



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**AREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Composición de la comunidad de anfibios y ocupación  
de hábitat en la reserva “El Madrigal” de la ciudad de  
Loja.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTORA:** Mora Castillo Gabriela del Cisne

**DIRECTOR:** Armijos Ojeda Diego, Mgtr. Ing.

LOJA - ECUADOR

2017



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

*Septiembre, 2017*

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Doctora

Armijos Gonzalez Rosa Enith.

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mis consideraciones

El presente trabajo de titulación: “Composición de la comunidad de anfibios y ocupación de hábitat en la reserva El Madrigal de la ciudad de Loja”, realizado por Gabriela del Cisne Mora Castillo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, febrero de 2017

f.....



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

*Septiembre, 2017*

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Gabriela del Cisne Mora Castillo declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Composición de la comunidad de anfibios y ocupación de hábitat en la reserva El Madrigal de la ciudad de Loja, de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo Diego Armijos Ojeda director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Firmado:.....

Autora: Gabriela del Cisne Mora Castillo

C.I.: 1104811003

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de titulación primeramente a mi familia porque han sido el pilar fundamental en mi formación y a todas las personas que de alguna manera me brindaron su apoyo.

Gabriela Mora

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja, a los docentes en especial a mi director de tesis el Ing. Diego Armijos.

El presente estudio que requirió de una fase de campo y que me ha implicado una tarea de esfuerzo y dedicación, quiero agradecer al Ing. Diego Armijos, y a Paul Szekely por brindarme sus enseñanzas para la identificación de anfibios.

Al Sr. Hugo Tapia propietario de la reserva privada “El Madrigal”, por la confianza prestada y permitir que realizara mi trabajo de campo en su propiedad.

Gabriela Mora

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>CARATULA</b> .....	I
<b>APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b> .....	II
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS</b> .....	III
<b>DEDICATORIA</b> .....	IV
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	V
<b>ÍNDICE CONTENIDOS, TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS</b> .....	VI
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
Objetivos.....	6
▪ Objetivo General.....	6
▪ Objetivo Especifico.....	6
<b>CAPITULO I</b> .....	7
<b>MARCO TEORICO</b> .....	7
1.1 Anfibios.....	8
1.2 Diversidad y Endemismo de anfibios en el Ecuador.....	8
1.3 Anfibios en los Andes.....	9
1.4 Estado de Conservación de los anfibios en el Ecuador.....	9
<b>CAPITULO II</b> .....	11
<b>METODOLOGIA</b> .....	11
2.1 Área de estudio.....	12
2.2 Metodología.....	13
2.2.1 Composición de la comunidad de anfibios.....	14
2.2.1.1 Selección de transectos.....	14
2.2.1.2 Elección de métodos de campo.....	15
▪ Relevamiento por encuentros visuales.....	15
▪ Transectas de bandas auditivas.....	15
2.2.1.3 Búsqueda y Recolección de ejemplares.....	16
2.2.1.4 Identificación de especies.....	16
2.2.1.5 Organización de información.....	16
2.2.2 Patrones de ocupación de hábitat.....	18
▪ Digitalización de datos.....	19
1.2.3 Análisis estadístico.....	20
<b>CAPITULO III</b> .....	21

<b>RESULTADOS</b> .....	21
3.1 Composición de Anfibios de la reserva privada “El Madrigal”.....	21
3.1.1 Índices de diversidad de anfibios en la reserva privada “El Madrigal”.....	25
3.1.2 Índices de similitud entre transectos evaluados en la reserva privada “El Madrigal”.....	25
3.1.3 Índice de Chao 1.....	26
3.1.4 Análisis temporal de los registros obtenidos.....	27
3.1.5 Análisis por transectos.....	31
3.1.6 Estado de conservación.....	32
3.1.7 Uso de Microhábitat.....	33
3.2 Patrones de ocupación de hábitat.....	36
<b>CONCLUSIONES</b> .....	37
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	38
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>ANEXOS</b> .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>Tabla 1:</b> Técnicas aplicadas para generar información sobre la composición de anfibios presentes en la reserva privada “El Madrigal”.	17
<b>Tabla 2:</b> Lista de anfibios de la reserva privada “El Madrigal”, provincia de Loja.	22
<b>Tabla 3.</b> Fotografía y descripción de los anfibios de la reserva privada “El Madrigal”.	23
<b>Tabla 4.</b> Valor de índice de Shannon.	25
<b>Tabla 5.</b> Valor de índice de Simpson.	25
<b>Tabla 6.</b> Coeficiente de similitud de Jaccard	26
<b>Tabla 7.</b> Estado de Conservación de los anfibios encontrados.	32
<b>Tabla 8.</b> Individuo de cada especie encontrados en diferentes microhábitat	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	PÁGINAS
<b>Gráfico 1:</b> Porcentaje de individuos registrados por especies en relación al total	22
<b>Gráfica 2:</b> Curva de acumulación de especies	26
<b>Gráfica 3:</b> Número de individuos encontrados de <i>Gastrotheca lojana</i> por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	27
<b>Gráfica 4.</b> Número de individuos encontrados de <i>Gastrotheca psychophila</i> por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	28
<b>Gráfica 5.</b> Número de individuos encontrados de <i>Pristimantis cajamarcensis</i> por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	28
<b>Gráfica 6.</b> Número de individuos encontrados de <i>Pristimantis phoxocephalus</i> por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	29
<b>Gráfica 7.</b> Número de individuos encontrados de <i>Pristimantis lymani</i> por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	29
<b>Gráfica 8.</b> Número de individuos encontrados de <i>Pristimantis</i> sp. 1 por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	30
<b>Gráfica 9.</b> Número de individuos encontrados de <i>Pristimantis</i> sp. <i>nov</i> por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”	30
<b>Gráfica 10.</b> Número de individuos encontrados por transecto de muestreo	31
<b>Gráfica 11.</b> Número de individuos de cada especie encontrados por transecto	32
<b>Gráfica 12.</b> Registros de cantos de acuerdo a los meses de muestreo	33
<b>Gráfica 13.</b> Número de individuos con respecto al uso de microhábitat de las especies de anfibios	35
<b>Gráfica 14.</b> Ocupación de la especie <i>Pristimantis lymani</i> en relación con la distancia a la quebrada	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación de la reserva privada “El Madrigal” en Sudamérica, Ecuador y en relación de la ciudad de Loja.	12
<b>Figura 2:</b> Cuadro resumen de la metodología aplicada para evaluar la composición de anfibios en la reserva privada “El Madrigal”	14
<b>Figura 3:</b> Representación de los centroides en una cuadrícula de 100 x 100m en un área de 1km <sup>2</sup> donde para cada centroide se obtuvo las variables de uso de suelo, pendiente, distancia a la quebrada y altitud.	19

## RESUMEN

Los anfibios en Ecuador son uno de los grupos más diversos de vertebrados, sin embargo, están amenazados por presiones antrópicas ejercidas sobre los ecosistemas. Entre las zonas con fuertes amenazas para los anfibios, están los valles interandinos, que albergan una importante diversidad y endemismo de este grupo, siendo importante conocer el estado de las poblaciones existentes en los remanentes boscosos de la región. Entre ellos se encuentra la reserva privada “El Madrigal”, donde se desarrolló el presente estudio para evaluar la comunidad de anfibios, como aporte para el conocimiento de la composición y uso de hábitat. Se trabajó en tres transectos de 1 Km, en los cuales se aplicó técnicas de relevamiento por encuentro visuales y transectas de bandas auditivas. Se encontró siete especies de dos familias, siendo la más abundante *Pristimantis lymani*. Por otro lado, se evaluó los patrones de ocupación de hábitat, con relación a microhábitat, uso de suelo, distancia a la quebrada, pendiente y altitud. No se encontró un patrón de uso de hábitat, solo *P. Lymani*, mostró una distribución asociada a la distancia a la quebrada.

Palabras claves: Andes; anuros; Loja; Podocarpus; *Pristimantis lymani*.

## ABSTRACT

The amphibians in Ecuador are one of the most diverse groups of vertebrates, but, are threatened by anthropogenic pressures on ecosystems. Around the areas with strong threats to amphibians are the inter-Andean valleys, which houses an important diversity and endemism of this group, being important to know the state of the existing populations in the forest remnants of the region. Among them is the private reserve "El Madrigal", where the present study was developed to evaluate the amphibian community, as contribution to the knowledge of the composition and habitat use. Three transects of 1 km were used, in which visual and transect auditory survey techniques were applied. Seven species of two families were found, the most abundant being *Pristimantis lymani*. On the other hand, the habitat occupation patterns were evaluated, in relation to microhabitat, land use, distance to the ravine, slope and altitude. No pattern of habitat use was found, only *P. Lymani*, showed a distribution associated with the distance to the ravine.

Keys words: Andes; Anurans; Loja; Podocarpus; *Pristimantis lymani*.

## INTRODUCCIÓN

Los anfibios se caracterizan por ser un grupo diverso de vertebrados, con más de 5450 especies en el mundo, pertenecen al orden de los anuros y existen en casi todos los continentes, excepto en la Antártida e islas continentales. Son más diversos en bosques húmedos tropicales, en ambientes acuáticos y terrestres de tierras bajas y montañosas y cumplen importantes funciones ecológicas relacionadas al flujo de energía y nutrientes (Bolaños *et al.*, 2008; Vitt & Caldwell, 2013)

Además, los anfibios son indicadores ambientales susceptibles de la destrucción de la capa de ozono, ya que por su piel permeable están expuestos a las radiaciones UV-B, provocando destrucción de sus células, que causan lesiones y producen alta vulnerabilidad a enfermedades (Rueda, 2004). Además tienen un ciclo de vida complejo con requerimientos específicos de humedad y microhábitat para su reproducción, alimentación e hibernación (Moran, 1994; Wells, 2007).

A pesar de la alta diversidad de anfibios existente, éstos son la clase de vertebrados más amenazados y han sobrevivido a diferentes procesos de extinción masiva. En la actualidad están siendo muy afectados y las especies desaparecen aceleradamente, superando tasas de extinción registradas históricamente (Catenazzi, 2015). Más de la tercera parte de todos los anfibios del planeta están amenazados y cerca de 120 especies desaparecieron en años recientes (Carrillo, 2008).

Según Carrillo (2008) dicha amenaza está provocada por presiones directas o indirectas que el ser humano ejerce sobre los ecosistemas, siendo la principal causa la destrucción y fragmentación de hábitats naturales y de manera indirecta los modelos no sostenibles de consumo y culturales, que han ejercido un impacto en más de 4000 especies. Este grupo de organismos presentan rangos de distribución pequeños, por lo que se convierte en un escenario aún más preocupante (Guayasamin, 2013).

Algunas especies de anfibios se adaptan también a ambientes alterados, sin embargo, presentan ciertos cambios a nivel de comunidad e incluso, se observan diferencias morfológicas intraespecíficas asociadas a factores de estrés por modificaciones de hábitat (Hazell *et al.*, 2004; Herzon & Helenius, 2008; Hartel *et al.*, 2010).

En el Ecuador los anfibios conforman un grupo muy diverso, con más de 527 especies reportadas formalmente hasta el 2014 y existe un notable endemismo del 40% (Coloma,

2014). Cada año existen más especies descubiertas por ejemplo, 45 especies fueron descritas entre el 2005 y 2010 (Mittermeier *et al.*, 1997; Ron *et al.*, 2016). Paralelo a esta situación, Ecuador es uno de los países más afectados por las declinaciones y extinciones poblacionales, ocupando el tercer lugar a nivel mundial, casi un tercio de los anfibios ecuatorianos están en peligro de extinción (Patzelt, 2004; Coloma, 2014).

Un 28% de los anfibios en Ecuador de acuerdo a la lista roja, se encuentran amenazadas (Coloma, 2014). En la cordillera de los andes esta cifra es aún más alarmante ya que el 50.1% se halla en alguna categoría de amenaza (Ron *et al.*, 2016). Esta situación es más preocupante si se considera que existen especies que están desapareciendo sin haber sido al menos descritas, pues a nivel mundial el conocimiento de los anfibios es aún insuficiente (Duellman, 1999).

Los Andes ecuatorianos se caracterizan por una variedad de condiciones ambientales, en la que habitan alrededor de 396 especies de anfibios, de las cuales un 64% están ausentes en tierras bajas, 305 especies se encuentran en regiones de Bosque Montano, Matorral Interandino y Páramo, y 191 están ausentes en Bosques Piemontanos y de Tierras Bajas. Esta región se considera la zona con mayor endemismo y biodiversidad (Ron *et al.*, 2016). Además está representado por el 75% de especies endémicas de anfibios del Ecuador (Coloma, 2007).

Respecto a los patrones de diversidad, las formaciones geológicas, vegetales y meteorológicas, influyen de manera directa en la composición y estructura de las especies cuanto aumenta la altitud y la temperatura. A menor altitud, mayor riqueza de especies pero menor abundancia, y a mayor altitud menor riqueza de especies y mayor abundancia de individuos (Ramírez *et al.*, 2009).

A su vez, para caracterizar e identificar el uso de hábitat que las especies de anfibios prefieren, es importante saber primero la composición de la comunidad que permite identificar luego la variedad de elementos y condiciones naturales que determinan la presencia de anfibios en un lugar determinado (Murrieta, 2007).

Entre los valles interandinos se encuentra la hoya de Loja, que según Albuja *et al.* (2012) corresponde al piso zoogeográfico (templado), en el cual se han encontrado alrededor de 61 especies. En Loja y sus alrededores se registra 3 familias de anfibios (Strabomantidae, Hemiphraactidae, Craugastoridae), 4 géneros (Gastrotheca, Pristimantis, Rhinella, Noblella) y 16 especies (Ron *et al.*, 2016).

Al sur oriente de Loja se encuentra la Microcuenca San Simón correspondiente a la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus y dentro de ella se ubica, la reserva privada “El Madrigal”. Debido a que una gran extensión de bosque nativo es protegido, se convierte en un escenario ideal para el estudio de la composición de anfibios en este ecosistema y sus patrones de uso de hábitat, por lo que se ha considerado conveniente realizar el presente estudio que tiene por objetivo *GENERAR INFORMACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN DE ANFIBIOS Y DIFERENCIAR LOS PATRONES DE OCUPACIÓN DE HÁBITAT, PRESENTES EN LA RESERVA PRIVADA “EL MADRIGAL”*.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Generar información sobre la composición y uso de hábitat de los anfibios en la reserva privada "El Madrigal"

### **Objetivo Específicos**

- Evaluar la composición de anfibios a largo de tres transectos con diferente cobertura vegetal.
- Diferenciar los patrones de ocupación de hábitat de los anfibios presentes en la reserva.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEORICO**

## 1.1 Anfibios

Los anfibios son un grupo de animales que se originó en el Devónico hace 400 millones de años y se los considera como uno de los primeros vertebrados terrestres, el término anfibio proviene del griego *Amphi* = doble y *Bios* = Vida (Albuja & Merizalde, 2012). Se caracterizan por poseer una piel húmeda, glandular y son animales ectotermos (Valencia *et al.*, 2008).

Los anfibios son llamados de doble vida, por presentar ciertas particularidades en su etapa reproductiva y están presentes en hábitats acuáticos, terrestres, fosoriales y arborícolas en prácticamente todos los continentes (Parra *et al.*, 2014). Son muy abundantes en los trópicos y escasos en el ártico, hay muy pocos registros en lugares salobres y ninguno en el mar (Albuja *et al.*, 2012).

## 1.2 Diversidad y Endemismo de anfibios en el Ecuador

Existen alrededor de 6000 especies de anfibios en el mundo de los cuales 3500 son del orden anura, siendo el más abundante y diversificado de los anfibios vivientes (Albuja *et al.*, 2012).

A pesar de la corta extensión que tiene Ecuador es uno de los países con mayor diversidad de anfibios, destacando el número de especies existentes por unidad de superficie, 464 especies en una superficie de 256.370 km<sup>2</sup> reportado en el 2008. Cada vez la lista de especies descubiertas aumenta y hasta el 2014 se registró más de 527 especies (Coloma, 2014). Por tanto se encuentra entre uno de los países megadiversos del planeta y ocupa el tercer lugar en el mundo, posterior a otros países como lo es Brasil y Colombia que cuentan con un número significativo de especies de anfibios y sin embargo en un área mucho mayor a la de Ecuador (Valencia *et al.*, 2008).

La elevada diversidad que tiene Ecuador en cuanto a su herpetofauna (anfibios y reptiles), está relacionada con la complejidad de ecosistemas en áreas tropicales debido a que conforme disminuye la altitud, la diversidad aumenta, siempre que no existan limitaciones severas de temperatura y humedad como lo son los bosques húmedos tropicales de tierras bajas con mayor diversidad por unidad de área, esto se da debido a la gran disponibilidad de hábitat y microhábitat que poseen los anfibios, ya sean desde las hojarascas y el sub-suelo, hasta las copas de los árboles. Otro de los factores para la gran diversidad y endemismo en anuros es la presencia de la cordillera de los Andes y sus estribaciones, en ecosistemas de bosques sub-tropicales y nublados, por su heterogeneidad geográfica que ha permitido la evolución de muchas especies en zonas

relativamente poco distantes tanto altitudinal como latitudinalmente es decir entre los 1000 y 4000 m “se conoce el 75% de especies solamente en Ecuador, mientras que el 40% del total son endémicas del país siendo los grupos con mayor nivel de endemismo de la familia Craugastoridae con el 75% de especies endémicas de Ecuador” (Valencia *et al.*, 2008).

Los anuros es el orden de anfibios más abundante en Ecuador, y se ha registrado 14 familias, de las cuales Craugastoridae es la que tiene mayor riqueza, y dentro de ésta, el género más diverso es *Pristimantis*, con 129 especies del total de ranas del país, cabe recalcar que es un tipo de rana que posee cierta particularidad respecto a que no tiene un estado larvario (desarrollo directo), que lo hace especial en términos ecológicos y le facilita adaptarse a diversos micro ambientes. Por ello el género es ampliamente distribuido y posee una alta diversidad en su grupo (Valencia *et al.*, 2008).

### **1.3 Anfibios en los Andes**

En los Andes se evidencia altos niveles de diversidad de anfibios y ocupa el 77% de endemismo, sin embargo es el lugar donde los anfibios han sufrido mayores niveles de amenaza siendo la región más deforestada del país y las poblaciones de anfibios han disminuido aceleradamente entre los 1200 y 3000 m de altura. Actualmente no se sabe cuál es la causa concreta que ha ocasionado estas declinaciones de anfibios (Yáñez, 2005).

### **1.4 Estado de Conservación de los anfibios en el Ecuador**

Ecuador ha sido uno de los países que ha enfrentado mayor declinación en cuanto a la pérdida de diversidad de anfibios, con 24 especies que han desaparecido en el territorio ecuatoriano (Bustamante *et al.*, 2005).

De acuerdo a la lista de UICN, a partir del 2011, el 44% de las especies se encuentran amenazada o en riesgo de extinción. Si se incluye las especies con poca información para determinar su estado de conservación este porcentaje puede llegar al 60%, lo cual es muy alarmante, considerando que hay especies por descubrir y mucha de ellas se extinguen antes de ser descritas (Ron *et al.*, 2016).

En los datos de la lista roja (Ron *et al.*, 2016), se indica el número de especies en cada categoría de amenaza, obteniéndose las siguientes cifras:

- En Peligro Crítico, 47 especies
- En Peligro, 71 especies
- Vulnerable, 44 especies
- Casi Amenazada, 64 especies
- Preocupación Menor, 136 especies
- Datos Insuficientes, 167 especies

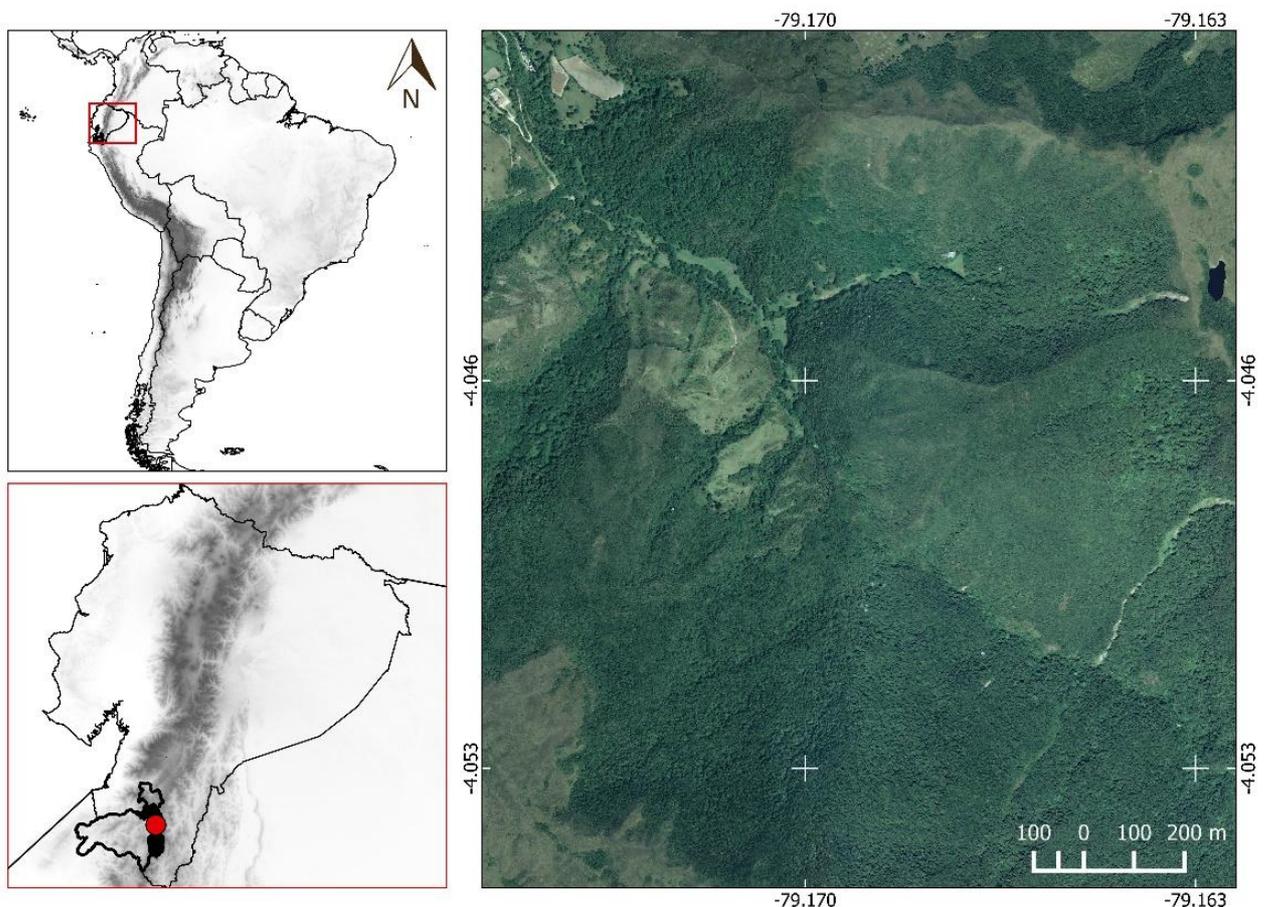
## **CAPITULO II**

### **METODOLOGIA**

## 2.1 Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en La Reserva Privada “El Madrigal”, situado en el sector Zamora Huayco alto, al oriente de la ciudad de Loja, provincia de Loja (Figura 1).

La zona de estudio pertenece al barrio El Carmen, parroquia San Sebastián entre las siguientes coordenadas geográficas (702346,81 E; 9553581 S). Cuenta con una superficie de 306 hectáreas y se encuentra entre los 2200 a los 3300 msnm de altitud. En su mayoría está representado por bosque nublado. Además protege una parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus. La zona de estudio se caracteriza por poseer un bosque siempre verde montano alto.



**Figura 1.** Ubicación de la Reserva Privada El Madrigal en Sudamérica, Ecuador y en relación a la ciudad de Loja

**Fuente:** SIGTIERRAS (2010)

## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 Composición de la comunidad de anfibios.**

Para determinar la composición de anfibios se seleccionó tres transectos que se evaluaron en un total de 12 días distribuidos durante los meses de mayo, junio, julio y septiembre de 2016. Cada uno de 1km de longitud. En cada transecto se realizó el trabajo de campo durante la noche, en el horario de 19 a 22:h00. En los recorridos se aplicó la técnica por relevamiento de encuentros visuales a lo largo de los transectos seleccionados. En el cual se realizó búsquedas aleatorias de individuos en la mayor cantidad de microhábitats observados, lo que permitió obtener un mejor registro de información de las distintas especies existentes. Además se usó el método por transectos de bandas auditivas, como complemento para la identificación, mediante la grabación de los cantos de machos adultos.

Para entender mejor la metodología se realizó, un diagrama de flujo con un breve resumen sobre el realizado en el primer objetivo.



**Figura 2.** Cuadro resumen de la metodología aplicada para evaluar la composición de anfibios en la reserva privada “El Madrigal”.

**Fuente:** (Angulo *et al*, 2006).

**Elaboración:** Gabriela Mora

### **2.2.1.1 Selección de transectos.**

Para la aplicación de los métodos de muestreo de campo se seleccionaron tres transectos de 1km de longitud, los cuales se establecieron en función de las diferencias

de la cobertura vegetal presentes en la Reserva El Madrigal, quedando de la siguiente manera:

- Transecto 1: Corresponde a un recorrido junto a la quebrada “El Carmen”, y atraviesa zonas de pastizal y vegetación de ribera (Ver Anexo 1).
- Transecto 2: es la zona media, representado por pastizal y matorral (Ver Anexo 2).
- Transecto 3: la zona alta de bosque en la cual no existe intervención humana (Ver Anexo 3).

### ***2.2.1.2 Elección de Métodos de Campo.***

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto, se usó los siguientes métodos, basándose en las recomendaciones de Heyer *et al.* (1994) y Angulo *et al.* (2006):

#### *Relevamiento por encuentros visuales.*

El método es empleado tanto para realizar estudios de inventario y monitoreo especialmente en anfibios que habitan en el piso del bosque y que son activos en áreas abiertas, en especies de hábitats fácilmente identificables como troncos o áreas ampliamente espaciados, también es aplicado en especies que se encuentran presentes en charcas para monitorear especies claves, ya que no toda la taxa puede ser observada del mismo modo, es muy importante tomar en cuenta las condiciones climáticas la lluvia y la niebla afecta la observación de estos individuos y por lo tanto las comparaciones directas se hará bajo condiciones comparables en las mismas horas del día y la noche; sin embargo para los conteos de animales activos en superficie es favorable las noches lluviosas o de neblina ya que bajo la humedad es probable que las poblaciones dejen sus refugios y desplazándose a la superficie, este método es fundamental para inventariar hábitats que contengan especies amenazadas y en los que se deba evitar alteraciones del ambiente (Lips *et al.*, 1999; Angulo *et al.*, 2006).

#### *Transectas de Bandas Auditivas.*

Se fundamenta en las vocalizaciones emitidas por los machos adultos durante la época reproductiva, las cuales son específicas para cada especie. Esta técnica consiste en contar los machos que cantan a lo largo de un transecto de una longitud predeterminada, por lo regular 1 km de longitud, cuyo ancho varía de acuerdo con la distancia de

detección del canto de la especie focal; es decir, la distancia máxima a la cual el animal puede ser escuchado por el observador (Lips *et al.*, 1999; Angulo *et al.*, 2006).

### **2.2.1.3 Búsqueda y Recolección de ejemplares.**

La búsqueda se realizó explorando hábitats potenciales tales como el interior del bosque, borde del bosque, en los senderos o caminos, se revisó en la hojarasca, en hojas grandes, en bromelias, debajo de piedras. Además, se consideró muy importante zonas con mayor humedad y cuerpos de agua.

Por cada individuo encontrado se registraron los datos respecto a su punto de localización, transecto, tomando en además el microhábitat en donde estaba (dosel, subdosel, suelo, rocas y pastizal), la fecha y condiciones meteorológicas al momento de la colecta, considerando algunas recomendaciones de Manzanilla & Péfaur (2000) (Ver Anexo 4).

### **2.2.1.4 Identificación de especies.**

Un alto porcentaje de individuos de cada especie fue identificado directamente en el campo, ya que al no existir muchas especies fue fácil el aprendizaje de sus características e identificación en campo. Por el contrario, los ejemplares no identificados en el área de estudio, fueron capturados y almacenados en bolsas humedecidas, con su respectiva etiqueta, fecha, hora, punto GPS, siendo algunos fotografiados y llevados al laboratorio para su identificación,

Los ejemplares que no pudieron ser identificados en las zonas de estudio, fueron trasladados hasta los laboratorios de Ecología de la UTPL, para determinar su especie, mediante la ayuda de información científica (Heyer & Peters, 1971; Lynch, 1979; Duellman, 1983) de acuerdo a sus características morfológicas y físicas. Una vez identificados fueron devueltos al área en donde se encontraron.

### **2.2.1.5 Organización de información.**

Para ingresar la información obtenida, en el campo, se diseñó una base de datos en el programa Excel, donde se ingresó en cada fila los individuos encontrados y en las columnas la información de cada registro. Las coordenadas de cada individuo

encontrado se registró en campo con el GPS y con el programa Basecamp se obtuvo las coordenadas para ingresarlas en la base de datos.

**Tabla 1.** Técnicas aplicadas para generar información sobre la composición de anfibios presentes en la reserva privada “El Madrigal”

Aspectos evaluados	Información obtenida
Inventario de la composición de especies, existentes en la reserva el Madrigal	Riqueza, abundancia y diversidad de especies
Relevantamiento por encuentro visual	
Transectas de bandas auditivas	
Muestreo de transectos	Identificación y localización de especies de anfibios para cada zona
Recolección de ejemplares	
Trabajo de laboratorio	
Búsqueda de Información	Estado de conservación de cada especie de anfibios
Índice de Simpson	Diversidad
Índice de Shannon	Diversidad estimada
Curva de acumulación de especies Índice de Chao	Predicción de especies que aumenten Muestreo optimo
Coeficiente de Jaccard	Similitud de especies de cada transecto
Análisis del estado de Conservación	Especies que se encuentren en alguna categoría de amenaza según la UICN.

**Fuente:** (Murrieta, 2007).

**Elaboración:** Gabriela Mora

De acuerdo a la (Tabla1). Las técnicas empleadas sirvieron para analizar la composición de anfibios a partir de los resultados o información obtenida, se calculó la abundancia para cada una de las especies registradas en cada transecto. La riqueza es el número de especies registradas en cada zona, obtenidas con la ayuda del método por relevantamiento de encuentro visual, con lo cual se calculó los índices de diversidad empleados.

Para evaluar la diversidad de especies se empleó los índices de Shannon y de Simpson. El de Shannon mide el grado de incertidumbre (si la diversidad es baja, la incertidumbre de encontrar una especie en particular al azar es baja y si la diversidad es alta, va ser más difícil predecir la identidad de un individuo escogido al azar). El índice de Simpson permite conocer la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra

sean de la misma especie, por lo que está fuertemente influido por las especies dominantes (Murrieta, 2007). El cálculo se lo realizó en el programa PAST, junto con el índice de Chao.

La curva de acumulación nos muestra gráficamente si el esfuerzo de muestreo aplicado es suficiente para conocer un número de especies cercano, al número real que existe en el área de estudio. Se entiende que conforme aumenta el esfuerzo de muestreo la curva de acumulación tiende a estabilizarse, y por lo tanto el número de especies encontrado será muy cercano al número real de especies.

Para el análisis de la similitud de especies, se usó el coeficiente de Jaccard basado en el total de especies compartidas entre dos zonas o transectos, dividido para el total de las especies existentes entre los dos transectos.

Para determinar el estado de conservación de las especies de anfibios, se basó en los criterios establecidos en la lista roja de anfibios para el Ecuador de Amphibia Web Ecuador y de la Lista Roja de la UICN (2016) en donde se seleccionó la categoría en que se encuentra cada especie existente. Las categorías son las siguientes:

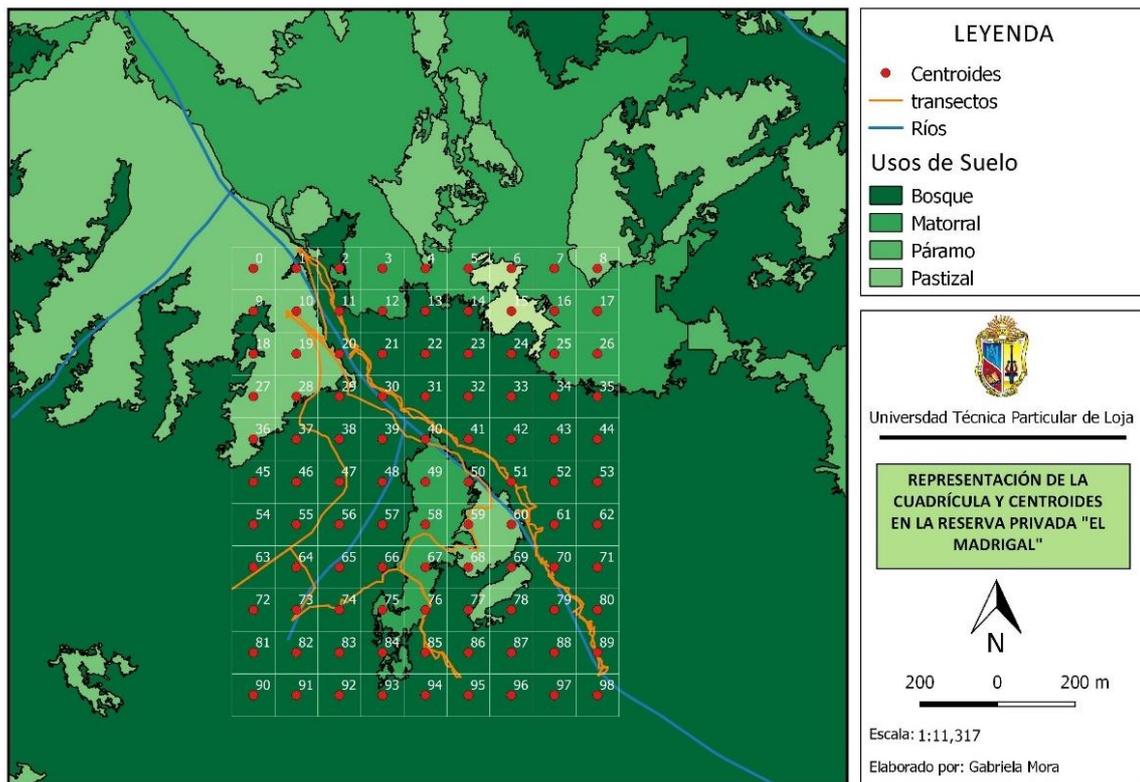
- En Peligro Crítico (CR).
- En Peligro (EN).
- Vulnerable (VU).
- Casi Amenazada (NT).
- Datos Insuficientes (DD).
- Preocupación menor (LC).

### **2.2.2 Patrones de ocupación de hábitat.**

Para determinar los patrones de ocupación de hábitat se tomó en consideración los resultados del primer objetivo y particularmente las coordenadas donde cada individuo fue encontrado. Los diferentes registros obtenidos, permitieron realizar una correlación con diferentes variables medidas (uso de suelo, altitud, pendiente, y distancia a la quebrada) que indicaron las preferencias de ocupación de hábitat de las especies encontradas.

Estas variables sirvieron para obtener, un modelo de ocupación de hábitat y fueron obtenidas a partir de puntos determinados mediante un análisis cartográfico en el

programa QGis, donde se diseñó una cuadrícula de 100 x 100m sobre un área de 1km<sup>2</sup> en la reserva. Dentro de cada cuadrícula se determinó un punto medio, utilizando la herramienta *centroide*, cada uno de los cuales fue numerado y georeferenciado (figura 3). A cada individuo encontrado se le asignó el código del centroide más cercano y se le incorporo a cada uno las variables que le correspondían de acuerdo al centroide asignado.



**Figura 3.** Representación de los centroides en una cuadrícula de 100 x 100m en un área de 1km<sup>2</sup> donde para cada centroide se obtuvo las variables de uso de suelo, pendiente, distancia a la quebrada y altitud.

- **Digitalización de datos**

Se realizó una sistematización de los resultados obtenidos en el campo de los tres transectos, y se diseñó una base de datos en el programa Excel, en el cual se digitalizo y registro la información de cada individuo encontrado, con la identificación de la especie y datos ecológicos tales como (localidad, zona o transecto, coordenadas, fecha, microhábitat, pendiente, altura, uso de suelo) y observaciones que indican el estado en el que se encuentra el individuo.

### **2.3 Análisis Estadístico**

Para determinar la diversidad alfa del área, se utiliza los índice de diversidad de Shannon – Wiener y de Simpson que permiten medir el grado de incertidumbre y los niveles de dominancia (Cisneros-Heredia, 2006). Para comparar las especies de diferentes hábitats se utilizó el Índice de Similitud de Jaccard, el cual es recomendado aplicar para comparar la fauna de diferentes hábitats (Moreno & Moreno, 2001).

Se aplicó el índice de Chao 1 como un estimador del número real de especies existentes en la comunidad, basado en la abundancia y número de especies registradas en la muestra (Colwell & Coddington, 1994).

Para calcular los índices de diversidad (Shannon y Simpson), de similitud (Jaccard), y el índice de chao 1 se utilizó los módulos de Diversidad del programa estadístico Past (Paleontological statistics), versión 3.14.

En el caso del segundo objetivo acerca de los patrones de ocupación de hábitat, con la ayuda del programa estadístico R, se aplicó modelos lineales generalizados (GLM Generalized Linear Models) que permiten hacer un análisis de regresión en el que los errores (los residuos) se distribuyen según las distribuciones distintas de la normal. Los GLM tienen como objetivo describir el efecto de una o más variables explicativas (independientes) sobre una o más variables de respuesta (dependiente).

Se aplicó GLM para cada especie incluyendo al mismo tiempo las variables de altitud, pendiente, usos de suelo y distancia a la quebrada.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS**

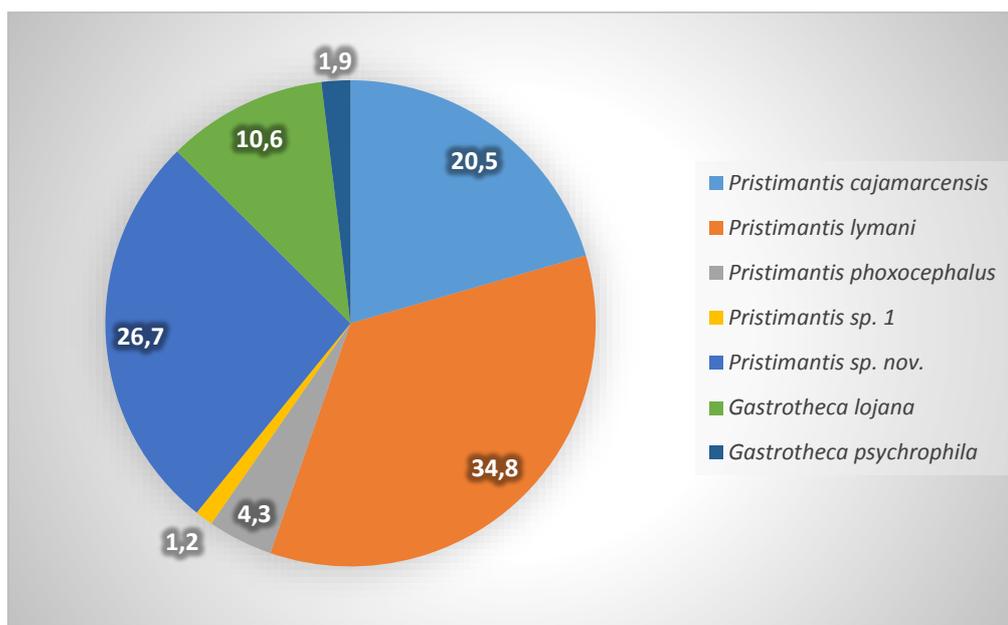
### 3.1 Composición de Anfibios de la reserva privada “El Madrigal”

Con los datos obtenidos se determinó la riqueza de anfibios en el área de estudio, registrándose un total de 7 especies, de las cuales 5 pertenecen a la familia Craugastoridae y 2 a Hemiphractidae. En total se encontraron 161 individuos.

**Tabla 2.** Lista de Anfibios de la reserva privada “El Madrigal”, Provincia de Loja

Familia	Especie	Nombre común	# Individuos
Craugastoridae	<i>Pristimantis cajamarcensis</i>	Cutín de Cajamarca	33
Craugastoridae	<i>Pristimantis lymani</i>	Cutín de lymani	56
Craugastoridae	<i>Pristimantis phoxocephalus</i>	Cutín silbador	7
Craugastoridae	<i>Pristimantis sp. 1</i>	Rana cutín	2
Craugastoridae	<i>Pristimantis sp. nov.</i>	Rana cutín	43
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca lojana</i>	Rana marsupial de montaña	15
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca psychrophila</i>	Rana marsupial lojana	3
<b>TOTAL</b>			<b>161</b>

Se ha identificado 2 familias de anfibios, Craugastoridae y Hemiphractidae, de las cuales la común es Craugastoridae. La especie *Pristimantis lymani* fue la más abundante con 56 individuos encontrados, seguido de *Pristimantis sp. nov.* con 43. Las dos especies menos abundantes fueron *Gastrotheca psychrophila* con 3 y *Pristimantis sp.1* con 2 individuos (Tabla 2).



**Gráfica 1.** Porcentaje de individuos registrados por especie en relación al total.

La gráfica 1 muestra las especies que tienen un mayor porcentaje de registros siendo *Pristimantis lymani* con un 34,8 %, seguido de *Pristimantis* sp. nov con el 26,7 % y *Pristimantis cajamarcensis* 20,5 %. Se estima que las especies consideradas menores a las previamente registradas son *Pristimantis* sp. 1, *Gastrotheca psychrophila*, *Pristimantis phoxocephalus* y *Gastrotheca lojana*.

En la tabla 3 se muestran todas las especies registradas, incluyendo su fotografía y una breve descripción de cada una, basándose en los registros obtenidos al momento de la captura de cada individuos de la especie.

**Tabla 3.** Fotografía y descripción de los anfibios de la reserva privada “El Madrigal”.

	<p><i>Pristimantis lymani</i> (CRAUGASTORIDAE), llamada por su nombre común Cutín de Lyman, fue la especie con mayor registros en el área de estudio, hallada en los distintos microhábitats del Madrigal como son roca, subdosel y suelo, tanto en áreas de pastizal como de bosque. Se encuentra en la categoría de menor preocupación. Se han encontrado individuos de esta especie hasta los 3000 m en el subpáramo de la provincia de Loja (Paéz- Rosales <i>et al.</i> 2012).</p>
	<p><i>Pristimantis cajamarcensis</i> (CRAUGASTORIDAE), llamada por su nombre común Cutín de Cajamarca, hallada en los distintos microhábitats, dosel, roca, subdosel y suelo. Se encuentra en la categoría de menor preocupación. Es una especie ampliamente distribuida en la depresión de Huancabamba, entre los 1800 y 3100 m s.n.m. (Frenkel <i>et al.</i> 2012)</p>
	<p><i>Pristimantis</i> sp. nov. (CRAUGASTORIDAE), constituye una nueva especie de anuro para la ciencia del grupo de las ranas cutín de la cual existen varios registros en diferentes quebradas de la ciudad de Loja. Fue hallada en todos los transectos evaluados, tanto en dosel como en subdosel. Al ser una especie nueva, no se encuentra considerada dentro de alguna categoría de Amenaza</p>

Tabla 3. Continuación...

	<p><i>Pristimantis</i> sp. 1 (CRAUGASTORIDAE), que pertenece al grupo de ranas cutín, hallado en un único microhábitat de subdosel. Solo se pudo identificar hasta el nivel de género. No se puede determinar su estado de conservación.</p>
	<p><i>Pristimantis</i> cf. <i>phoxocephalus</i> (CRAUGASTORIDAE), llamada comúnmente como cutín salvador, hallado en los distintos microhábitats, roca, subdosel y suelo. Se ubica en la categoría de preocupación menor.</p>
	<p><i>Gastrotheca lojana</i> (HEMIPHRACTIDAE), su nombre común es rana marsupial de montaña, hallada en los distintos microhábitats, dosel, subdosel y suelo. Se ubica en la categoría de preocupación menor. Es una especie relativamente común distribuida en las provincias de Loja y Azuay, entre los 1700 y 3020 m s.n.m. (Chasiluisa <i>et al.</i> 2010).</p>
	<p><i>Gastrotheca</i> <i>psychrophila</i> (HEMIPHRACTIDAE), llamada comúnmente como rana marsupial lojana, hallado en dosel y subdosel. Se ubica en la categoría de En Peligro.</p>

### 3.1.1 Índices de diversidad de anfibios en la reserva privada “El Madrigal”.

Los índices aplicados para obtener los valores de diversidad para cada transecto de muestreo y del total de la comunidad de anfibios de la reserva privada “El Madrigal” fueron el de Shannon (Tabla 4) y Simpson 1-D (Tabla 5), que arrojaron los siguientes resultados:

**Tabla 4.** Valor del índice de Shannon.

TRANSECTO	RESULTADO SHANNON	INTERPRETACIÓN
1	1,36	Diversidad Media
2	1,39	Diversidad Media
3	1,34	Diversidad Media
<b>TOTAL</b>	<b>1,54</b>	<b>Diversidad Media</b>

Según los rangos establecidos para la interpretación del índice de Shannon, la diversidad del área de estudio es media, debido a que el valor se encuentra en el rango entre 1,5 a 3 (Tabla 4).

**Tabla 5.** Valor del índice de Simpson.

TRANSECTO	RESULTADO SHANNON	INTERPRETACIÓN
1	0,71	Diversidad Media
2	0,70	Diversidad Media
3	0,73	Diversidad Media
<b>TOTAL</b>	<b>0,75</b>	<b>Diversidad Media</b>

Según los rangos establecidos para la interpretación del índice de Simpson, la diversidad del área de estudio es media, debido a que el resultado obtenido se encuentra en el rango del tercer cuartil entre 0,5 y 0,75 (Tabla 5).

### 3.1.2 Índice de similitud entre transectos evaluados en la reserva privada “El Madrigal”.

Para evaluar la similitud se utilizó el índice de Jaccard comparando entre los transectos evaluados (Tabla 6). El transecto 1 (T1) y transecto 2 (T2), tiene una similitud de 0,71 seguido de T1 con T3 un 0,67, y T2 con T3 de 0,67. El transecto 1 y 2 tiende a estar

más cerca de 1 y por lo tanto es mayor su índice de similitud, es decir ambos transectos comparten más especies en común.

**Tabla 6.** Coeficiente de similitud de Jaccard.

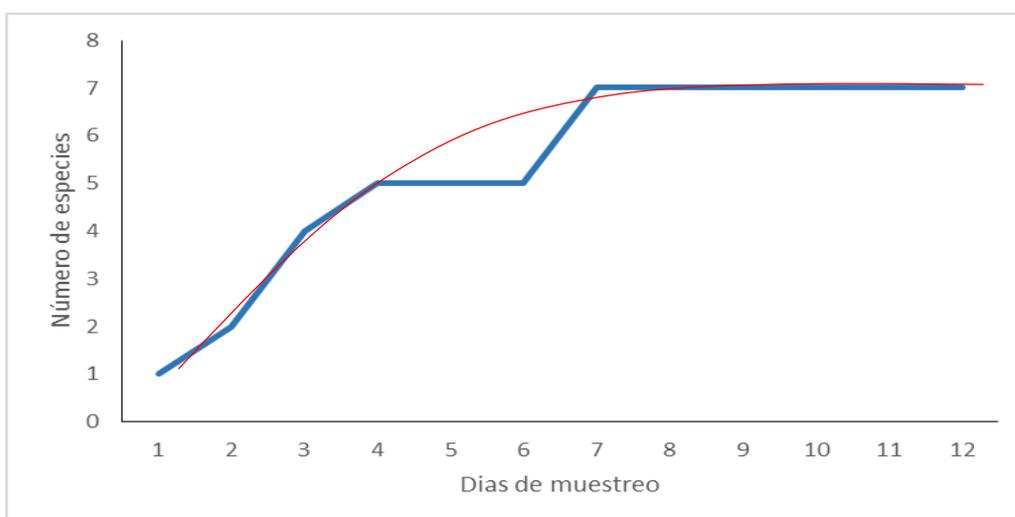
	T1	T2	T3
T1	1	0,71	0,67
T2	0,71	1	0,67
T3	0,67	0,67	1

La mayor similitud fue entre el transecto 1 y 2. Las mayores diferencias se registraron entre el transecto 3 al compararlo con los transectos 1 y 2

### 3.1.3 Índice de Chao 1.

El valor que arrojó el índice de Chao 1 es de 7 especies, lo que quiere decir que el esfuerzo de muestreo aplicado es suficiente para conocer las especies de anfibios presentes en El Madrigal, pues el valor de Chao 1 coincide con el número de especies registradas en el presente trabajo que es 7, lo que equivale al 100 % de especies con referencia a la estimación de Chao 1.

Para complementar el índice de Chao 1, se graficó una curva de acumulación de especies (Gráfica 2), relacionando el número de especies encontradas versus el incremento en los días de muestreo.



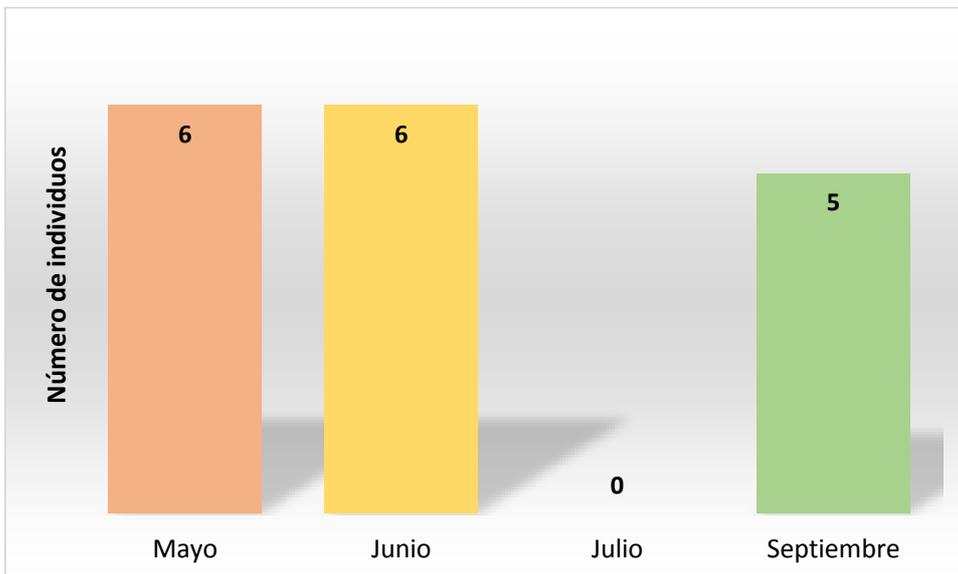
**Gráfica 2.** Curva de acumulación de especies.

Según la gráfica 2 se indica que desde el séptimo día de muestreo la curva de acumulación llegó a su punto de estabilización, debido que desde el día siete al último día de muestreo la curva permanece constante.

### 3.1.4 Análisis temporal de los registros obtenidos.

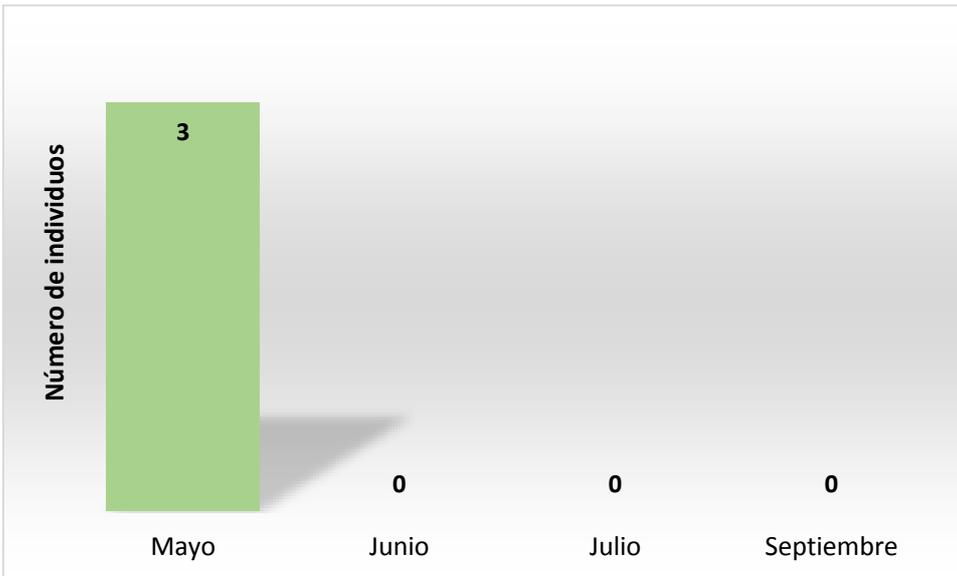
Para entender los patrones de distribución temporal de cada especie, durante los cuatro meses de trabajo de campo, se presentan a continuación las gráficas para cada especie que indican el número de individuos encontrados en cada mes.

Para la especie *G. lojana* se obtuvo registros en los meses de mayo, junio y septiembre. En los dos primeros meses se hallaron 6 individuos para cada mes, en el mes de septiembre se encontraron 5 individuos y no se obtuvo registros en el mes de julio (Gráfica 3).



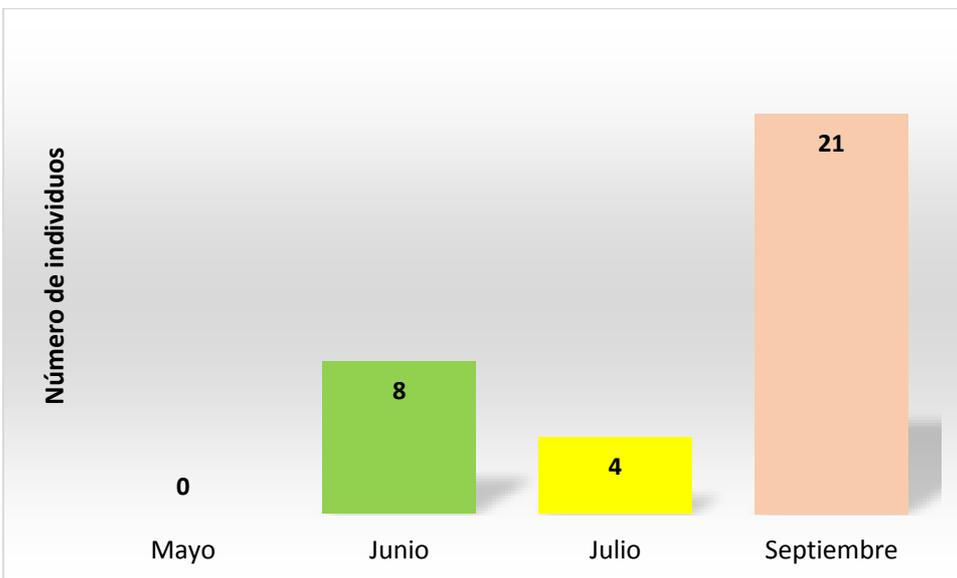
**Gráfica 3.** Número de individuos encontrados de *Gastrotheca lojana* por cada mes de muestreo en la reserva privada "El Madrigal".

En el caso de *Gastrotheca psychrophila* solo en el mes de mayo se registró 3 individuos, lo que indica que existe una menor actividad de esta especie y en los demás meses no se encontró individuos de la especie (Gráfica 4).



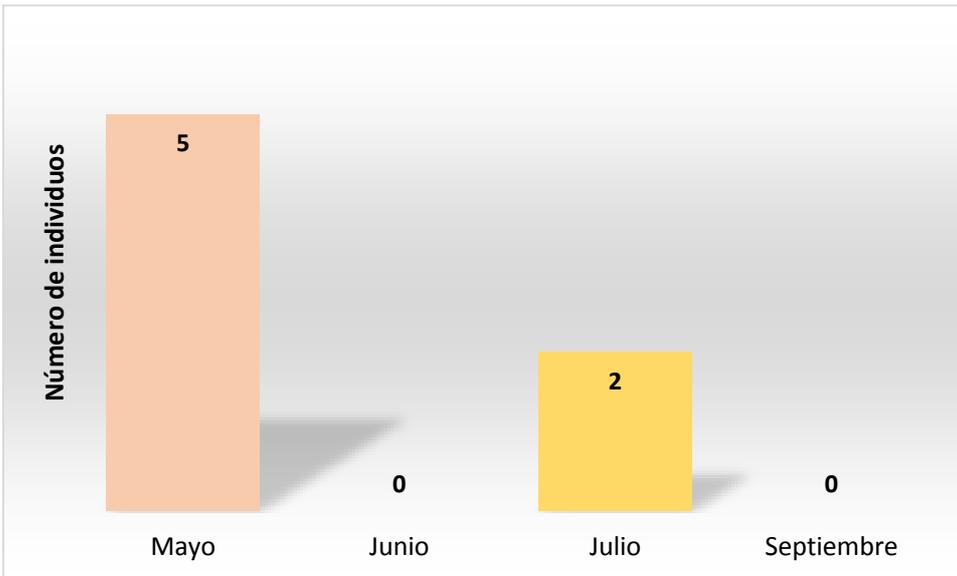
**Gráfica 4.** Número de individuos encontrados de *Gastrotheca psychrophila* por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”.

En el caso de *Pristimantis cajamarcensis*, en el mes de septiembre se encontró un mayor número de individuos (21), a diferencia de los meses de junio donde se registró 8 individuos y el mes de julio con 4. No se encontraron individuos de la especie en el mes de mayo (Gráfica 5).



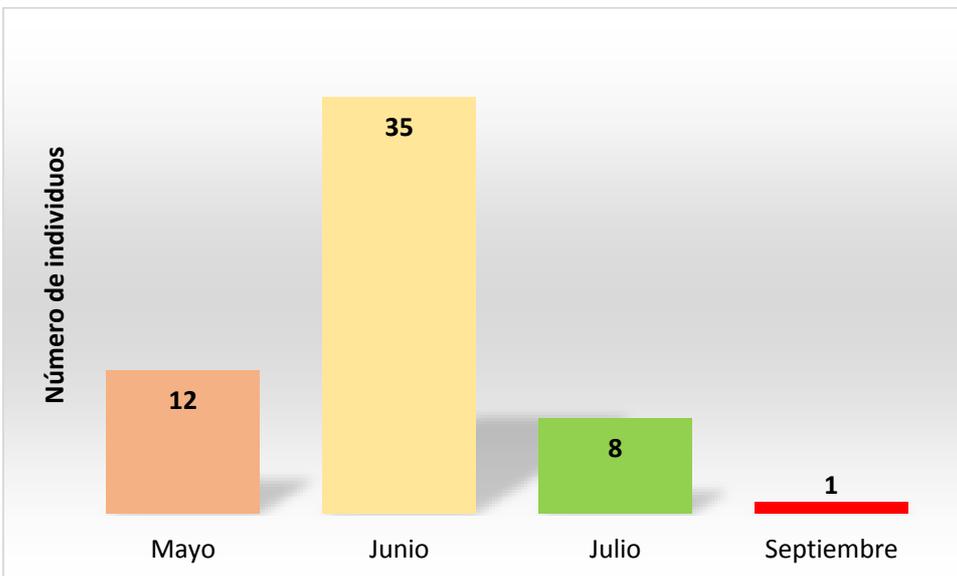
**Gráfica 5.** Número de individuos encontrados de *Pristimantis cajamarcensis* por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”.

La especie *Pristimantis phoxocephalus*, fue registrada en los meses de mayo con 5 individuos y en julio con 2, y para los meses de Junio y Septiembre no se encontró individuos de la especie (Gráfica 6).



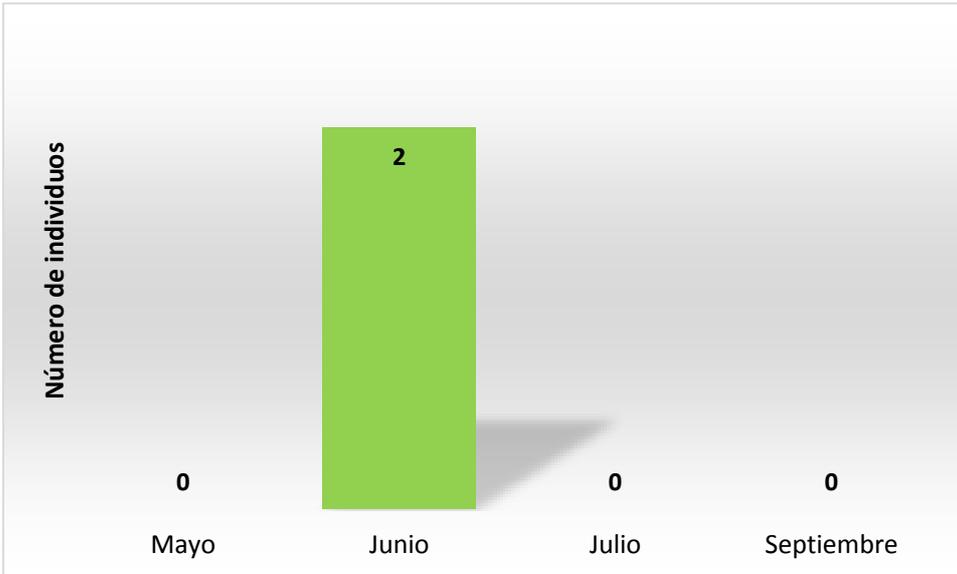
**Gráfica 6.** Número de individuos encontrados de *Pristimantis phoxocephalus* por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”.

En el caso de *Pristimantis lymani* resulto ser la especie más común en el área de estudio y se encontró en el mes de junio con 35 individuos, seguido del mes de mayo con 12, en julio 8 y en septiembre 1 (Gráfica 7).



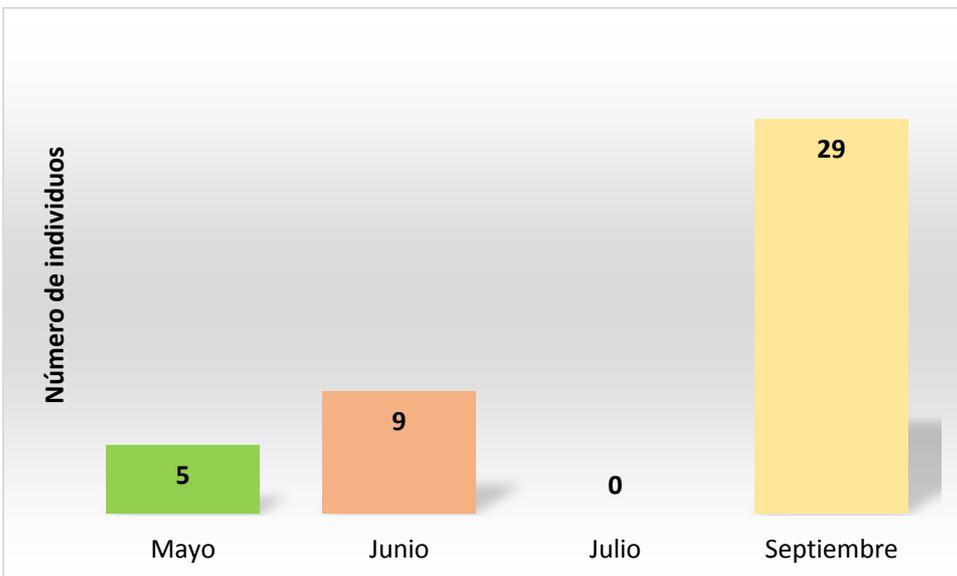
**Gráfica 7.** Número de individuos encontrados de *Pristimantis lymani* por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”.

La especie *Pristimantis* sp. 1 fue una de las menos común en el área de estudio, con un registró 2 únicos individuos en el mes de Junio ya que para los meses de Mayo, Julio, Septiembre no se obtuvieron registros (Gráfica 8).



**Gráfica 8.** Número de individuos encontrados de *Pristimantis* sp. 1 por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”.

De la especie *Pristimantis* sp. *nov.* se logró encontrar 29 individuos en el mes de septiembre, siendo menos común en mayo y junio. No se obtuvo ningún registro en el mes de julio (Gráfica 9).

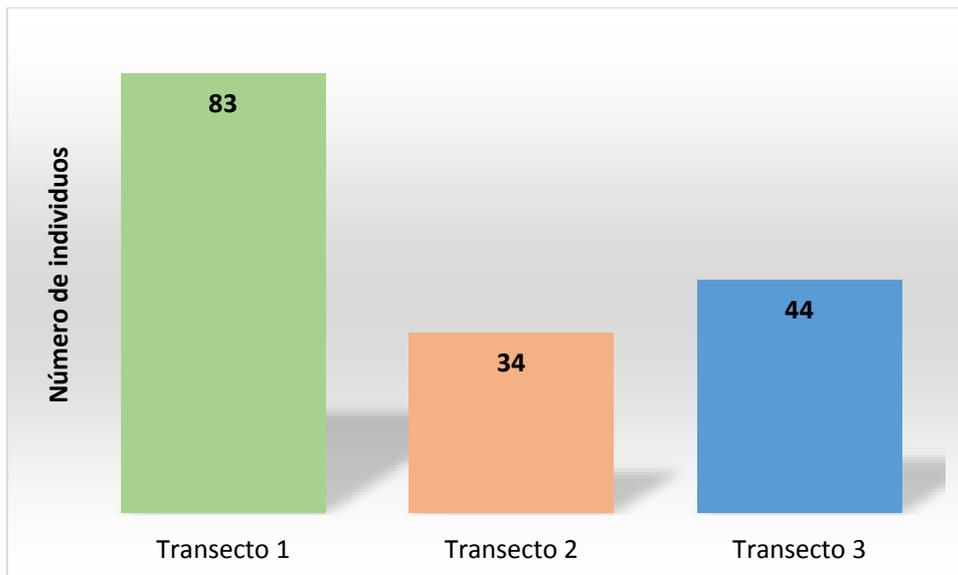


**Gráfica 9.** Número de individuos encontrados de *Pristimantis* sp. *nov.* por cada mes de muestreo en la reserva privada “El Madrigal”.

### 3.1.5 Análisis por transectos.

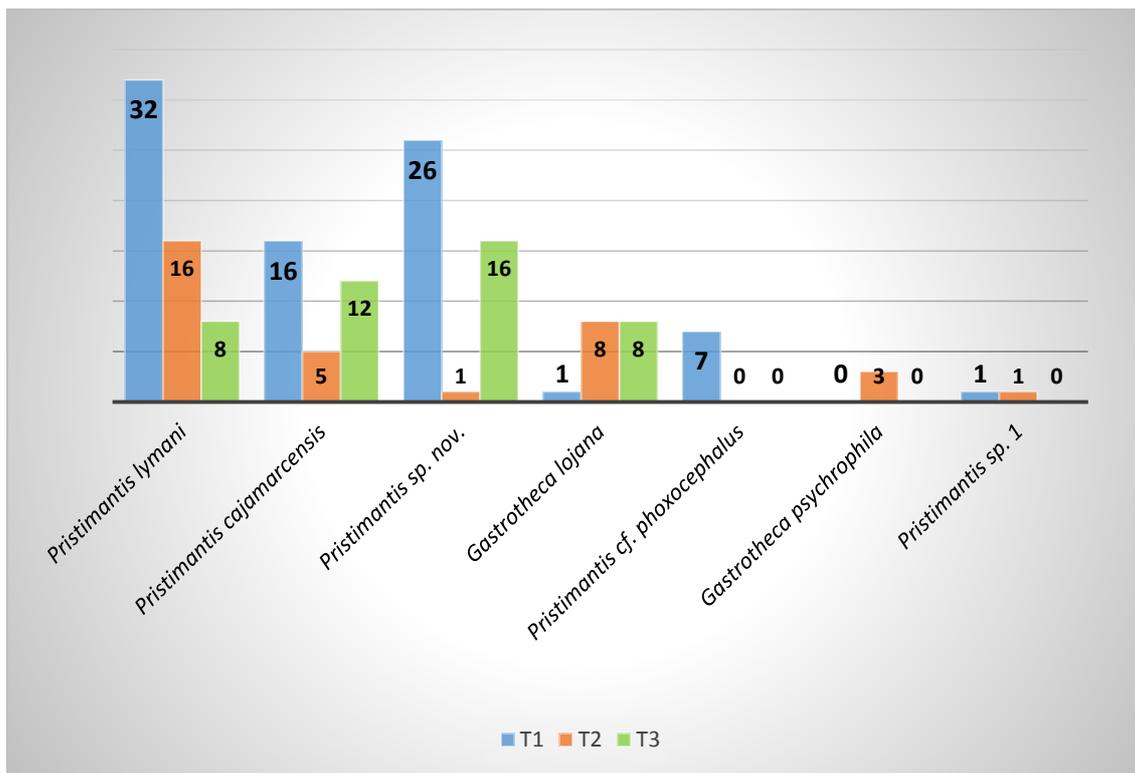
Para el análisis por transectos se obtuvieron los siguientes resultados, en donde muestran el número de individuos encontrados para cada transecto.

Como se puede observar en la gráfica 10, en el transecto 1 (junto a la quebrada) se observó un mayor número de individuos que representa el 51,6 % del total de anfibios encontrados, seguido del transecto 2, con 27,3 % y en el transecto 3 donde se obtuvo la menor cantidad de registros con un 21.1 % existente.



**Gráfica 10.** Número de individuos encontrados por transecto de muestreo.

En la gráfica 11, se puede observar el número de individuos de cada especie que se registró en cada transecto. Las especies *Pristimantis lymani*, *P. cajamarcensis*, *P. sp. nov.* y *Gastrotheca lojana* fueron observadas en los tres transectos. La especie *Pristimantis sp. 1* fue encontrada en dos transectos. En cambio, las especies *Pristimantis cf. phoxocephalus* y *Gastrotheca psychrophila* se observaron en un solo transecto, por lo que se consideran las especies raras.



**Gráfica 11.** Número de individuos de cada especie encontrados por transecto.

### 3.1.6 Estado de conservación.

Luego de revisar la lista roja de anfibios, de la UICN y la elaborada para el país de Amphibia Web Ecuador, se obtuvo el estado de conservación para cada especie que se presenta en la tabla 7.

**Tabla 7.** Estado de Conservación de los anfibios encontrados.

FAMILIA	ESPECIE	UICN	AMPHIBIA WEB
Craugastoridae	<i>Pristimantis lymani</i>	Preocupación Menor	Casi Amenazada
Craugastoridae	<i>Pristimantis cajamarcensis</i>	Preocupación Menor	Preocupación Menor
Craugastoridae	<i>Pristimantis sp. nov.</i>	No Identificada	No Identificada
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca lojana</i>	Preocupación Menor	Vulnerable
Craugastoridae	<i>Pristimantis cf. phoxocephalus</i>	Preocupación Menor	Vulnerable
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca psychrophila</i>	En Peligro	En Peligro
Craugastoridae	<i>Pristimantis sp. 1</i>	No Identificada	No Identificada

**Fuente:** (UICN, 2016; Ron *et al.*, 2016).

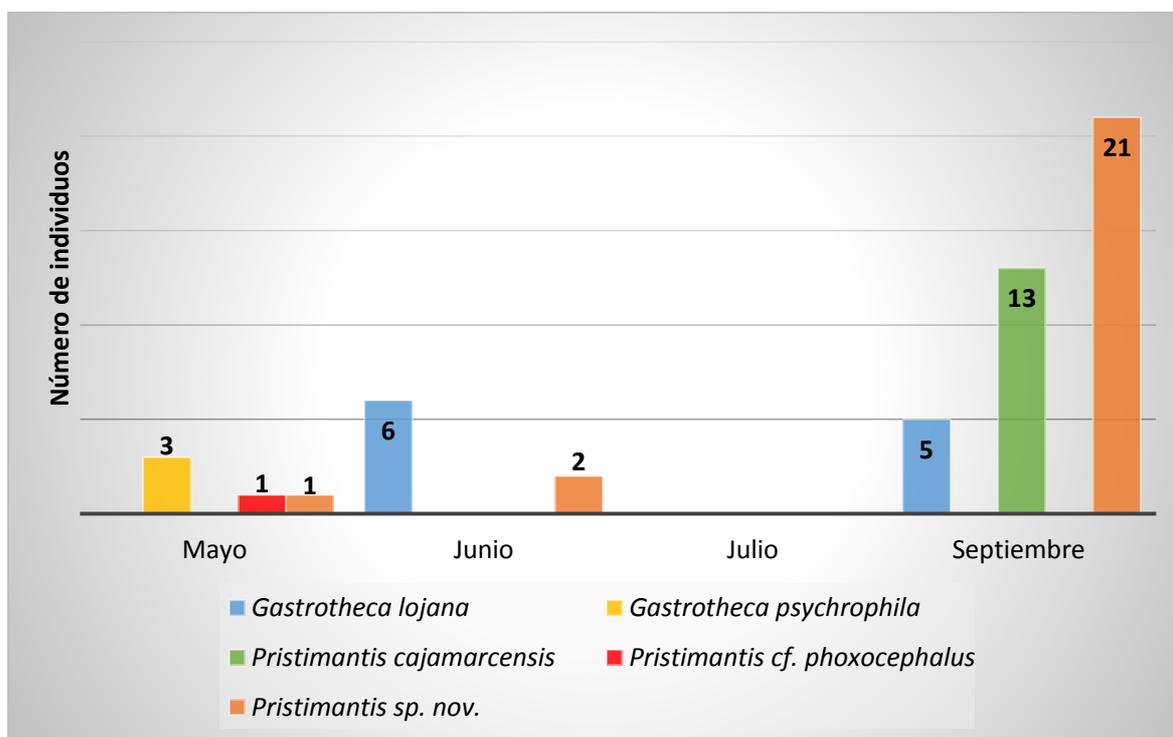
**Elaboración:** Gabriela Mora.

De las 7 especies registradas *Pristimantis lymani*, *Pristimantis cajamarcensis*, *Pristimantis cf. phoxocephalus* y *Gastrotheca lojana* se encuentran dentro de la

categoría Preocupación Menor (LC) según la lista roja de anfibios del Ecuador de la UICN, pero según la lista de Amphibia Web Ecuador, *P. lymani* se encuentra dentro de la categoría casi amenazada, y *G. lojana* y *P. cf. phoxocephalus* en estado vulnerable. La especie (*Gastrotheca psychrophila*) está categorizada En Peligro y *Pristimantis* sp. nov. y *Pristimantis* sp. 1 no se encuentran evaluadas al no haber sido identificadas a nivel de especie.

Se llevó a cabo el registro de cantos de anfibios, con un total de con 52 individuos pertenecientes a cinco especies.

En el mes de mayo y septiembre se estima mayor presencia auditiva en especies siendo, *Pristimantis* sp. nov la especie más destacada en cuanto a canto registrada en los mes de mayo, junio, siendo septiembre el mes con mayor número de 21 individuos del total de registros y no se obtuvieron registros auditivos de ninguna especie en el mes de julio (Gráfica 12).



**Gráfica 12.** Registros de cantos de acuerdo a los meses de muestreo

### 3.1.7 Uso de Microhábitat.

Con la información que se obtuvo al momento de la colecta de los individuos, se obtuvo para cada especie el número de individuos por microhábitat (suelo, piedra, dosel, subdosel y pastizal), lo cual se puede observar en la tabla 7.

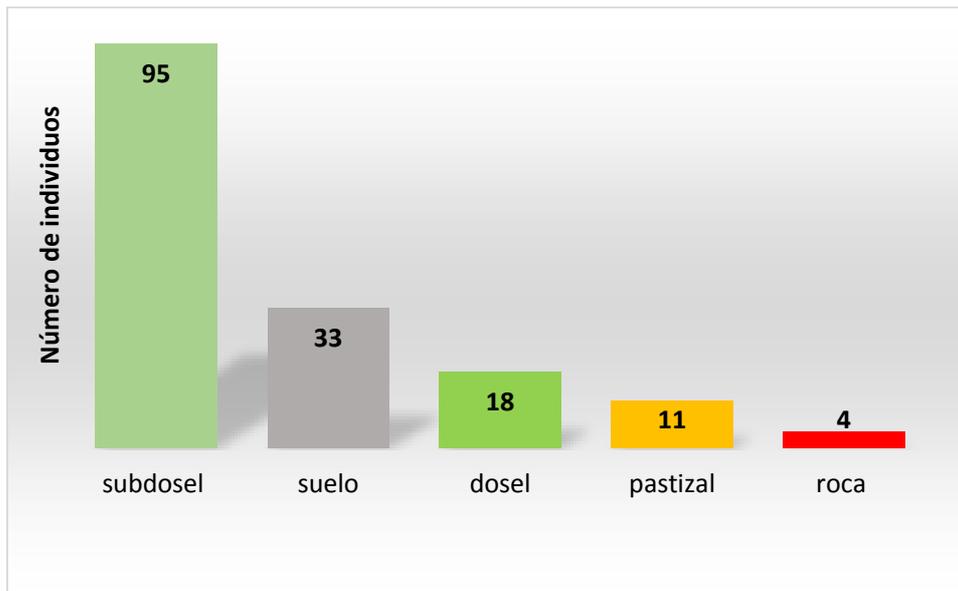
**Tabla 8.** Individuos de cada especie encontrados en los diferentes microhábitats.

Especies	Microhábitats				
	Suelo	Roca	Dosel	Subdosel	Pastizal
<i>Pristimantis lymani</i>	22	1	-	23	10
<i>Pristimantis sp. nov.</i>	-	-	6	36	1
<i>Pristimantis cajamarcensis</i>	8	1	2	22	-
<i>Gastrotheca lojana</i>	1	-	9	7	-
<i>Pristimantis phoxocephalus</i>	2	2	-	3	-
<i>Gastrotheca psychrophila</i>	-	-	1	2	-
<i>Pristimantis sp. 1</i>	-	-	-	2	-

El microhábitat mas ocupado por las especies de anfibios fue el subdosel, que corresponde a la base de la vegetación hasta la zona por debajo de la copa de los árboles. El pastizal es el microhábitat menos ocupado por las especies, que se caracteriza por poseer vegetación herbácea (tabla 8).

El análisis de los individuos de cada especie de anfibios encontrados en los diferentes microhábitats muestra su adaptabilidad para desarrollar diferentes actividades en cada uno, siendo la más destacada *Pristimantis sp. nov.* La especie que tiene la mayor preferencia por el subdosel con 36 individuos y no se encontró en suelo ni rocas. En el caso de *Pristimantis lymani* fue la especie que más microhabitats utiliza, con 23 individuos que se encontraron en subdosel, 22 en suelo, 10 en pastizal y uno en roca.

En la gráfica 13 se representa las preferencias de uso de microhábitat de todos los individuos encontrados de las siete especies. De acuerdo a esta gráfica, las especies de anfibios de la reserva “El Madrigal”, frecuentan más el subdosel el cual se caracteriza por ramas, hojas y vegetación baja.



**Gráfica 13.** Número de individuos con respecto al uso de microhábitat de las especies de anfibios.

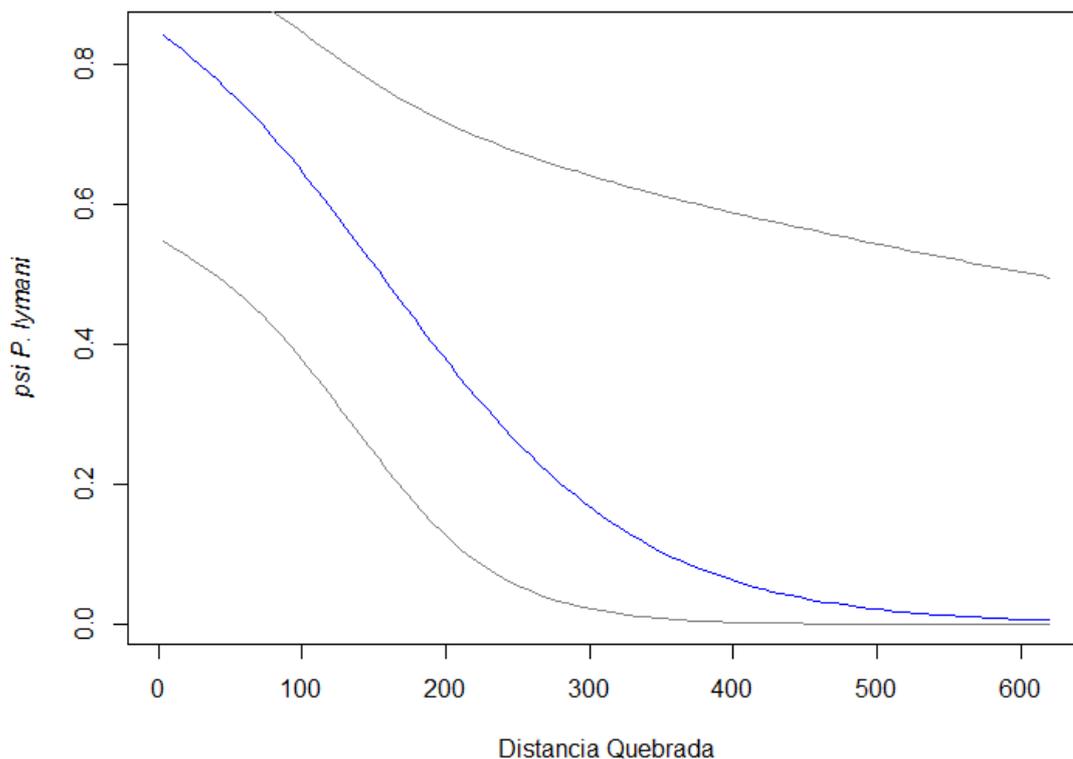
De acuerdo a la, (Gráfica 13), se observa que del total de anfibios existentes en la reserva “El Madrigal”, 95 individuos frecuentan más en subdosel el cual es característico de hojas y vegetación baja.

### 3.2 Patrones de ocupación de hábitat

Una vez obtenidos los diferentes modelos (Modelos Lineales Generalizados) que permitan conocer si estadísticamente existe alguna influencia de las variables medidas (uso de suelo, pendiente, altitud y distancia a la quebrada) sobre la distribución de las especies en el área de estudio, se observó que estas variables fueron poco explicativas en cuanto a los patrones de ocupación de hábitat de todas las especies.

Mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) se organizaron los diferentes modelos para cada especie. Solo en el caso de *Pristimantis lymani* se obtuvo una significancia estadística suficiente para aceptar el modelo, pues los valores fueron de 150,73 a 167,92, correspondiendo el valor más bajo al modelo distancia a la quebrada versus probabilidad de encontrar la especie (AIC=150,73).

En *Pristimantis lymani*, la variable de Distancia a la quebrada es estadísticamente significativa para explicar de mejor forma la probabilidad de que la especie sea encontrada en un muestreo aleatorio, mientras más lejos a la quebrada la probabilidad de ocupación se reduce (Gráfica 14).



**Gráfica 14.** Ocupación de la especie *Pristimantis lymani* en relación con distancia a la quebrada. La probabilidad de ocupación se representa con línea azul y la desviación de esta medida se denota con las líneas grises.

Es decir que *Pristimantis lymani* habita en lugares más húmedos y cercanos a la quebrada sin embargo no es una especie que dependa de este factor para su reproducción y desarrollo, ya que el género *Pristimantis* pertenece a un grupo de anfibios denominado Terrarana que se caracterizan por tener desarrollo directo en su ciclo reproductivo (Heinicke *et al.*, 2009), es decir no tienen una fase de renacuajo, sino que los individuos jóvenes salen directamente de los huevos, lo cual permite concluir que esta especie tiene una estrecha relación con la quebrada que no está asociada con su reproducción. Además es una de las especies más abundantes que se ha registrado.

## CONCLUSIONES

En base al trabajo realizado, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La riqueza total de anfibios registrada en la reserva privada “El Madrigal” fue de 7 especies, de las cuales *Pristimantis lymani*, *Pristimantis cajamarcensis* y *Pristimantis* sp. nov fueron las más abundantes. En el caso de los individuos de *P. Lymani* corresponden a la tercera parte de los registros obtenidos con un porcentaje de 34,5 %.
- Los individuos de las 7 especies fueron encontrados en mayor número en el trasecto 1, representando el 51,6 % del total de registros, sin embargo *Pristimantia lymani*, *Pristimantis cajamarcensis*, *Pristimantis* sp. nov y *Gastrotheca lojana*, fueron las especies con distribución más amplia, ya que se observaron en los tres transectos.
- Considerando los registros durante los meses de muestreo, *Pristimantis cajamarcensis* y *Pristimantis* sp. nov fueron más comunes de observar en el mes de Septiembre y *Pristimantis lymani* en el mes de Junio. Es importante destacar que *Gastrotheca psychrophila* solo fue registrada en el mes de mayo.
- De las siete especies registradas todas se encuentran en Preocupación Menor a excepción de *Gastrotheca psychrophila* que está En Peligro.
- El registro de *G. psychrophila* es importante porque es una especie endémica de Loja y Zamora Chinchipe, de la cual existen registros antiguos en cuatro localidades, que en la actualidad son áreas intervenidas. El presente registro constituye la primera vez que se observa a la especie dentro de un área protegida, que en este caso constituye un esfuerzo privado de conservación, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus.
- Se encontró anfibios en todos los usos de suelo determinados, a diferentes pendientes, altitudes y distancia a la quebrada con diferencias marcadas en cuanto a la composición y abundancia.
- En la comunidad de anfibios, se pudo observar que el microhábitat de subdosel es uno de los más preferidos por todas las especies, ya que los individuos se encontraron ahí con mayor frecuencia. El subdosel se caracteriza por la abundancia de hojas y vegetación baja.
- En la mayoría de las especies no se observaron patrones de ocupación, determinados en función de las variables medidas, excepto en *Pristimantis lymani* cuya distribución está fuertemente relacionada solo con la distancia a la quebrada.

## RECOMENDACIONES

En base al trabajo realizado, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Evaluar la situación actual de los anfibios de la ciudad de Loja en otras áreas de bosque, pero también en lugares intervenidos, incluyendo zonas urbanas, con la finalidad de obtener un análisis sobre el estado de este grupo animal en la hoya de Loja.
- Respecto a *Pristimantis lymani* y considerando que la especie no necesita de un cuerpo de agua para su reproducción, sería importante evaluar cuál es el factor que determina la fuerte relación entre la distribución de la especie y la distancia a la quebrada.
- Ampliar el estudio de las especies registradas en el presente trabajo para la categorización de las especies que aún no han sido evaluadas por la lista roja de los anfibios del Ecuador y en la UICN.
- Aplicar más variables de campo que permitan obtener mayor información de las especies existentes, para poder explicar con mayor certeza la preferencia de ocupación de hábitat.
- En base a los resultados obtenidos, se recomienda el uso de las metodologías de transectos de observación y transectos de bandas auditivas para la evaluación de anfibios en ecosistemas andinos.
- Realizar una campaña de educación ambiental dirigida a los involucrados en el manejo de la Reserva Privada El Madrigal, incluyendo a los estudiantes de la Escuela Amauta, con la finalidad de dar a conocer el rol ecológico y la importancia de los anfibios para el medio ambiente y se pueda mejorar la conservación de las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza.
- Que se mantenga el esfuerzo realizado por la Familia Tapia para la conservación de la Reserva Privada El Madrigal y que las diferentes instituciones involucradas en la conservación de la biodiversidad, tanto públicas y privadas, apoyen esta iniciativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuja, L & Merizalde, C. (2012). *Zoología: Vertebrados*. Quito, Ecuador: Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional.
- Angulo, A., Rueda, J. V., Rodríguez, J. V., & La Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional.
- Bolaños, F. Castro, C. Cortez, I. De la Riva, T. Grant, B. Hedges, R. (2008). Amphibians of the Neotropical realm. En: Stuart, S.N., Hoffmann, M., Chanson, J.S., Cox, R.J., Berridge, N.A., Ramani, P., Young, B.E. *Threatened Amphibians of the World*, pp. 92-99. Lynx Edicions, Barcelona, España; IUCN, Gland, Suiza; and Conservation International, Arlington, Virginia, Estados Unidos.
- Bustamante, M., Ron, S., & Coloma, L. (2005). Cambios en la Diversidad en siete comunidades de anuros en los Andes del Ecuador. *Revista Biotropica*, 37 (2), 180-189.
- Carrillo, L. (2008). Arca de los anfibios. URL: <http://www.ulacit.ac.cr/carreras/documentosULACIT/Carreras/MANUAL%20APA%20ULACIT%20actualizado%202012.pdf>
- Catenazzi, A. (2015). *State of the World's Amphibians*. Department of Zoology, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois.
- Cisneros Heredia, D. F. (2006). *Herpetofauna de la Estación de Biodiversidad Tiputini, Ecuador*. B. S. Proyecto Final, Universidad San Francisco de Quito, 129 p.
- Coloma, L. (2014). Ecuador sapo diverso. pp. 262-267 en: García, M., D. Parra & P. Mena. (2013). *El país de la biodiversidad: Ecuador*. Fundación Botánica de los Andes como Ministerio del Ambiente y Fundación EcoFondo. Quito.
- Colwell, R. K. & J. A. Coddington (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.

Chasiluisa, V., Coloma, L. A., Frenkel, C. y Félix-Novoa, C. (2010). *Gastrotheca lojana*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Version 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1131>>, acceso enero 24, 2017

Duellman, W. E. (1983). A new species of marsupial frog (Hylidae: *Gastrotheca*) from Colombia and Ecuador. *COPEIA*. 1983(4):868-874.

Duellman, W.E. (1999). Distribution patterns of Amphibians in South America. En: *Patterns of Distribution of Amphibians. A global perspective*, pp. 255-328. Johns Hopkins University Press. Baltimore, MD, Estados Unidos.

Frenkel, C., Guayasamín, J., Muñoz, M., Jaramillo A., & Ron, S. (2012). *Pristimantis cajamarcensis*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *AmphibiaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado 24 de enero 2017 disponible en: <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1376>>, acceso enero 24, 2017.

Hartel, T., Schweiger, O., Öllerer, K., Cogalniceanu, D. & Arntzen, J.W. (2010). Amphibian distribution in a traditionally managed rural landscape of Eastern Europe: probing the effect of landscape composition. *Biological Conservation* 143, 1118–1124.

Hazell, D., Hero, J.M., Lindenmayer, D. & Cunningham, R. (2004). A comparison of constructed and natural habitat for frog conservation in an Australian agricultural landscape. *Biological Conservation* 119, 61–71.

Heinicke, M. P., Duellman, W. E., Trueb, L., Means, D. B., MacCulloch, R. D., & Hedges, S. B. (2009). A new frog family (Anura: Terrarana) from South America and an expanded direct-developing clade revealed by molecular phylogeny. *Zootaxa*, 2211(2009), 1-35.

Herzon, I. & Helenius, J. (2008). Agricultural drainage ditches, their biological importance and functioning. *Biological Conservation* 141, 1171–1183.

Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C. & Foster M. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard methods for amphibians*. USA: Smithsonian Institution.

Heyer, W.R., Peters, J.A. (1971). The frog genus *Leptodactylus* in Ecuador. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 84(19): 163-170.

Lips, K. & Reaser, J. (1999). *El monitoreo de anfibios en América Latina*. The Nature Conservancy.

Lynch, J. D. (1979). *Leptodactylid frogs of the genus Eleutherodactylus from the Andes of southern Ecuador*. Miscellaneous Publications. Museum of Natural History. University of Kansas. Lawrence. 66p.

Magurran A. (1998). *Ecological diversity and its measurement*. USA: Princeton University Press.

Manzanilla, J. & Péfaur, J. (2000). Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.* Vol. 7 N° 1-2 Art 3 pp. 17-30.

Mittermeier, R., Robles, P., & Mittermeier, C. (1997). *Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo*. México: CEMEX y Agrupación Sierra Madre.

Moran, N.A. (1994). Adaptation and constraint in the complex life cycles of animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25, 573–600.

Moreno, C. E., & Moreno, C. E. (2001). *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Veracruzana.

Murrieta, R. (2007). *Diversidad de anfibios en cafetales*. Veracruz, México.

Ortiz, A. & Nicolalde, D. A. (2016). *AmphibiaWebEcuador*. Version 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1437>>, acceso enero 24, 2017.

Parra, G., Flores, O., Mendoza, C. (2014). Biodiversidad de Anfibios en Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, 460-461.

Páez-Rosales, N., Camacho-Badani, T., Frenkel, C., Varela-Jaramillo, A. y Ron, S. R. (2012). *Pristimantis lymani*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri,

Patzelt, E. (2004). Fauna del Ecuador. Quito, Ecuador: FEEP.

Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. (2016). AmphibiaWebEcuador. Version 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

SIGTIERRAS. (2010). Ortofotos del Ecuador. Proyecto Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Consultado 20 de Junio 2016. [En Línea]. Disponible en: <http://ortofotos.sigtierras.gob.ec/GeoserverViewer/>

UICN. (2016). Red List of Threatened Species. Consulta: 01 octubre 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>.

Valencia, J. Toral, M. Betancourt, R & Barahona, A. (2008). *Guía de campo de anfibios del Ecuador*. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, Simbioe. Quito.

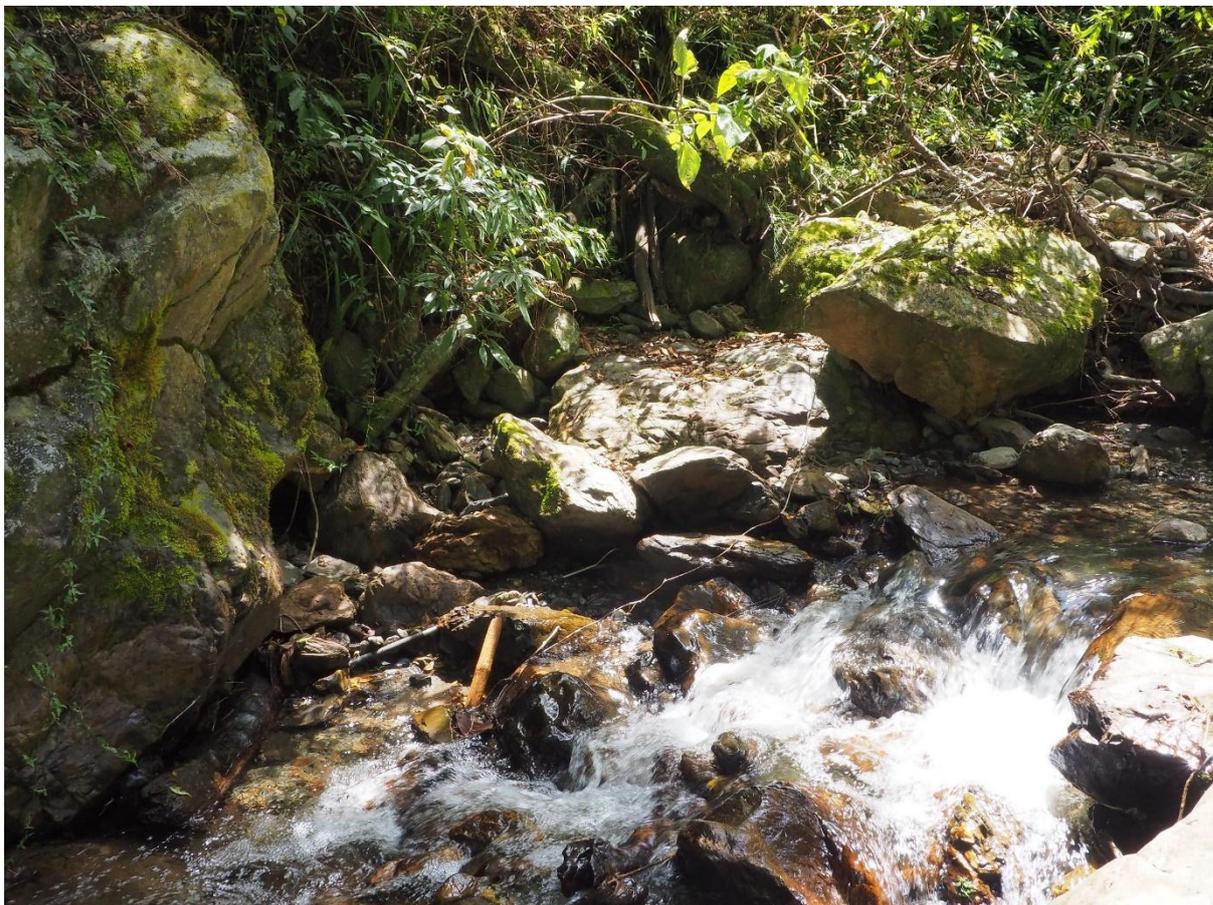
Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2013). Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic Press.

Wells, K.D. (2007). The ecology and behavior of amphibians. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Yáñez, M. (2005). *Diversidad y Estructura de once comunidades de anfibios y reptiles en los Andes del Ecuador*. Tesis de licenciatura no publicada, UCE, Quito, Ecuador.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Vista de la Quebrada existente en la Reserva el Madrigal, correspondiente al transecto 1.



**Anexo 2.** Vista del sendero existente a lo largo de vegetación arbustiva en la parte baja de la Reserva Privada el Madrigal, correspondiente al transecto 2.



**Anexo 3.** Vista del sendero existente a lo largo de la zona de bosque en la parte media de la Reserva Privada el Madrigal, correspondiente al transecto 3.



**Anexo 4.** Búsqueda nocturna de anfibios a lo largo de los transectos establecidos en la Reserva Privada el Madrigal.

