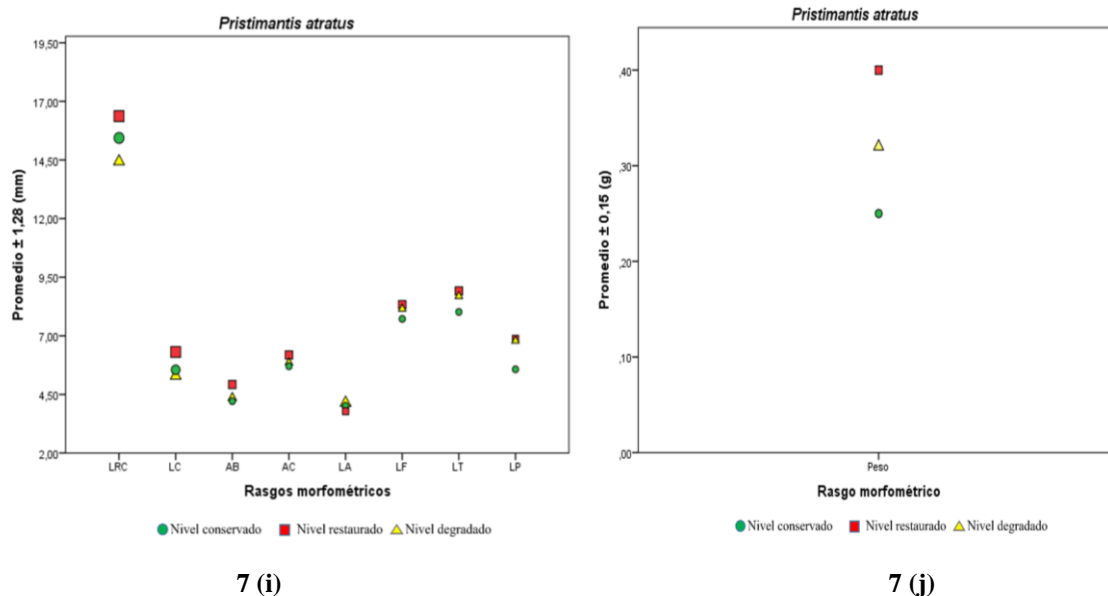
7 (f)



7 (g)



7 (h)



Figuras 7 a–j. Tamaño promedio de anuros de la Reserva Biológica Tapichalaca de a) *Pristimantis galdi*; *P. galdi*, peso; c) *P. cryptomelas*; d) *P. cryptomelas*, peso; e) *P. andinognomus*; f) *P. andinognomus*, peso; g) *P. cf. aquilonaris*; h) *P. cf. aquilonaris*, peso; i) *P. atratus*; j) *P. atratus*, peso. Longitud rostro- cloaca (LRC), longitud de cabeza (LC), ancho de boca (AB), ancho de cabeza (AC), longitud de antebrazo (LA), longitud de fémur (LF), longitud de pie (LP), longitud de tibia (LT) y peso (P).

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las figs. 7 a–j, el tamaño promedio del rasgo morfológico longitud rostro- cloaca (LRC), longitud de cabeza (LC), longitud de fémur (LF), longitud de pie (LP) y longitud de tibia (LT), en el nivel conservado y degradado presenta a *Pristimantis andinognomus* (7e y 7f) como la especie de mayor tamaño mientras que en el nivel restaurado esta especie es menor en relación a los niveles anteriormente mencionados. En cuanto a *Pristimantis galdi* (7a y 7b) y *Pristimantis cryptomelas* (7c y 7d) presentan similar tamaño entre los rasgos medidos para el nivel conservado y restaurado, la especie *Pristimantis cf. aquilonaris* (7g y 7h) mostró una estrecha diferencia en las tres zonas de estudio, mientras que *Pristimantis atratus* (7i y 7j) es mayor en la zona en proceso de recuperación en comparación a los dos niveles de conservación.

La especie que presenta una mayor medida del ancho de boca (AB) y ancho de cabeza (AC) es *Pristimantis cryptomelas* (7c y 7d) correspondiente a la zona en proceso de recuperación, seguido de *Pristimantis andinognomus* (7e y 7f) del nivel degradado y conservado. La especie con menor medida de AB y AC es *Pristimantis andinognomus* (7e y 7f) de la zona en proceso de recuperación y *Pristimantis atratus* (7i y 7j) de la zona conservada y degradada.

En cuanto al rasgo longitud de antebrazo (LA) en el nivel degradado, la especie con un tamaño superior es *Pristimantis andinognomus*, en la zona conservada *Pristimantis galdi* y en la zona restaurada *Pristimantis cryptomelas*.

4.2.2. Especie indicadora para el monitoreo de la restauración ecológica

De las diez especies registradas se seleccionó *Pristimantis galdi*, debido a que cumplió con seis de los siete criterios de evaluación, alcanzando un porcentaje del 79 %, señalándola como un buen indicador. A continuación, en el Cuadro 6, se pueden observar los porcentajes alcanzados por cada especie.

Los criterios evaluados (Cuadro 3) fueron calificados bajo la información tomada de Jiménez de la Espada, 1870; Lynch, 1979; Lynch y Duellman, 1980; Wiens, 1992; Duellman y Pramuk, 1999; Rodríguez et al., 2004; Lehr, 2007; Duellman y Lehr, 2009; Hedges et al., 2008; Lehr y Coloma, 2008; Ramirez et al., 2009; Yanez et al., 2010; Guayasamin y Arteaga, 2013; Ron, 2018; UICN, 2017; Yáñez- Muñoz et al., 2018.

Cuadro 6. Calificación de los criterios para la selección de especies indicadoras

ESPECIES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN							TOTAL	%
	1	2	3	4	5	6	7		
	Historia natural bien conocida	Abundantes	Fácil observación y manipulación	Taxonomía bien conocida	Especies con amplia distribución	Presente en diferentes hábitats	Sensibles a cambios de hábitat		
<i>Pristimantis andinognomus</i>	1	0	0	0	0	6	7	14	50
<i>Pristimantis atratus</i>	1	0	3	0	0	6	7	17	61
<i>Pristimantis cryptomelas</i>	1	0	0	0	5	0	7	13	46
<i>Pristimantis galdi</i>	1	2	3	4	5	0	7	22	79*
<i>Pristimantis cf. aquilonaris</i>	0	2	0	0	5	6	7	20	71
<i>Pristimantis aff. bellator</i>	1	2	0	4	5	0	0	12	43
<i>Pristimantis gpp. orestes</i>	0	0	0	0	5	5	7	17	61
<i>Pristimantis aff. andinognomus</i>	1	0	0	0	0	6	7	14	50
<i>Pristimantis aff. versicolor</i>	1	0	3	0	5	0	0	9	32

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la fig. 8 se presenta una ficha técnica de la posible especie indicadora sensible a cambios en el ambiente para el monitoreo de la restauración ecológica a largo plazo. La ausencia de la especie *Pristimantis galdi* en la zona degradada posiblemente puede indicar la magnitud del impacto ambiental en la que encuentra el ecosistema.

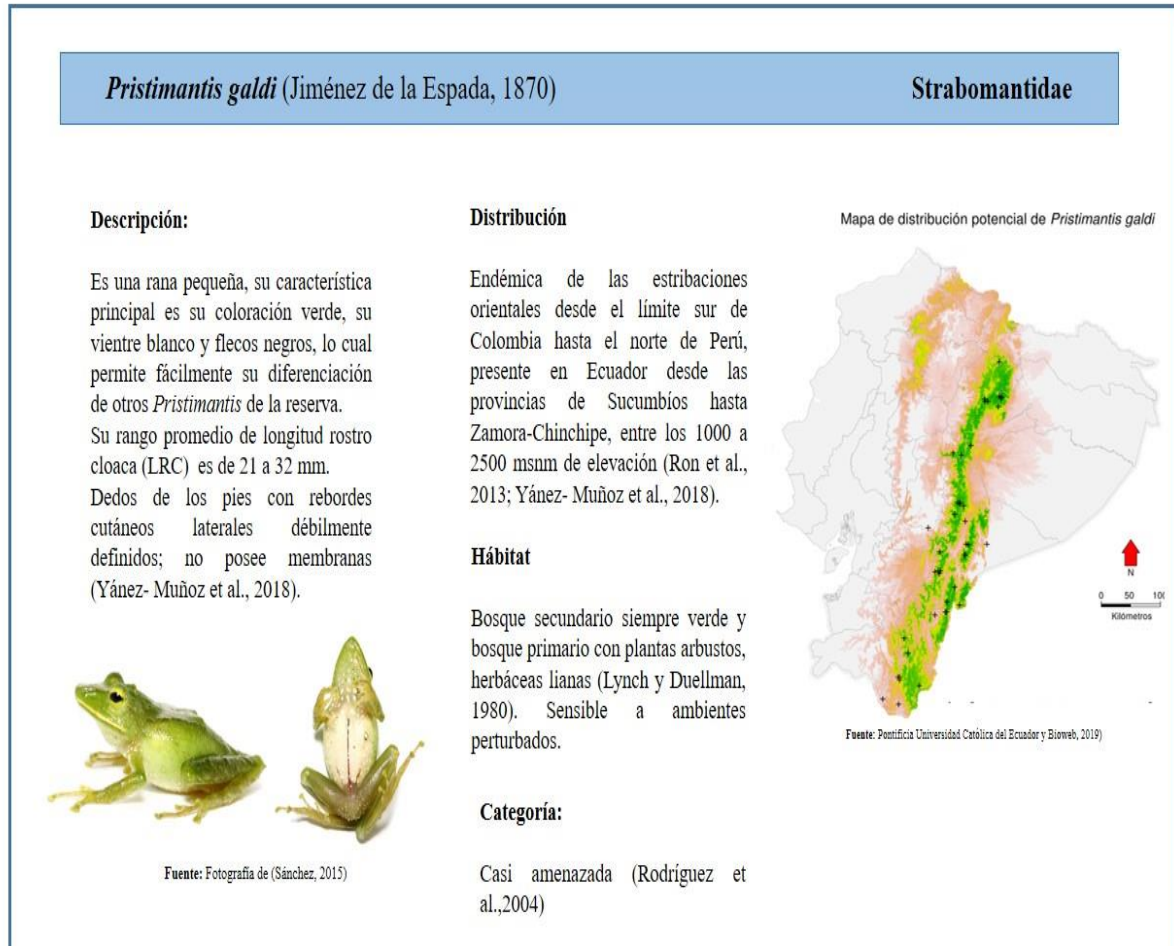


Figura 8. Historia natural de la especie que, después de la investigación, resultó seleccionada como posible especie indicadora para el monitoreo de la restauración ecológica en los tres niveles de conservación de la Reserva Biológica Tapichalaca.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Relación entre la diversidad de anuros y los niveles de conservación en la Reserva Biológica Tapichalaca

El análisis de la prueba de Kruskal Wallis no mostró diferencias significativas ($p= 0,065$) entre la riqueza de especies y los diferentes niveles de conservación, debido a que las especies registradas fueron las mismas en las dos zonas (conservada y restaurada) sin embargo, esta prueba mostró diferencia significativa ($p= 0,027$) entre la abundancia y los diferentes niveles

de conservación, en donde del 100 %, la zona conservada representa 50 % , zona restaurada 31 % y zona degradada con un 19 % de individuos de anuros.

Como puede observarse en la fig. 9, tanto la zona restaurada como la conservada, tiene un comportamiento muy similar en cuanto a su diversidad; sin embargo, la zona degradada es evidentemente diferente a las otras dos zonas, ya que los procesos ecológicos que allí posiblemente se han dado han permitido el desarrollo y adaptación únicamente de dos o tres especies, indicando que el hábitat es homogéneo en su conjunto, no así las zonas restaurada o conservada, cuya heterogeneidad está dada por ocho y nueve especies, respectivamente. En cuanto a la abundancia de individuos está en mayor proporción en la zona conservada y finalmente la zona degradada registra menor riqueza y abundancia de especies.

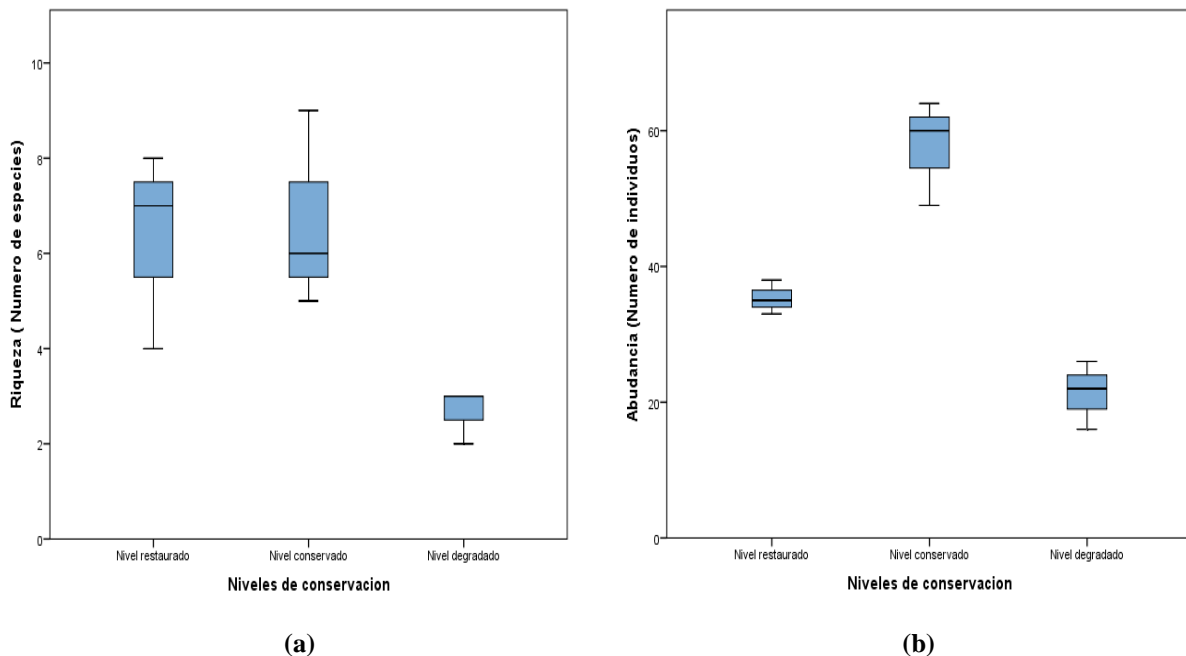


Figura 9. Diagrama de caja y bigote para la riqueza (a) y abundancia (b) de familias en los tres niveles de conservación de la reserva.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Índice de similitud entre los tres niveles evaluados en la Reserva Biológica Tapichalaca

En el Cuadro 7 se observa que el nivel restaurado y conservado tienden a compartir especies entre sí y por lo tanto es mayor su índice de similitud, es decir, estas dos zonas tienen más especies en común, mientras que el nivel degradado presenta menos similitud con cualquiera de los niveles anteriormente mencionados.

Cuadro 7. Coeficiente de similitud de Jaccard.

	Nivel restaurado	Nivel conservado	Nivel degradado
Nivel restaurado	1	0,8	0,33
Nivel conservado	0,8	1	0,33
Nivel degradado	0,33	0,33	1

Fuente: Elaboración propia

Las especies compartidas entre los diferentes niveles son: *Pristimantis andinognomus*, *Pristimantis atratus* y *Pristimantis cf. aquilonaris*. Los niveles restaurado y conservado comparten las seis especies restantes *Pristimantis cryptomelas*, *Pristimantis galdi*, *Pristimantis aff.bellator*, *Pristimantis gpp. orestes* y *Pristimantis sp.*

5. DISCUSIÓN

En el presente estudio se obtuvieron un total de 343 individuos del orden Anura, con una sola familia Strabomantidae representada por el género *Pristimantis* (ranas cutín) lo que representa en Ecuador, el género con mayor número de especies endémicas, (Ron et al., 2016). La mayor concentración de especies de ranas *Pristimantis* ocurre en los bosques andino montanos (Lynch, 1997; Duellman, 2009), sin embargo, la creciente fragmentación de los hábitats naturales ha puesto en peligro de extinción a numerosas especies (Ron et al., 2011; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 2012). Según Yáñez et al. (2013) los anuros reportados en la RBT son el grupo más diverso (20 sp.). El total de especies se agrupa en cinco géneros y cuatro familias. La comunidad de anfibios está dominado por una elevada fauna de ranas terrestres (Strabomantidae) que concentra el 81 % de la riqueza total.

La zona investigada en esta ocasión también fue objeto de estudio por (Ramírez et al., 2009), en aquel tiempo la Reserva Biológica Tapichalaca registró 27 especies, lo que puede deberse a que se abarcó una mayor área de estudio comprendiendo el páramo, bosque de niebla y bosque de niebla subtropical, con una altitud que oscila entre 1850 a 3300 msnm, mientras que el presente estudio fue realizado a una altitud entre 2500 a 2620 msnm y se abarcó una superficie mucho menor. Al referirse únicamente al Bosque de neblina (2500 a 2800 msnm), la familia Strabomantidae es dominante, siendo el género *Pristimantis* el de mayor abundancia sobre este gradiente. Ramírez et al. (2009) registró 16 especies en comparación al presente estudio en el que se obtuvo un total de 10 especies, esto puede deberse al tiempo y días de muestreo

asignados en cada estudio. Las especies encontradas en los tres niveles de conservación aparentemente seleccionan microhábitats similares, pues se observó que los especímenes registrados se posan en hojas de helechos y hierba; corroborando así que los sustratos de mayor frecuencia de uso son las hojas. La especie *Pristimantis galdi* en el estudio realizado por Yáñez et al. (2013) y en la presente investigación resultó ser la más representativa en el área de estudio en dos niveles de conservación (restaurado y conservado).

En lo que se refiere a la diversidad de anuros en el área de estudio, se obtuvo el valor por cada transecto muestreado, lo que indica que entre el nivel restaurado y el nivel conservado no existen diferencias significativas en comparación con el nivel degradado. La zona en proceso de restauración es la que presentó una mayor diversidad de especies de anuros ($H= 1,409$ y $D= 0,6527$). Esta zona pertenece a un área de vegetación secundaria con ejemplares como laurel, sangre de drago, matico y cinchona, entre otras (Astudillo y Mendoza, 2010). La supuesta mayor diversidad en este nivel se atribuye a que la anurofauna tiende a adaptarse en lugares de restablecimiento de la cobertura vegetal y específicamente donde se ha removido plantas invasoras, influenciando así positivamente la abundancia y diversidad de anuros (Urbina, 2011). Los Índices de Shannon en las tres zonas sugieren una baja diversidad, mientras que los Índices de Simpson muestran una dominancia media en los tres niveles de conservación, esto coincide con los resultados de Catenazzi y Rodríguez (2001) que registraron una diversidad baja en ecosistemas andinos. Esto indica que a pesar de que se encontraron diez especies, no existe una distribución equitativa de la abundancia, ya que dicha distribución de individuos está concentrada en pocas especies, la cual da como resultado una dominancia media, las mismas que ejercen una presión sobre las demás.

En cuanto a la riqueza en cada una de las zonas estudiadas (zona restaurada y zona conservada), no existen diferencias significativas en el número de especies e individuos, esto se debe a que el área en general presenta una vegetación similar, y la diferencia altitudinal entre cada transecto es mínima; además la variación de la riqueza depende de la interacción de los factores climáticos (temperatura y humedad), y estabilidad del entorno. Hay que destacar que el nivel restaurado y el nivel conservado reúnen la mayor parte de las especies registradas en el estudio, debido a que la mayoría de especies hacen mayor selección de zonas donde existe más heterogeneidad ambiental, con una estructura vegetal sólida, compuesta principalmente de vegetación arbustiva y herbácea. Para el nivel degradado fue diferente la riqueza debido a que solo se registraron tres especies, esto principalmente de debe a que existe poca disponibilidad de recursos, lo que impide el desarrollo y adaptación de las mismas en lugares perturbados.

El gráfico de la curva de acumulación de especies (Figura 5) expresa que tanto en el nivel restaurado como en el conservado se pueden encontrar más especies conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo. Las zonas restaurada y conservada presentaron la mayor riqueza de especies de anuros, los estimadores consideraron una eficiencia de muestreo relativamente alta (75 % en promedio de los distintos estimadores utilizados), tomando en cuenta que Jack1 estimó el porcentaje más alto de eficiencia de muestreo (77 %) en comparación con los dos restantes. Para la zona conservada se obtuvo un promedio de 88 % entre los distintos estimadores utilizados), en donde ICE estimó el porcentaje más alto (91 %) de efectividad de muestreo.

Respecto a la variabilidad morfométrica en su mayoría no existen diferencias significativas entre los rasgos morfométricos de los especímenes en los tres niveles de conservación (Anexo 3), debido a que existe una amplia diferenciación ambiental, es decir, diferentes microhábitats que pueden favorecer diferentes tipos morfológicos (Narins y Smith 1986) y diferentes factores ambientales como clima, temperatura, precipitación, humedad relativa, entre otros. Al aplicar la prueba U Mann Whitney se evidencia que existen ciertas diferencias significativas en los rasgos morfométricos: longitud rostro cloaca (LRC), longitud de cabeza (LC), ancho de boca (AB), ancho de cabeza (AC), longitud de fémur (LF) y longitud de tibia (LT) de *Pristimantis andinognomus* entre las zonas de conservación restaurada y degradada.

El tamaño promedio de los rasgos morfométricos longitud rostro- cloaca (LRC), longitud de cabeza (LC), longitud de fémur (LF), longitud de pie (LP) y longitud de tibia (LT), el nivel conservado y degradado presenta a *Pristimantis andinognomus* como la especie de mayor tamaño mientras que en el nivel restaurado esta especie es menor en relación a los niveles anteriormente mencionados. En cuanto a *Pristimantis galdi* y *Pristimantis cryptomelas* presentan similar tamaño entre los rasgos medidos para el nivel conservado y restaurado, *Pristimantis cf. aquilonaris* mostró una estrecha diferencia en las tres zonas de estudio, mientras que *Pristimantis atratus* es mayor en la zona en proceso de recuperación en comparación a los dos niveles. Es importante mencionar que *Pristimantis atratus* y *Pristimantis cf. aquilonaris* en el nivel degradado se encontraron individuos con un tamaño muy reducido, debido a que la disponibilidad de microhábitat en esta zona indudablemente no es la misma en comparación a los otros dos niveles (restaurada y conservada), estos aspectos están influyendo directamente, ya que están expuestos a una mayor disponibilidad de luz que esto se da principalmente por la falta de cobertura foliar, posee baja humedad, poca vegetación y con ello

poca presencia de recursos alimenticios, lo que dificultaría la adaptabilidad y crecimiento de anuros en dicho nivel degradado. Según Delgado y Restrepo (2008) el tamaño corporal de los individuos puede ser menor en zonas perturbadas debido a que la falta de disponibilidad y calidad de recursos alimenticios, escasa vegetación impiden el desarrollo y crecimiento de los individuos.

La especie *Pristimantis galdi* fue establecida como un buen indicador biológico, debido a que cumple con la mayoría de criterios de evaluación a los que fue sometida. Estos individuos son fáciles de observar e identificar por su tamaño y coloración muy peculiar, presenta una amplia distribución y abundantes, por estas razones es propuesta como un buen indicador para el monitoreo de restauración ecológica. Esta especie se caracteriza por habitar en bosque secundario siempre verde y bosque primario con plantas herbáceas, arbustos y lianas (Lynch y Duellman, 1979). Son muy sensibles a ambientes perturbados, lo que dificultaría su adaptación en ambientes alterados (UICN, 2012).

Al considerar una sola especie como bioindicador no siempre funciona de manera tan directa, debido a que la mayoría de las especies se presentan en un mismo tiempo y lugar, lo cual difieren en sus requerimientos de hábitat e historias de vida y, por consiguiente, pueden responder de manera independiente a los cambios ambientales (Salinas y Veintimilla, 2010). Esto último implica que en muchos casos una especie pueda no ser buena indicadora de un ensamble o comunidad, de allí que una alternativa, sea considerar a un conjunto multi-específico de indicadores (Molina et al. 2006), es por esto que se recomienda considerar a *Pristimantis cf. aquilonaris* y *Pristimantis atratus* como bioindicadores complementarios a la especie *Pristimantis galdi*, debido a que cumplen con 4 de los 7 criterios de evaluación considerados. Principalmente se trata de especies que son sensibles a los cambios de hábitat, siendo así posibles indicadoras de lugares alterados o presentar alguna respuesta medible de un sistema sometido a determinado estrés o condición ambiental (Goodsell et al, 2009).

En cuanto al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre la riqueza de anuros y los niveles de conservación evaluados, considerando entonces que no hay relación entre la diversidad de especies de anuros y los niveles de conservación. Para el nivel restaurado y conservado se obtuvo un total de nueve especies en comparación con el nivel degradado en el cual se registraron solamente tres. Por otro lado, se mostró diferencias significativas entre la abundancia de anuros y las zonas de conservación ($p=0,027$). La zona conservada y restaurada presentan el mayor número de individuos, en comparación con la zona degradada, donde se

obtuvieron 64 individuos, siendo la zona conservada la de mayor proporción de individuos (173 individuos). Esto se debe principalmente a que la zona conservada y restaurada posee mayor diversidad de especies, debido a que estas zonas se caracterizan por presentar un alto número de especies arbóreas y arbustivas, favoreciendo el desarrollo y adaptación de la anurofauna.

La composición de las comunidades de especies entre las zonas restaurada y conservada presentó cierta similitud, es decir, comparten especies en común entre estas dos zonas, con todo esto se puede decir que, en la zona en proceso de restauración se ha ido recuperando, la cobertura vegetal influenciando positivamente en la abundancia y diversidad de anuros. El nivel restaurado y conservado son lugares más oscuros y mejor conservados, con un alto grado de humedad. Existen tres especies comunes en los tres niveles (*Pristimantis andinognomus*, *P. atratus*, y *P. cf. aquilonaris*), siendo la zona restaurada y conservada las de mayor número de especies y el nivel degradado el de menor cantidad, debido a que presenta mayor exposición a la luz, menos cobertura vegetal y mayor grado de intervención.

6. CONCLUSIONES

- La diversidad de anuros de las tres zonas de conservación analizadas en la Reserva Biológica Tapichalaca es baja con algunas especies que dominan frente a las demás, en donde la falta de equitatividad en la composición de especies de estas zonas (conservada y restaurada) hace que la diversidad sea baja
- Las zonas que presentaron una mayor riqueza de especies fueron la zona restaurada y conservada, debido a que la mayoría de especies tienen mayor adaptabilidad en zonas donde existe una mayor heterogeneidad ambiental.
- *Pristimantis galdi* se considera como la posible especie indicadora más apropiada para el monitoreo de la restauración ecológica, por cumplir con la mayoría de criterios de evaluación establecidos (abundantes, fácil manipulación, amplia distribución y observación, etc.), además se puede considerar a *Pristimantis* cf. *aquilonaris* y *Pristimantis atratus* como bioindicadores complementarios a *Pristimantis galdi*, debido a que se trata de especies que son sensibles a los cambios de hábitat, siendo así posibles indicadoras de lugares alterados o presentar alguna respuesta medible de un sistema sometido a determinado estrés o condición ambiental.
- Los rasgos morfométricos de anuros no están directamente relacionados con los diversos niveles de conservación debido a que existe una estrecha diferenciación ambiental, lo contrario sucedería que si existirían diferentes microhábitats, esto favorecería diferencias en los rasgos morfológicos.
- La riqueza no se relaciona con los niveles de conservación, indicando así que la diversidad de anuros es independiente de las zonas estudiadas; sin embargo, se encontró relación entre la abundancia y las zonas de conservación, debido posiblemente a la disponibilidad de especies arbóreas y arbustivas, favorecen el desarrollo y adaptación de anuros.
- La similitud entre los tres niveles evaluados es baja, debido a las diferentes condiciones que existen entre ellos, la zona degradada es un lugar con mayor exposición a la luz, menos cobertura vegetal, menor humedad y mayor grado de intervención, mientras que el nivel restaurado y conservado son lugares más oscuros y mejor conservados, con un alto grado de humedad, por lo que hace que estos niveles alberguen un mayor número de especies.

7. RECOMENDACIONES

- Extender las investigaciones, para conocer con mayor certeza la estructura y composición de la anurofauna en la Reserva Biológica Tapichalaca.
- Realizar mediciones de las variables de microhábitats (humedad, cobertura vegetal, niveles de sombra, etc.) para obtener un análisis estadístico específico, conociendo como éstas influyen en la diversidad de anuros.
- Se recomienda a los futuros investigadores utilizar los resultados obtenidos en el presente estudio como línea base para el monitoreo a largo plazo de la restauración ecológica por medio de anuros como indicadores ambientales.
- Tener en cuenta el empleo de métodos complementarios para obtener un mayor número de individuos y especies en los sitios de estudio.
- Realizar muestreos en las épocas seca y lluviosa con la finalidad de conocer si la presencia de anfibios está en función de los factores climáticos.
- Realizar nuevos estudios que incluyan la relación de las variaciones morfométricas con los diferentes tipos de hábitat.
- Generar información sobre el área de estudio en lo referente a mapas, principalmente de cobertura vegetal.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. y Ramirez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres* (Primera Ed). Bogota, Colombia. 250 pp.
- Aguirre, Z. (2006). Biodiversidad Ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 76 pp.
- Aguirre, N., Torres, J. y Velasco, P. (2013). Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos del Antisana. Quito, Ecuador. 64pp.
- Aguirre, N. y Torres, J. (2013). Monitoreo de las estrategias para la restauración ecológica del páramo degradado de la Unidad Hidrográfica Jatunhuaycu. FONAG. Quito, Ecuador. 26pp
- Albuja, L. y Merizalde, C. (2012). Zoología Vertebrados. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- AmphibiaWeb. (2017). University of California, Berkeley, CA, USA. Disponible en: <https://amphibiaweb.org>.
- Andrade, G. y Castro, L. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia Invitación a una interpretación socioecológica. *Ambiente Y Desarrollo*, 16(30), 53–54pp.
- Angulo, A., Rueda, J. y Rodríguez, J. (2006). *Técnicas de Inventario y monitoreo para los anfibios de la region tropica andina*. D.C: Conservación Internacional. Bogotá, Colombia. 150pp.
- Aronson, J., Milton, S. y Blignaut, J. (2007). Restoring Natural Capital: Definitions and rationale. Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice. Island Press, Washington, D. C. EE.UU.
- Ashanka, S. (2013). *Plan De Manejo Del Bosque Shuar*. Facultad de Ciencias Econòmicas y Administrativa. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 122pp.
- Astudillo, C. y Mendoza, C. (2010). *Uso de hábitat y biología reproductiva del *Pyrrhura albipectus* (perico pechiblanco), en la Reserva Tapichalaca, Valladolid, Zamora*

- Chinchipe*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 73pp.
- Basset, Y., Mavoungou, J., Mikissa, J., Missa, O., Millar, S., Kitching, R. y Alonso, A. (2004). Discriminatory power of different arthropod data sets for biological monitoring and anthropogenic disturbance in tropical forest. *Biodiversity and Conservation*. 13: 709-732pp.
- Ballengée, B. y Sessions S. (2009). Explicación de las extremidades faltantes en anfibios deformados. *Revista de zoología experimental* 312 (7B): 770-779pp.
- Becerra, D. (2014). *Monitoreo de la vegetación plantada de un área en proceso de restauración ubicada en predios del bioparque La Reserva (Municipio de Cota, Cundinamarca)*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- Benayas, R. (2010). Restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos Guión If Further research is needed . 91pp.
- Bolaños, F., Castro, F., Cortez, C., De la Riva, I., Grant, T., Hedges, S. B. y Young, B. (2008). Amphibians of the Neotropical realm. *Threatened Amphibians of the World*, (January), 92–99pp.
- Bravo, E., (2013). La Biodiversidad del Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. 147pp.
- Campos, F., Moraes, R., Llorente, G. y Mirco S. (2017). Conservación rentable de la ecología y evolución de los anfibios. *La ciencia avanza*, 3 (6).
- Cando, C. (2004). *Evaluación biológica de micromamíferos voladores en la zona de influencia de la vía Borja-Sumaco, cantón Quijos*. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador. 83pp.
- Catenazzi, A. y Rodríguez, L. (2001). Diversidad, distribución y Abundancia de Anuros en la parte alta de la reserva de Biosfera del Manu. Rodríguez, L. (Ed). 2001. Manu y Otras experiencias de investigación y Manejo de Bosques Neotropicales. Oficina de Ciencia y Tecnología de la Unesco. Perú.
- Carrillo, L. (2008). Guía informativa Global. Arca de los anfibios, 1, 64pp.

- Caro, C., Quinteros, Z., y Mendoza, V. (2007). Identificación de Indicadores de Conservación para la Reserva Nacional de Junín, Peru. *Ecología Aplicada*, 6(1,2). Lima, Perú. 8pp.
- Chanson J., Hoffman M., Cox N. y Stuart S. (2008) The state of the world's amphibians. *Threatened Amphibians of the World*, eds Stuart S. N., Hoffman M., Chanson J. S., Cox N. A., Berridge R. J., Ramani P., & Young B. E. IUCN, Conservation International, Barcelona, pp. 33–52pp.
- Chaparro, J., Pramuk, J. y Gluesenkamp, A. (2007.) A New Species of Arboreal *Rhinella* (Anura: Bufonidae) from Cloud Forest of Southeastern Peru. *Herpetologica*, 63(2), 203–212pp.
- Coloma, L., Guayasamin, J. y Menéndez, P. (eds). (2014). Lista Roja de Anfibios de Ecuador. *AnfibiosWebEcuador*. Fundación Otonga. Quito, Ecuador.
- Conciencia Eco. (2012). Las mayores amenazas de los ecosistemas. *Revista Digital sobre Cultura Ecológica*. Madrid, España.
- Corporación Suna Hisca. (2003). Componente Biofísico. Fauna-Anfibios y Reptiles- Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes. Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes., 334–370pp.
- Cogalniceanu, D., Székely, D., Székely, P., Armijos, D., Aguirre, N. y Yáñez, M. (2016). Amphibians of Reserva Buenaventura, El Oro Province, Ecuador. *El Oro*.
- Colwell, R. K. (2016). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples: User's Guide and application*.
- Dale V. y Beyeler, S. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*. Universidad de Illinois. 1: 3-10pp.
- Delgado, A. y Restrepo, C. (2008). The contribution of habitat loss to changes in body size, allometry, and bilateral asymmetry in two *Eleutherodactylus* frogs from Puerto Rico. *Conservat. Biol.* 22: 773-782pp.
- Duellman, W.E. y L. Trueb. (1994). *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.

- Duellman W. E. (1999) Distribution patterns of amphibians in South America. Patterns of Distribution of Amphibians. A Global Perspective., ed Duellman W. E. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. 255-328pp.
- Duellman, W. y Pramuk, J., (1999). Frogs of the Genus *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) in the Andes of Northern Peru. Scientific Papers, Natural History Museum, The University of Kansas. Kansas, Estados Unidos. 13:1-78pp.
- Duellman, W. y Lehr, E. (2009). Terrestrial breeding frogs (Strabomantidae) in Peru. NTV Science. Germany: 382 pp.
- El Nuevo día. (2019). Un hongo está extinguiendo a varias especies de anfibios en todo el mundo. Ciencia. Disponible en: <https://www.elnuevodia.com/ciencia/ciencia/nota/unhongoestaextinguiendoavariaspeciesdeanfibiosentodoelmundo-2484990/>.
- El Universo. (2015). Inventario de anfibios suma 5 especies más en Ecuador. Ecología. Periódicos Asociados de Latinoamérica. Ecuador. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/vida-estilo/2015/01/25/nota/4474801/inventario-anfibios-suma-5-especies-mas>
- El Universal. (2019). El hongo culpable de la extinción de 90 especies de anfibios. Compañía Periodística Nacional S. A. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/el-hongo-culpable-de-la-extincion-de-90-especies-de-anfibios>
- Frost, R. (2017). Especies de anfibios del mundo: una referencia en línea. Versión 6.0. Museo Americano de Historia Natural. Nueva York, Estados Unidos..
- Fundación Jocotoco, F. (2018). Reserva Biológica Tapichalaca.
- Galeano, P., Urbina, J., Gutierrez, C., Rivera, C. y Paez, V. (2006). Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento. Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad. Bogotá, Colombia.
- García, A., Raimundo, M., Eduardo, O., Aguirre, J., Almodóvar, A., Alonso, J. y Víctor, M. (2012). Prácticas de Zoología Estudio y diversidad de los Vertebrados Aves y Mamíferos. *Reduca (Biología). Serie Zoología.*, 5(3), 1–26pp.

- Garin, C. y Hussein, Y. (2013). Guía de Reconocimiento de Anfibios y Reptiles de la Región de Valparaiso - SAG. Chile: Ministerio de Agricultura.
- Gibbons, J., Scott, D., Ryan, T.J., Buhlmann, K., Tuberville, T., Metts, B., Greene, J., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S. y Winne, C. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déja Vu Amphibians. *BioScience* 50: 653-666pp.
- Gomes, F., Rezende, E., Grizante, M. y Navas, C. (2009). The Evolution of Jumping Performance in Anurans: Morphological Correlates and Ecological Implications. *Evolutionary Biology*, 22, 1088-1097pp.
- Gómez, Y. y Moreno, C. (2017). La diversidad funcional en comunidades animales : una revisión que hace énfasis en los vertebrados La diversidad funcional en comunidades animales : una revisión que hace énfasis en los vertebrados. *Animal Biodiversity and Conservation* 40.2, 2, 165–174pp.
- González-Oreja, J., de la Fuente-Díaz-Ordaz, A., Hernández, L., Buzo, D. y Bonache, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*. España. 15pp.
- González, N., Ochoa, S., Pozo, C., Ferguson, B., Rangel, L., Arriaga, S. y Kampichler, C. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica Noel. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1433–1451pp.
- Guayara, M. y Bernal, M. (2012). Fecundidad y fertilidad en once especies de anuros colombianos con diferentes modos reproductivos. Universidad Nacional de Colombia. Ibagué, Colombia. (Vol. 34).
- Guayasamín, J. y Arteaga, A. (2013). A new species of the *Pristimantis orestes* group (Amphibia: Strabomantidae) from the high Andes of Ecuador, Reserve Mazar. Quito, Ecuador. 12pp.
- Halfpeter, G. y Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gama. En: Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gama. Monografías Tercer Milenio, Vol. 4 SEA. Zaragoza. 5–18pp.

- Hahn-vonHessberg, C., Toro, R., Grajales, D., Duque, G. y Serna, L. (2009). Determinación de la Calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. Boletín científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 13(2), 89–105pp.
- Handrigan G., Haas A. y Wassersug R. (2007). Renacuajos de cola ósea: el desarrollo de vértebras caudales supernumerarias en megofiridos larvales (Anura) *Evol Dev*; 9 : 190–202pp.
- Hedges, S., Duellman, W. y Heinicke, M., (2008). New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): Molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa* 1737:1-182.
- Heyer, R., Donnelly, M., McDiarmid, R., Hayeko, L. y Foster, M. (Eds). (2001). Medición y monitoreo de la diversidad Biológica. Métodos estandarizados para anfibios. Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina. 80–86pp.
- Jiménez de la Espada, M. (1870). Fauna neotropicalis species quaedam nondum cognitae. *Jornal de Sciências, Matemáticas, Physicas e Naturaes*, 3:57-65pp.
- Jiménez, C., Torres, R. y Corcuera, P. (2010). Biodiversidad: Una alerta. *Casa Del Tiempo UAM*, 3(36), 9–16pp.
- Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C. y Stolton, S. (2014). Restauración Ecológica para Áreas Protegidas: Principios, directrices y buenas prácticas. Gland, Suiza. 118pp.
- Kruskal, W. y Wallis, W.(1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association* 47 (260): 583–621pp.
- Lamb, D., Andrade, A., Shepherd, G., Bowers, K. y Alexander, S. (2011). Building resilience when restoring degraded ecosystems: Improving biodiversity values and socioeconomic benefits to communities. 57-59pp.
- Lehr E., Aguilar C., Siu-Ting K. y Jordan J. (2007). Tres nuevas especies de *Pristimantis* (Anura: Leptodactylidae) de la Cordillera de Huancabamba en el norte de Perú. *Herpetologica*, 63 (4): 519-536pp.
- Lehr, R. y Coloma, L. (2008). A minute new Ecuadorian andean frog (Anura: Strabomantidae,

- Pristimantis*). *Herpetologica*, 64:354-367pp.
- Lindig Cisneros, R. y Zambrano, L. (2009). *Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos*. Mexico.
- Lips, K. y Reaser, J. (1999). El Monitoreo de Anfibios en América Latina. *The Nature Conservancy*, 42pp.
- Lynch, J. (1979). Leptodactylid frogs of the genus *Eleutherodactylus* from the Andes of Southern Ecuador. The University of Kansas, Museum of Natural History, Miscellaneous Publications 66:1–62pp.
- Lynch, J. y Duellman, W. (1997). Frogs of Genus *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) in Western Ecuador: Systematic, Ecology and Biogeography. Special Publication Museum of Natural History University of Kansas. 23: 1–236 pp.
- Lynch, J. y Duellman, W. (1980). The *Eleutherodactylus* of the Amazonian slopes of the Ecuadorian Andes (Anura: Leptodactylidae). The University of Kansas, Museum of Natural History, Miscellaneous Publications 69:1–86pp.
- Lynch, J. y Renjifo, J.(2001). Guía de Anfibios y Reptiles de Bogotá y Sus Alrededores. Bogotá: Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá, Colombia.
- Luck, G. W., Lavorel, S., McIntyre, S. y Lumb., K. (2012). Improving the application of vertebrate trait-based frameworks to the study of ecosystem services. *Journal of Animal Ecology* 81:1065-1076pp.
- Magurran, A. 1989. *Diversidad, Ecología y su Medición*. Vedral. España.
- Maldonado, R. (2016). Diversidad de aves en bosque inundable del centro poblado Manco Capac y zonas aledañas Puinahua – Provincia de Requena. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 83pp.
- Manzanilla, J. y Péfaur, J. (2000). Consideraciones sobre Métodos y Técnicas de Campo Para el Estudio de Anfibios y Reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.*, 7, 17–30pp.
- McDonald, J. (2008). Handbook of Biological Statistics. *Sokal & Rohlf (1981)*, 41–58pp.

- Mattoon, A. (2000). El declive de los anfibios. *El Ecologista*, 54(August), 46–48pp.
- Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia*, 28(10), 581–589pp.
- Meza, P., Yáñez, M., Reyes, J. y Ramírez, S. (2008). Estructura ecológica de una comunidad de ranas *Pristimantis* (anura: Brachycephalidae) amenazadas, en las laderas altas de los andes sur de Ecuador, Zamora Chinchipe. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales Departamento de Vertebrados División de Herpetología. Informe Técnico N° 23. 31 pp.
- Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). (2001). La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Ed. por Carmen Josse. Quito, Ec.
- Ministerio del ambiente. (2010). Cuarto informe nacional para el convenio sobre la diversidad biológica. Quito, Ecuador.
- Ministerio del ambiente. (2017). Ecuador es el país más diverso en especies de anfibios. Quito, Ecuador.
- Montoya, F. (2005). Degradación y rehabilitación de ecosistemas terrestres: estado de la cuestión. *Revista Biocenosis*, 19(2), 25pp.
- Molina, C., Acosta, A., Mueses-Cisneros, J. y Arroyo, S. (2006). Monitoreo de Anfibios. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia. 298 pp.
- Mora, G. (2017). *Composición de la comunidad de anfibios y ocupación de hábitat en la reserva “El Madrigal” de la ciudad de Loja*. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. 59pp.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Manual y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Murrieta, R. (2007). Diversidad de anfibios en cafetales. Veracruz, México.
- Narins, P. y Smith, S. (1986). Clinal variation in anuran advertisement calls: basis for acoustic isolation? *Behav. Ecol. and Sociobiol.* 19:135-141pp.

- New, T. (2005). Invertebrate conservation and agricultural ecosystems. Cambridge University Press, UK.
- Norman H., Nie, C. y Dale, B. (1968). Universidad de Chicago por medio de su National Opinion Research Center.
- Parra, G., Flores, O. y Mendoza, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 460–461pp.
- Pechmann, H. y Wilbur, M. (1994). Putting declining amphibian populations in perspective: natural fluctuations and human impact. *Herpetologica*. 50(1): 65-84pp.
- Pedroza, Y. (2016). Diversidad Funcional de Anuros en bosques de Quebrada de la Mesa de Xéridas , Santander. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 38pp.
- Pérez, M., Rojo, C. y Encinas, M. (2009). Modelos animales en anfibios. Departamento de Toxicología y Farmacología. Facultad de Veterinaria. UCM., 3(2), 315–323pp.
- Pineda, E., Moreno, C.E., Escobar, F. y Halffter., G. (2005). Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19: 400-410.
- Quirola, D. (2015). Fotografía de *Pristimantis atratus*. Parque Nacional Yacuri.
- Ramirez, S., Meza, P., Muñoz, M. y Reyes, J. (2009). Asociaciones interespecificas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biologica Tapichala Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Director*, 35–49pp.
- Rodríguez, L., Martínez, J., Coloma, L., Ron, S., Almeida, D. y Morales, M. (2004). *Pristimantis galdi*. *La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas 2004*.
- Ron S., Guayasamin J. y Menéndez, P. (2011). Biodiversity and conservation status of Ecuadorian amphibians. En: Heatwole H, Barrio-Amoros CL, Wilkinson HW, editors. *Amphi Biol*.9(2):129–170.
- Ron, S., Yanez, M., Ortiz, D. y Nicolalde, D. (2016). AmphibiaWebEcuador. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Ron, S. (2018). Base de datos de la colección de anfibios del Museo de Zoología (QCAZ). Versión 1.0. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ron, S. R., Merino-Viteri, A. y Ortiz, D. (2019). Anfibios del Ecuador. Version 2019. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Salgado, B. (2016). La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: Protocolos y Aplicaciones. Bogotá, Colombia. 126–179pp.
- San Mauro, D. (2016). Anfibios. *Complutense University of Madrid*. Madrid, España (January). 402pp.
- Sarango, C. (2013). *Composición y Estructura de Anfibios , en el Bosque Nublado San Francisco , Zamora Chinchipe , Ecuador*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 84pp.
- Tecnoplora. (2019). Atresmedia Corporación de Medios de Comunicación, S.A. Madrid, España. Disponible en: https://www.lasexta.com/tecnologia-tecnoplora/sinc/mas-especies-anfibios-han-extinguido-hongo_201903285c9d0d7d0cf221c68702cb0f.html
- Tellería, J. L. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 2ºép., 10(July), 13–25pp.
- UICN.(2011) Red List of Threatened Species. Version 2011.2
- UICN. (2017). Amphibian Specialist Group. *Pristimantis aquilonaris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T136015A516817.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2011) Red List of Threatened Species. Version 2011.2.
- Urbina, N., Bernal, E., Giraldo, N. y Echeverry, A. (2011). EL monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. Bogotá, Colombia. 134-138 pp.
- Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W. y Sierra, R. (1999). Las formaciones naturales de la Sierra del Ecuador.. Proyecto Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida

- Silvestre/Global Environment Facility-Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Quito-Ecuador. 79-108pp.
- Valencia, J., Betancourt, R., y Barahona, A. (2008). Guía de campo de anfibios del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés. Quito, Ecuador.
- Valencia, J. y Garzón, K. (2011). Anfibios y Reptiles. (E. Toral, Ed.). Fundación Herpetológica Gustavo Orcés. Quito, Ecuador.
- Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221–246.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. y Umaña, A. M. (2006). Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Segunda ed): Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236pp.
- Violle, C., Navas, D., Vile, E., Kazakou, C., Fortunel, I., Hummel, y Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos* 116:882-892.
- Wiens, J., y Coloma, L. (1992). A new species of the *Eleutherodactylus myersi* (Anura: Leptodactylidae) assembly from Ecuador. *Journal of Herpetology*. 26:196-207.
- Yáñez, M., Reyes, M. y Meza, P. (2004). *Caracterización y composición de la herpetofauna en las reservas de la fundación Jocotoco*: Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito, Ecuador. 39pp.
- Yáñez-Muñoz, M. (2005). *Diversidad y estructura de once comunidades de anfibios y reptiles en los Andes de Ecuador*. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 140pp.
- Yáñez, M., Meza, P., Martínez, C. y Reyes, M. (2009). *Anfibios y reptiles del sur occidente de Ecuador*. Quito: Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito, Ecuador.
- Yáñez, M., Meza, P., Cisneros, D. y Reyes, J. (2010). Descripción de tres nuevas especies de ranas del género *Pristimantis* (Anura: Terrarana: Strabomantidae) de los bosques nublados del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías. Sección B*, 3:16-27

Yáñez, M., Moralez, M., Meza, P., Ramírez, S. y Reyes, M. (2013). *Reserva Biológica Tapichalca: Un epicentro de biodiversidad en las laderas orientales de los Andes Sur de Ecuador. Mario*. (M. Morales, Ed.). Quito, Ecuador: Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN).

Yáñez-Muñoz, M., Páez., N., Frenkel, C., Guayasamín, J., Varela-Jaramillo, A. y Ron, S. (2018). *Pristimantis galdi* En: Ron, S., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. (Eds). *Anfibios del Ecuador*. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Young, B., Stuart, J., Chanson, N. y Boucher, T. (2004). *Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios del Nuevo Mundo*. NatureServe, Arlington, Virginia. 60pp

9. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo usada durante la colecta de individuos.

COLETA DE ANUROS			
Localidad: _____		Clima:	
Localización: _____		<input type="checkbox"/> Nublado	
No. de transecto: _____		<input type="checkbox"/> Parcialm. nublado	
Distancia a la fuente de agua: _____		<input type="checkbox"/> Despejado	
Cod. del espécimen: _____		<input type="checkbox"/> Llovizna	
Fecha: _____		Hábitat:	
Hora de colecta: _____		<input type="checkbox"/> Primario	
		<input type="checkbox"/> Secundario	
		<input type="checkbox"/> Alterado	
		<input type="checkbox"/> Cultivo	
		<input type="checkbox"/> Ecotono	
		Sustrato:	
		<input type="checkbox"/> Hojarasca	
		<input type="checkbox"/> Hoja	
		<input type="checkbox"/> Rama	
		<input type="checkbox"/> Tronco vivo	
		<input type="checkbox"/> Tronco muerto	
		<input type="checkbox"/> Suelo	
		<input type="checkbox"/> Arena	
		<input type="checkbox"/> Rocas	
		Comportamiento:	
		<input type="checkbox"/> Posado	
		<input type="checkbox"/> Moviéndose	
		<input type="checkbox"/> Alimentándose	
		<input type="checkbox"/> Cantando	
		<input type="checkbox"/> En amplexus	
		<input type="checkbox"/> Cazando	
		Otro:	
		<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
		Forrajeo:	
		<input type="checkbox"/> Activo	
		<input type="checkbox"/> Pasivo	
Medidas		Ubicación	
LRC (mm): _____		Latitud (UTM): _____	
LC (mm): _____		Longitud (UTM): _____	
AB (mm): _____		Altitud (m): _____	
AC (mm): _____		Síntomas aparentes	
LA (mm): _____		<input type="checkbox"/> Letargia	
LF (mm): _____		<input type="checkbox"/> Postura	
LT (mm): _____		<input type="checkbox"/> Hiperplasia	
MP (mm): _____		Variables ambientales	
LP (mm): _____		Temperatura (°C): _____	
Peso (g): _____		% de Humedad: _____	
No. de fotografía: _____			
LRC: longitud rostro-cloaca, LC: longitud cabeza, AB: ancho boca, AC: ancho cabeza, LA: longitud antebrazo LF: longitud fémur, LT: longitud tibia-fibula, MP: longitud membrana pedal, LP: longitud pie.			
Notas:			

Anexo 2. Métodos empleados durante la investigación



Delimitación de las zonas de estudio



Medición de rasgos morfométricos

Anexo 3. Comparación de los rasgos morfométricos de la anurofauna en los diferentes niveles de conservación

Especies	Niveles	RASGOS MORFOMETRICOS medidos en mm								
		Longitud rostro cloaca (LRC)	Longitud de cabeza (LC)	Ancho de boca (AB)	Ancho de cabeza (AC)	Longitud de antebrazo (LA)	Longitud de fémur (LF)	Longitud de tibia (LT)	Longitud de pie (LP)	PESO
<i>Pristimantis galdi</i>	Restaurada/ Conservada	Z=0,171; p=0,864	Z=0,283; p=0,777	Z=0,109; p=0,913	Z=0,031; p=0,975	Z=1,486; p=0,137	Z=0,588; p=0,557	Z=0,246; p=0,806	Z=0,537; p=0,591	Z=0,099; p=0,921
<i>Pristimantis cryptomelas</i>	Restaurada/ Conservada	Z=0,149; p=0,881	Z=0,149; p=0,881	Z=0,745; p=0,456	Z=0,745; p=0,456	Z=0,447; p=0,655	Z=0,447; p=0,655	Z=0,745; p=0,456	Z=0,745; p=0,456	Z=0,773; p=0,439
<i>Pristimantis andinonogmus</i>	Restaurada/ Conservada	Z=1,051; p=0,293	Z=0,841; p=0,400	Z=1,210; p=0,226	Z=1,47; p= 0,141	Z=0,735; p=0,462	Z=1,366; p= 0,172	Z=1,051; p=0,293	Z=0,735; p=0,462	Z=1,605; p=0,108
	Restaurada/ Degradada	Z=2,178; p=0,029	Z=2,221; p=0,026	Z=2,267; p=0,023	Z=2,132; p= 0,033	Z=1,866; p=0,062	Z=2,445; p=0,014	Z=2,221; p=0,026	Z=1,333; p=0,183	Z=1,602; p=0,109
	Conservada/ Degradada	Z=0,089; p=0,929	Z=0,533; p=0,594	Z=0,267; p=0,790	Z=0,178; p=0,859	Z=1,022; p=0,307	Z=0,222; p=0,824	Z=0,178; p=0,859	Z=0,622; p=0,534	Z=0,766; p=0,444
<i>Pristimantis cf. aquilonaris</i>	Restaurada/ Conservada	Z=0,902; p= 0,367	Z=0,876; p=0,381	Z=1,119; p=0,263	Z=1,384; p=0,166	Z=0,773; p=0,439	Z=1,196; p=0,232	Z=1,053; p=0,292	Z=1,340; p=0,180	Z=1,146; p= 0,148
	Restaurada/ Degradada	Z=0,061; p=0,951	Z=0,012; p=0,990	Z=1,036; p=0,300	Z=0,104; p=0,917	Z=0,601; p=0,548	Z=0,153; p=0,878	Z=0,221; p=0,825	Z=1,140; p=0,254	Z=1,406; p=0,160
	Conservada/ Degradada	Z=1,331; p=0,183	Z=1,283; p=0,200	Z=0,038; p=0,970	Z=1,298; p=0,194	Z=1,757; p=0,079	Z=1,711; p=0,087	Z=1,122; p=0,262	Z=0,083; p=0,934	Z=0,149; p=0,882
<i>Pristimantis atratus</i>	Restaurada/ Conservada	Z=1,429; p=0,153	Z=1,004; p=0,315	Z=1,429; p=0,153	Z=0,857; p=0,391	Z=0,429; p=0,668	Z=1,143; p=0,253	Z=1,287; p=0,198	Z=1,714; p=0,086	Z=1,725; p=0,084
	Restaurada/ Degradada	Z=0,477; p=0,634	Z=1,430; p=0,153	Z=0,900; p=0,368	Z=0,688; p=0,491	Z=0,265; p=0,791	Z=0,900; p=0,368	Z=0,636; p=0,874	Z=0,159; p=0,874	Z=0,821; p=0,412
	Conservada/ Degradada	Z=0,944; p=0,345	Z=0,649; p=0,516	Z=0,236; p=0,814	Z=0,589; p=0,556	Z=0,236; p=0,814	Z=0,825; p=0,409	Z=1,062; p=0,288	Z=1,296; p=0,195	Z=0,964; p=0,335
<i>Pristimantis aff. bellator</i>	Restaurada/ Conservada	Z=1,414; p=0,157	Z=1,414; p=0,157	Z=1,414; p=0,157	Z=1,414; p=0,157	Z=0; p=1,000	Z=1,414; p=0,157	Z=1,414; p=0,157	Z=1,414; p=0,157	Z=1,414; p=0,157
<i>Pristimantis gpp. Orestes</i>	Restaurada/ Conservada	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=1,000; p=0,317	Z=0; p=1,000
<i>Pristimantis sp.</i>	Restaurada/ Conservada	Z=0,218; p=0,827	Z=0,218; p=0,827	Z=0,218; p=0,827	Z=0,218; p=0,827	Z=0,218; p=0,827	Z=0; p=1,000	Z=0,218; p=0,827	Z=0,655; p=0,513	Z=0,225; p=0,822

Anexo 4. Tamaño promedio de anuros de la Reserva Biológica Tapichalaca

ESPECIES	NIVELES	n	Longitud rostró cloaca (mm)	Longitud de cabeza (mm)	Ancho de boca (mm)	Ancho de cabeza (mm)	Longitud de ante brazo (mm)	Longitud de fémur (mm)	Longitud de tibia (mm)	Longitud de pie (mm)	PESO (g)
<i>Pristimantis galdi</i>	Restauración	56	16,78 ± 3,8	6,40 ± 1,6	5,11 ± 1,4	6,45 ± 1,5	4,04 ± 1,1	8,86 ± 2,1	9,62 ± 2,5	7,28 ± 2,2	0,43 ± 0,25
	Conservación	59	16,86 ± 3,5	6,29 ± 1,6	5,11 ± 1,3	6,48 ± 1,3	4,28 ± 0,9	8,61 ± 1,8	9,44 ± 1,9	7,11 ± 1,6	0,43 ± 0,21
<i>Pristimantis cryptomelas</i>	Restauración	3	16,69 ± 6,79	6,59 ± 2,67	5,77 ± 2,66	7,00 ± 2,59	4,10 ± 1,87	9,05 ± 3,94	10 ± 4,37	7,52 ± 3,97	0,57 ± 0,40
	Conservación	5	17,24 ± 1,74	6,2 ± 0,77	4,97 ± 0,74	6,33 ± 0,80	4,03 ± 0,56	8,61 ± 0,96	9,18 ± 1,07	6,79 ± 1,08	0,4 ± 0,27
<i>Pristimantis andinonogmus</i>	Restauración	8	14,00 ± 1,65	5,24 ± 0,72	4,00 ± 0,75	5,39 ± 0,64	3,64 ± 0,47	6,98 ± 0,63	7,76 ± 1,35	6,08 ± 1,15	0,27 ± 0,14
	Conservación	8	17,27 ± 4,77	6,54 ± 2,11	5,27 ± 2,0	6,56 ± 1,63	4,06 ± 1,02	9,01 ± 2,82	9,66 ± 3,15	7,04 ± 2,11	0,54 ± 0,37
	Degradación	10	17,28 ± 3,82	6,71 ± 1,49	5,51 ± 1,46	6,71 ± 1,09	4,59 ± 2,11	8,98 ± 2,27	9,61 ± 0,72	7,30 ± 2,01	0,40 ± 0,21
<i>Pristimantis cf. aquilonaris</i>	Restauración	25	16,45 ± 3,72	6,19 ± 1,60	4,96 ± 1,29	6,44 ± 1,41	4,06 ± 1,05	8,75 ± 2,09	9,41 ± 2,24	7,07 ± 1,85	0,43 ± 0,24
	Conservación	82	15,71 ± 3,33	5,84 ± 1,49	4,66 ± 1,24	6,03 ± 1,21	3,87 ± 0,79	8,17 ± 1,60	8,84 ± 1,78	6,52 ± 1,46	0,37 ± 0,22
	Degradación	45	16,63 ± 3,48	6,22 ± 1,55	4,60 ± 1,15	6,45 ± 1,43	4,20 ± 0,91	8,63 ± 1,47	9,28 ± 1,83	6,54 ± 1,65	0,34 ± 0,17
<i>Pristimantis atratus</i>	Restauración	7	16,37 ± 3,16	6,31 ± 1,51	4,92 ± 1,07	6,18 ± 1,10	3,78 ± 0,63	8,33 ± 1,05	8,92 ± 1,31	6,79 ± 0,98	0,40 ± 0,23
	Conservación	6	14,44 ± 1,62	5,55 ± 1,15	4,21 ± 0,88	5,70 ± 0,96	4,01 ± 0,86	7,72 ± 1,47	8,02 ± 1,36	5,57 ± 1,41	0,25 ± 0,08
	Degradación	9	15,44 ± 3,48	5,29 ± 1,55	4,35 ± 1,15	5,86 ± 1,43	4,14 ± 0,91	8,15 ± 1,47	8,69 ± 1,83	6,88 ± 1,65	0,32 ± 0,17
<i>Pristimantis aff. bellator</i>	Restauración	4	19,34 ± 1,12	7,48 ± 0,41	6,28 ± 0,24	7,16 ± 0,37	4,63 ± 0,33	10,47 ± 0,59	11 ± 0,75	8,73 ± 0,52	0,58 ± 0,11
	Conservación	1	15,03	6,07	5,01	6,04	4,42	8,15	8,38	6,37	0,30
<i>Pristimantis gpp. orestes</i>	Restauración	1	16,07	4,86	3,92	5,81	3,59	7,35	7,43	6,14	0,30
	Conservación	1	13,08	5,11	4,22	5,19	3,89	7,01	7,52	5,35	0,30
<i>Pristimantis aff. andinonogmus</i>	Conservación	4	13,48	5,23	4,14	5,35	3,58	7,11	7,51	5,78	0,25
<i>Pristimantis sp.</i>	Restauración	1	12,88	4,80	4,01	5,11	3,20	6,53	7,31	7,01	0,20
	Conservación	7	13,37 ± 2,11	4,77 ± 1,17	4,13 ± 1,06	5,41 ± 0,81	3,28 ± 0,79	7,30 ± 1,37	7,58 ± 1,62	5,66 ± 1,30	0,24 ± 0,12
<i>Pristimantis aff. versicolor</i>	Restauración	1	29,78	10,54	10,74	11,69	7,77	15,14	15,93	13,25	1,4

Anexo 5. Fotografías de anuros registrados e identificados

Pristimantis cf.aquilonaris



Pristimantis aff. bellator



Pristimantis gpp orestes



Pristimantis andinogonums



Pristimantis atratus



Pristimantis cryptomelas



Pristimantis aff. andinognomus



Pristimantis aff. versicolor



Pristimantis galdi



Pristimantis sp.



