



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**El efecto de borde entre bosque montano y páramo en la comunidad de  
anfibios en los Andes Sur del Ecuador**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Autores**

**ELVIS ORLANDO CELI PIEDRA**

**VALENTINA POSSE SARMIENTO**

**Director:**

**DAVID CHRISTOPHER SIDDONS**

**Co-director:**

**JUAN CARLOS SÁNCHEZ NIVICELA**

**CUENCA, ECUADOR**

**2015**

*A nuestras familias y amigos*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros amigos Juan Carlos Sánchez y Verónica Urgilés, por su ayuda a lo largo de todo este estudio. A Pedro Astudillo Webster y David C. Siddons por su guía en los análisis estadísticos y en la redacción del documento. A Henry Garzón, Danny Villalta y Cristian Nieves por toda su ayuda y apoyo durante el trabajo de campo.

Al Sr. Iván Guamán y su familia por brindarnos todas las facilidades mientras realizábamos nuestro estudio de campo. Nuestra gratitud a la Escuela de Biología, Ecología y Gestión de la Universidad del Azuay por apoyar esta investigación.

Finalmente queremos agradecer a nuestras familias, de manera especial a Orlando Celi, Teresa Piedra, Diego Celi, Arturo Quito, Marisol Rodríguez, Susana Sarmiento, Mercedes Sarmiento y Ana Belén Vintimilla por toda la paciencia y el cariño que nos dan cada día.

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
 <b>CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	 6
1.1. Área de Estudio.....	6
1.2. Censo de anfibios.....	8
1.3. Estructura del hábitat.....	10
1.4. Análisis de datos.....	11
1.4.1. Riqueza estimada de anfibios.....	11
1.4.2. Caracterización del hábitat.....	11
1.4.3. Análisis de comunidades de anfibios.....	12

<b>CAPÍTULO 2: RESULTADOS</b> .....	13
2.1. Riqueza y abundancia de especies de anfibios.....	13
2.2. Estructura del hábitat.....	13
2.3. Análisis de ordenación de la comunidad de anfibios.....	14
<b>CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN</b> .....	16
<b>CONCLUSIONES</b> .....	19
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	20
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	21
<b>ANEXOS</b> .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de algunas respuestas potenciales de una variable dada a lo largo del gradiente de dos hábitats adyacentes A y B. Tomado a partir de López-Barrera (2004).....	2
Figura 2. Localización de los sitios de muestreo. Miguir, Provincia del Azuay, Ecuador. Cartografía base: MAE, 2012.....	8
Figura 3. Diagrama de la distribución de transectos dentro de bosque como de herbazal de páramo. Localidad de Miguir, provincia del Azuay, Ecuador.....	10
Figura 4. Ordenación de la comunidad de anfibios en base al hábitat en la localidad de Miguir, provincia del Azuay, Ecuador. Códigos de las especies: <i>Pristimantis grp. orestes sp.1</i> (GO1); <i>Pristimantis grp. orestes sp.2</i> (GO2); <i>Pristimantis grp. orestes aff. sp.1</i> (GOA1); <i>Pristimantis grp. unistrigatus sp.1</i> (GUNI); <i>Pristimantis aff. phoxocephalus</i> (GPHOX). ■ Transectos correspondientes a bosque; ● transectos que representan áreas de ecotono; ▲ transectos referentes al área de páramo.....	15

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Carga factorial del análisis de componentes principales (PCA) de la estructura del hábitat de 12 transectos del sector de Miguir, provincia del Azuay, Ecuador. El primer componente (PCI) representa el 75,74% de la varianza, este componente representa el cambio desde hábitats más cerrados hacia zonas más abiertas con menos vegetación. El segundo componente (PCII) explica el 10,61% de la varianza y representa como un cambio hacia hábitats cerrados.....	14
---	----

## EL EFECTO DE BORDE ENTRE BOSQUE MONTANO Y PÁRAMO EN LA COMUNIDAD DE ANFIBIOS EN LOS ANDES SUR DEL ECUADOR

### RESUMEN

El efecto de borde promueve cambios a nivel de microhábitat, más aún en ecosistemas de bosque andino. Las poblaciones de anfibios se han visto amenazadas por la destrucción de su hábitat en los páramos y bosques a causa de la quema y la ganadería. Se determinó el efecto de borde a nivel local en la comunidad de anfibios, utilizando transectos en zonas de bosque, ecotono y páramo. También se clasificó la estructura y composición de hábitat mediante siete variables. En total se registraron cinco especies de anfibios asociadas a 200 detecciones. El análisis de ordenamiento sugirió una composición disímil en la comunidad en donde los anfibios se agrupan en diferentes especies asociadas al tipo de hábitat. También se encontró que el bosque montano con la presencia de musgo y bromelias es la variable que influencia en la comunidad de anfibios.

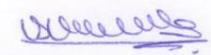
**Palabras Clave:** Anfibios, composición, efecto de borde, estructura del hábitat.



---

Ecol. David Christopher Siddons

**Director de Tesis**



---

Valentina Posse Sarmiento

**Autor**



---

Biol. Edwin Xavier Zárate Hugo

**Director de Escuela**



---

Elvis Orlando Celi Piedra

**Autor**

**ABSTRACT****EDGE EFFECT BETWEEN MONTANE FOREST AND PARAMO ON THE COMMUNITY OF AMPHIBIANS IN THE SOUTHERN ANDES OF ECUADOR**

The edge effect promotes changes at the microhabitat level especially in Andean forest ecosystems. Amphibian populations are threatened by habitat destruction in páramos and forest through burning and livestock pasturing. The local effect of the border was determined for the community of amphibians using transects in forest, ecotone and páramo zones. Vegetation structure and composition was also classified using seven variables. In total, five species were recorded associated with 200 detections. The ordination showed dissimilar community compositions where different species were grouped depending on habitat type. It was also found that presence of moss and bromeliads in montane forest influenced the amphibian community.

**Keywords:** Amphibians, edge effect, habitat structure, community composition.



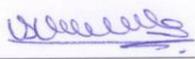
---

Ecol. David Christopher Siddons

**Director de Tesis**

---

Biol. Edwin Xavier Zárate Hugo

**Director de Escuela**

---

Valentina Posse Sarmiento

**Autor**

---

Elvis Orlando Celi Piedra

**Autor**

Elvis Orlando Celi Piedra  
Valentina Posse Sarmiento  
Trabajo de Graduación  
Ecol. David Christopher Siddons  
Biol. Juan Carlos Sánchez Nivicela  
Abril, 2015

## **EL EFECTO DE BORDE ENTRE BOSQUE MONTANO Y PÁRAMO EN LA COMUNIDAD DE ANFIBIOS EN LOS ANDES SUR DEL ECUADOR**

### **INTRODUCCIÓN**

En un principio los estudios de efecto de borde describían patrones estáticos, como la composición y estructura de la vegetación a diferentes distancias a partir del bosque; a finales de los años 90 se empezó a documentar los cambios en la riqueza, composición y abundancia de fauna (López- Barrera, 2004). En la actualidad, el concepto de efecto de borde incluye un amplio espectro de procesos, influencias mutuas y flujos ecológicos que pueden resultar en cambios en la estructura y composición de los márgenes y hábitats adyacentes (López- Barrera, 2004).

De manera general, el efecto de borde puede definirse como el resultado de la interacción de dos ecosistemas adyacentes (Murcia, 1995) o cualquier cambio en la distribución de una variable dada que ocurre en la transición entre hábitats (Lidicker, 1999) (Lidicker & Peterson, 1999). Lidicker (1999) propone dos tipos generales de efectos de borde: el efecto de matriz y el efecto de ecotono. Principalmente, esta clasificación está basada en reconocer si el borde presenta o no propiedades emergentes, es decir, si el borde se comporta como un hábitat diferente a los adyacentes. El efecto de

matriz se refiere a un cambio abrupto de la distribución de una variable que ocurre en la zona borde (Fig. 1). Este tipo de cambio se debe únicamente a que los hábitats adyacentes son diferentes y no genera ningún efecto de borde. Existen en la literatura muchos ejemplos de efectos de matriz o de hábitat, particularmente con pequeños mamíferos que no cruzan el hábitat adyacente (Heske, 1995) (Mills, 1995) (Stevens & Husband, 1998).

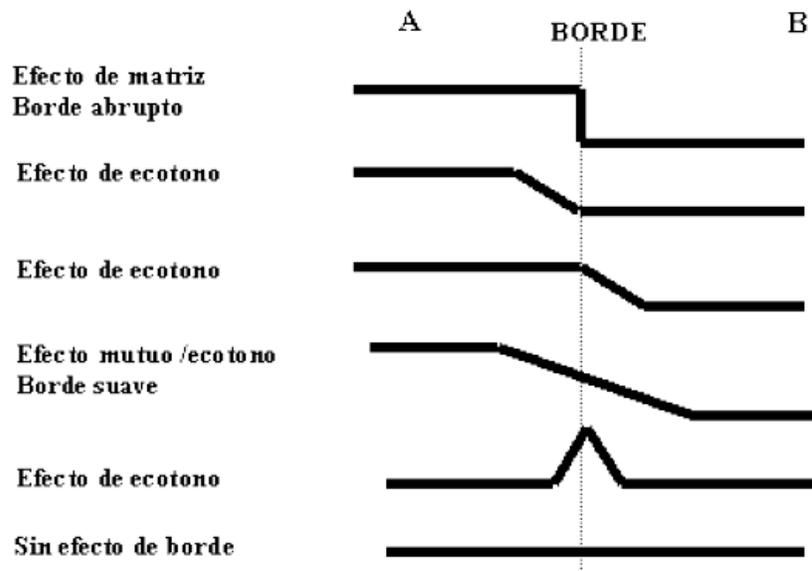


Figura 1. Representación de algunas respuestas potenciales de una variable dada a lo largo del gradiente de dos hábitats adyacentes A y B. Fuente: López-Barrera (2004).

El efecto de ecotono comprende toda la variedad de respuestas que potencialmente el borde puede presentar (positivas, negativas o mutuas), lo que genera que el borde pueda definirse como un hábitat diferente (Fig. 1). Ejemplos de efectos de ecotono son los que documentan una mayor riqueza de especies de plantas (Matlack, 1994) (López de Casanave *et al.*, 1995) (Gehlhausen *et al.*, 2000) y de mamíferos pequeños (Stevens & Husband, 1998) en el borde con respecto al interior del bosque.

También existe la posibilidad de que no se registre ningún cambio en la distribución de una variable en la transición entre dos hábitats (Fig. 1). Esta situación se documenta en

algunos estudios con mamíferos pequeños donde se ha registrado la misma abundancia y patrones de movimiento a lo largo del gradiente bosque-borde-exterior (Bayne & Hobson, 1998) (Menzel *et al.*, 1999).

Otro factor a tomar en cuenta dentro del efecto de borde es lo que se denomina permeabilidad de bordes. Este concepto abarca la medida en que el borde incrementa o disminuye los flujos de materia o energía entre los hábitats adyacentes (López-Barrera, 2004). Estudios de flujos de organismos apoyan la teoría de que cuanto menor es el contraste entre los hábitats adyacentes mayor es el flujo de organismos (Cadenasso & Pickett, 2000) (Cadenasso & Pickett, 2001) y menor el flujo de variables físicas (Didham & Lawton, 1999) (Mesquita *et al.*, 1999) (Weathers *et al.*, 2001) y viceversa. Según Gascon *et al.* (1999) los hábitats perturbados actúan como un filtro que permite el paso selectivo de especies desde un hábitat original y no perturbado, es decir que actúa como una red por la cual pueden pasar o no algunas especies según el hábitat e intensidad de uso que presente. La permeabilidad de los bordes ha sido estudiada evaluando otros flujos tales como invertebrados del bentos hacia los pastos marinos (Holmquist, 1998), malezas exóticas hacia el bosque (Honnay *et al.*, 2002) y artrópodos hacia áreas cultivadas (Duelli *et al.*, 1990).

A nivel de los andes ecuatorianos, la mayoría de estudios que implican efecto de borde están basados en datos obtenidos a partir de estudios de plantas, aves y mamíferos pequeños (Bell & Donnelly, 2006) (Dávila, 2009) (Castaño-Villa *et al.*, 2007) (Estrada-Villegas *et al.*, 2007), en consecuencia no se conocen respuestas de otros taxones amenazados, en particular de los anfibios.

En el caso de los anfibios, se ha reportado disminuciones en sus poblaciones a nivel mundial a causa de la pérdida de hábitat, en su mayoría por causas antropogénicas, siendo muy sensibles a los cambios en el microclima y la estructura de la vegetación causados por el efecto de borde (Toral, Feinsinger, & Crump, 2001). En los Andes sur del Ecuador, la mayor amenaza para este taxón implica la quema y la presencia de ganadería en los páramos. Algunos autores señalan que la línea del bosque montano está

bajando continuamente y el páramo se está extendiendo hacia abajo (Laegaard 1992) (Kok *et al.*, 1995), por lo tanto los hábitats de bosque se están reduciendo. Además, se describe un efecto de homogenización de los páramos como consecuencia de las quemadas: el paisaje diverso de pajonales, arbustales y fragmentos de bosque se convierte en una estructura monótona de pajonal puro (Laegaard 1992) (Ramsay 1992) (Luteyn 1999); esta monotonía provoca una disminución en los recursos, especialmente de refugio y alimentación, utilizados por los anfibios.

A pesar que en los últimos años se está incrementando la atención sobre la relación entre los anfibios y el manejo de bosque, aún se omiten algunas variables al momento de analizar las respuestas de este taxón. Por ejemplo, se tiende a generalizar el comportamiento de los anfibios como grupo frente a impactos de su hábitat (Osorno-Muñoz, 1999). Sin embargo, las especies de este grupo presentan una gran diversidad de hábitos reproductivos y de utilización de recursos que hacen que puedan adaptarse a varios factores ambientales distintos y que ocupen un nicho específico; esto lleva a que se formen comunidades de anfibios en hábitats diferentes (Rice *et al.*, 2013). Si estas comunidades pueden ser definidas y medidas confiablemente, se puede utilizar al taxón como indicador de disturbio para un área determinada.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Determinar la variación de la comunidad de anfibios en la gradiente bosque montano – páramo

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la composición de la comunidad de anfibios entre los factores bosque montano – ecotono - páramo
- Determinar si la estructura y la composición del hábitat en la gradiente bosque montano – ecotono – páramo influye en la composición de la comunidad de anfibios

## CAPÍTULO 1

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1.1. Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo entre los meses de octubre de 2014 a enero de 2015 a 4 km del sector de Miguir (Fig. 2), el cual tiene una altitud entre los 3 300 m s.n.m. y los 3 700 m s.n.m. Esta área pertenece a la zona de amortiguamiento del Parque Nacional El Cajas en la Provincia del Azuay dentro de la parroquia Molleturo, en la localidad de Iglesias del Parco. En ésta zona se presenta un clima frío de alta montaña, donde las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20 °C, las mínimas tienen valores inferiores a 0°C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 4°C y 8°C. La gama de los totales pluviométricos anuales va de 800 a 2000 mm y la mayoría de aguaceros son de la larga duración pero de baja intensidad (Pourrut *et al.*, 1995). La humedad relativa es siempre superior a 80%. La presencia de neblina es casi permanente. Los meses secos se presentaron de octubre a diciembre de 2014, mientras que la época lluviosa inicio en el mes de enero de 2015.

La zona del estudio abarca un área de 117, 03 ha dentro de la estribación sur occidental de la cordillera de los Andes en las coordenadas geográficas O 79° 19' 23,26'' S 2° 47' 21,035''. La zona de Miguir presenta una topografía irregular, con formaciones de características glaciales.

Según el Ministerio del Ambiente (2012), dentro del área de estudio se encuentran dos formaciones vegetales con características definidas: el herbazal de páramo y el bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes.

El herbazal de páramo representa el 45.08 % del área de estudio con un total de 52.76 ha y es reconocible por una dominancia de los géneros *Calamagrostis*, *Agrostis* y *Festuca*,

junto con matorrales dispersos de los géneros *Diplostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia*. También se puede encontrar una diversidad de hierbas rosetas y rastreras. Para el área de Miguir existe una gran presencia de *Paspalum bonplandianum*.

La estructura y composición de la vegetación de este ecosistema está influenciada fuertemente por quemas en el páramo con el fin de promover pastos para la ganadería (Loegaard, 1992) (Verweij & Budde, 1992). En lugares donde existe una mayor intensidad de quemas y pastoreo, los herbazales tienen una menor altura, el estrato arbustivo está ausente y muchas de las especies rastreras son escasas (MAE, 2012). Este es el caso del herbazal donde se realizó el estudio, el cual había sido quemado por última vez hace poco más de cuatro años y en el que existía una ganadería intensiva desde hace más de 50 años.

El segundo ecosistema presente es el Bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes, el cual representa el 54.92% del área de estudio con un total de 64.27 ha. El bosque se caracteriza por tener un dosel entre 8 m y 12 m. El sotobosque es denso con abundantes herbáceas, epífitas y briofitas, el suelo tiende a estar cubierto con una densa capa de musgo. La masa boscosa está asentada sobre un relieve accidentado y pendientes muy pronunciadas. De acuerdo con la composición florística, esta comunidad vegetal puede ser dividida en dos asociaciones vegetales: una dominada por *Weinmannia fagaroides* y *Ocotea heterochroma* y otra con predominancia de *Hedyosmum cumbalense* (Municipio de Cuenca, 2007). Adicionalmente, los árboles crecen irregularmente con troncos ramificados e inclinados (Valencia *et al.*, 1999).

La zona de transición entre herbazal de páramo y bosque montano se la denominó ecotono. En general presenta arbustos dispersos especialmente de *Chuquiraga juisseui* y *Oreocallis grandiflora* entremezclados con *Calamagrostis*. La altura máxima del dosel alcanza un aproximado de 1.50 m. Es un hábitat abierto donde se da un intercambio de especies vegetales de bosque y páramo.

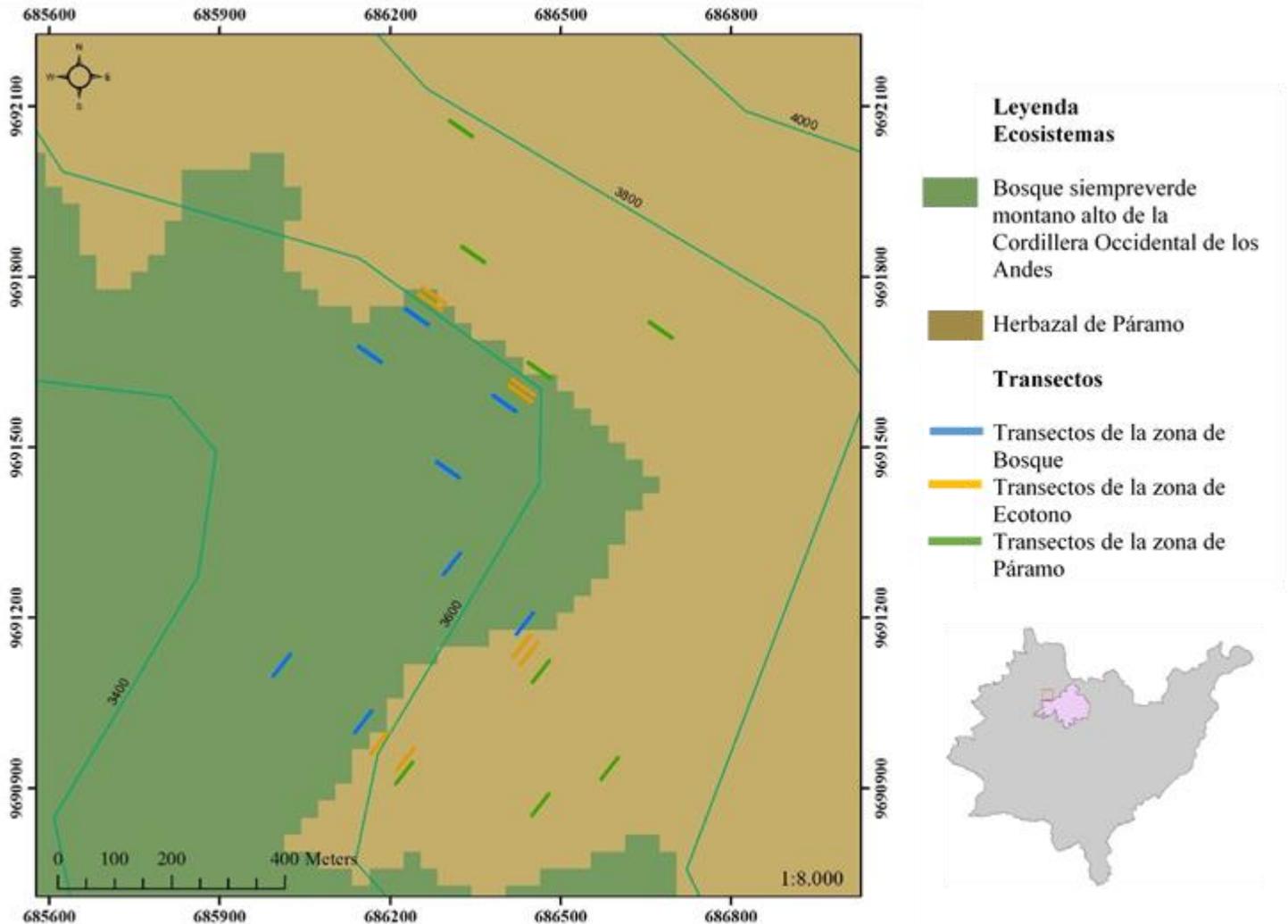


Figura 2. Localización de los sitios de muestreo. Miguir, Provincia del Azuay, Ecuador. Cartografía base: MAE, 2012

### 1.2. Censo de anfibios

Para la toma de datos de anfibios en el campo se utilizó la metodología de transectos de banda estrecha, con una longitud de 100 m por 2 m de ancho (Rueda *et al.*, 2006). Esta técnica se emplea para monitorear cambios entre diferentes hábitats en un tiempo dado; es muy útil para monitorear especies no muy móviles que no huyen durante el periodo

de muestreo. Todos los registros se los realizó por observación directa. Además se registraron las especies hasta una altura aproximada de 4 m, ya que es una altura a la que es posible distinguir los anfibios a simple vista, sin necesidad de equipos especializados.

Las observaciones fueron realizadas desde las 19:00 hasta las 23:00, horas en las que los anfibios muestran mayor actividad. De todos los transectos se realizaron cuatro repeticiones. En función de la disponibilidad de hábitat se dispusieron 24 transectos, ocho en la zona de bosque, ocho en la zona de ecotono y ocho en la zona de páramo. Para asegurar la independencia de los transectos estos fueron separados al menos 250 m uno del otro.

Para facilitar los conteos nocturnos se dividió el área de muestreo en cuatro bloques que abarquen dos transectos de bosque, dos de ecotono y dos de páramo cada uno. Se establecieron tres rangos de distancias a partir del ecotono, en dirección al bosque y páramo: de 10 m, 50 m y 300 m (Fig. 3). Cada bloque fue muestreado durante una noche.

La colecta de individuos en el campo sólo se realizó cuando existían dudas taxonómicas y con un máximo de cinco morfotipos por especie. Esto se llevó a cabo bajo el permiso de investigación nro. 065-DPA-MA-2014, otorgado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador. Dado que sólo los especímenes físicos pueden confirmar la identificación taxonómica de un organismo, informar sobre su anatomía interna y composición genética (Páez, 2004); fue necesario llevar los animales capturados al laboratorio para que sigan un proceso de preparación de material científico para maximizar su vida útil, siguiendo tres procedimientos: i) para el sacrificio de los animales se usó el método establecido por MacDiarmid (1994), que consiste en aplicar un anestésico de uso humano (benzocaína) en la cabeza o en el vientre de los individuos; ii) para la fijación de especímenes, se aplicó formol al 10% para posteriormente ser colocados en un recipiente posicionándolos de manera que faciliten la toma de mediciones y el trabajo con las claves taxonómicas (Simmons & Muñoz-Saba, 2005); iii) para la preservación de

las muestras fueron almacenadas en frascos de vidrio con alcohol etílico al 75%. Las muestras se encuentran depositadas en el Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad del Azuay (FAUS-UDA- Museo de Zoología-003-2014).

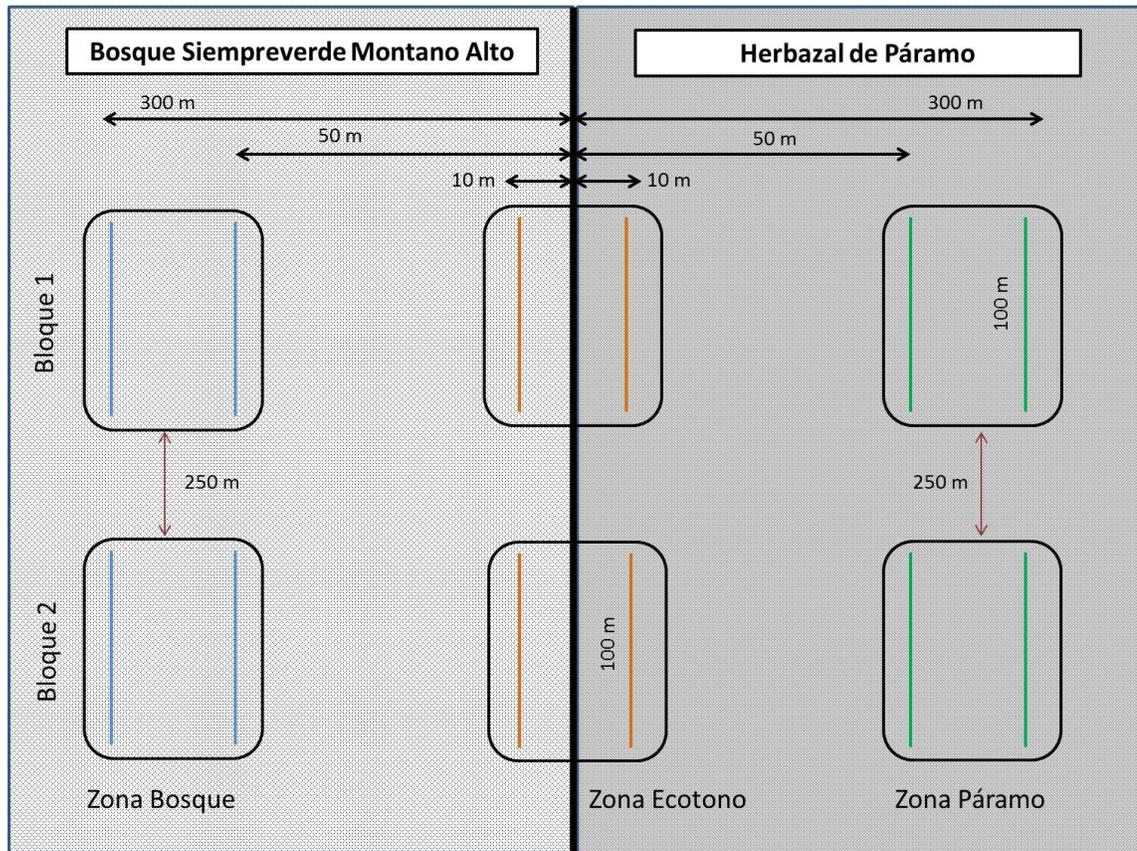


Figura 3. Diagrama de la distribución de transectos dentro de bosque como de herbazal de páramo. Localidad de Miguir, provincia del Azuay, Ecuador.

### 1.3. Estructura del hábitat

La estructura del hábitat se determinó colocando dentro de cada transecto cinco parcelas circulares con un radio de 10 m. En cada parcela circular se efectuaron diferentes mediciones en donde se contó: i) la profundidad de hojarasca medida en centímetros; ii) cobertura vegetal en porcentajes iii) diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros, iv) pendiente del terreno en grados. Las mediciones realizadas corresponden a factores de estructura del bosque más relevantes para la distribución y

abundancia de anfibios en bosques montanos obtenidos por Sánchez (2013) y García *et al.*, (2005).

Adicionalmente se realizó una cuantificación general de los elementos que conforman el hábitat expresado en porcentaje, con el fin de determinar la variabilidad del mismo. Los elementos a medir fueron: páramo herbáceo, páramo arbustivo, bosque montano, bromelias y cobertura en el suelo representada por musgo.

#### **1.4. Análisis de datos**

##### **1.4.1. Riqueza estimada de anfibios**

Dado el bajo número de individuos por especie detectados, se realizó una sumatoria de los registros encontrados por bloque en los transectos de 300 m y 50 m de bosque, los dos transectos de 10 m de ecotono y los de 300 m y 50 m de páramo. Una vez obtenida esta abundancia, se procedió a calcular el número estimado de especies de anfibios en cada hábitat (bosque-ecotono-páramo), medido mediante estimadores de riqueza no paramétricos. Se realizó una predicción de la riqueza específica, como una función de la acumulación de especies (Colwell & Coddington, 1994), por medio del estimador Chao 1 en el programa EstimateS 9.1 (Colwell, 2005). Se utilizó Chao 1 debido a que supone homogeneidad de hábitat en las muestras, siendo idóneo para estimar la riqueza de anfibios para cada hábitat (Magurran, 2005).

##### **1.4.2. Caracterización del hábitat**

Para el análisis de las variables de estructura de hábitat, se realizó un promedio de los datos obtenidos en cada bloque en los transectos de 300 m y 50 m de bosque, los dos transectos de 10 m de ecotono y los de 300 m y 50 m de páramo. Con la finalidad de reducir variables de estructura de hábitat de páramo herbáceo, bosque montano, páramo arbustivo, bromelias, cobertura, profundidad de hojarasca y musgo en el suelo, se llevó a

cabo un Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en inglés) el cual permitió condensar el número de variables (Shlens, 2003) (Terradéz, 2006), así se obtuvo una caracterización de la estructura del hábitat para los 12 transectos. Para esto se utilizó la versión de prueba de la extensión XLSTAT de Microsoft Excel 2010 (Fahmy & Aubry, 2003).

#### **1.4.3. Análisis de comunidades de anfibios**

Con el fin de explorar cambios en la composición de la comunidad de anfibios de bosque, ecotono y páramo se realizó un escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS por sus siglas en inglés) basado en una matriz de abundancia especies x transectos. Además, la abundancia de especies y los componentes de la vegetación para cada transecto (derivados del análisis de componentes principales) fueron posteriormente evaluadas vía permutaciones aleatorias (1000 interacciones). Todos los análisis de comunidades fueron realizados en R versión 3.1.2 (R Core Team 2014), bajo un umbral de significancia de 0.05. Para NMDS se empleó el paquete “vegan” (Oksanen et al 2013).

## CAPÍTULO 2

### RESULTADOS

#### 2.1. Riqueza y abundancia de especies de anfibios

En total se registraron cinco especies en 200 detecciones. Todos los registros fueron identificados hasta nivel de género. La especie más abundante fue *Pristimantis grp. orestes sp.1.* con un 49.5% del total de las detecciones, seguido de *Pristimantis grp. orestes sp.2* con un 32.5%.

El estimador Chao 1 indica que el 100% de la riqueza estimada en este estudio fue observada (riqueza observada=5; Chao1=5 ± 0.57 [media ± SD]; intervalo de confianza 95% = 4,49-5,50).

#### 2.2. Estructura del hábitat

El hábitat fue representado por los dos primeros componentes del PCA (86.35% de la varianza explicada). El primer componente (PCI) explicó el 75.74% de la varianza y refleja una gradiente desde una mayor cobertura de árboles, musgo en el suelo y profundidad de hojarasca, hacia una mayor cobertura de páramo herbáceo y páramo arbustivo; este componente representa el cambio desde hábitats más cerrados hacia zonas más abiertas con menos vegetación. El segundo componente (PCII) presenta el 10.61% de la varianza y representa un aumento del páramo arbustivo y páramo herbáceo, con menor cobertura de bromelias y musgo; este componente se representa como un cambio hacia hábitats abiertos.

Tabla 1. Carga factorial del análisis de componentes principales (PCA) de la estructura del hábitat de 12 transectos del sector de Miguir, provincia del Azuay, Ecuador. El primer componente (PCI) representa el 75,74% de la varianza, este componente representa el cambio desde hábitats más cerrados hacia zonas más abiertas con menos vegetación. El segundo componente (PCII) explica el 10,61% de la varianza y representa zonas con más páramo arbustivo, donde aún existe poca cobertura vegetal.

<b>Variable</b>	<b>PCI</b>	<b>PCII</b>
Cobertura	0.925	0.082
Prof. Hojarasca	0.888	0.162
Páramo herbáceo	-0.916	-0.341
Bosque Montano	0.964	0.106
Páramo Arbustivo	-0.642	0.730
Bromelias	0.780	-0.221
Musgo	0.932	0.007

### 2.3. Análisis de ordenación de la comunidad de anfibios

El análisis de ordenación mediante el NMDS mostró una ligera tendencia ordenando los transectos en función de las zonas evaluadas, separando así, cada zona, una comunidad ligeramente particular de anfibios. La gradiente de vegetación desde zonas más cerradas a hábitats más abiertos influyó significativamente la composición de la comunidad de anfibios (stress=0.1218,  $R^2 = 0.987$ ,  $p=0.009$ ), mientras más crece el vector aumenta la comunidad de bosque.

La comunidad de anfibios perteneciente al hábitat de bosque se agrupa en el área inferior izquierda del gráfico; las especies de los transectos de ecotono se ubican en la zona superior izquierda, mientras que las especies de los transectos correspondientes a

páramo se encuentran en la zona central derecha (Figura 4). Lo mismo ocurre con los transectos correspondientes a los tres tipos de hábitats.

Además el componente de estructura del hábitat PCI ( $R^2 = 0.7091$ ,  $p=0.0059$ ), influyó significativamente en la ordenación de la comunidad de anfibios. PCII no explica cambios en la comunidad de anfibios ( $R^2 = 0.2351$ ,  $p=0.3166$ ).

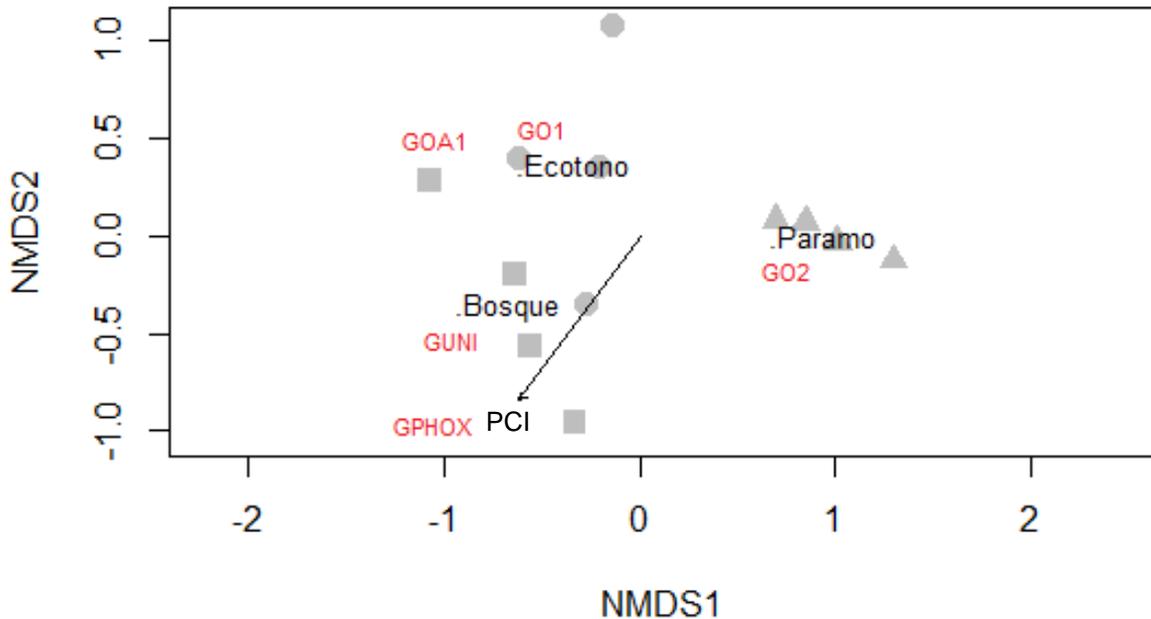


Figura 4. Ordenación de la comunidad de anfibios detectados en 12 transectos en la localidad de Miguir, provincia del Azuay, Ecuador. Códigos de las especies: *Pristimantis grp. orestes sp.1* (GO1); *Pristimantis grp. orestes sp. 2* (GO2); *Pristimantis grp. orestes aff. sp.1* (GOA1); *Pristimantis grp. unistrigatus sp.1* (GUNI); *Pristimantis aff. phoxocephalus* (GPHOX). ■ Transectos correspondientes a bosque; ● transectos que representan áreas de ecotono; ▲ transectos referentes al área de páramo.

### CAPÍTULO 3

#### DISCUSIÓN

La comunidad de anfibios presente en el sector de Miguir se ve afectada por la gradiente bosque-ecotono-páramo, donde el cambio desde zonas más cerradas hacia hábitats más abiertos con una menor cobertura vegetal parece ser la mayor influencia para la presencia de las especies.

Los estudios han demostrado que en los ecosistemas altoandinos la riqueza de especies de anfibios suele ser baja mientras las abundancias son altas (Veintimilla, Salinas & Aguirre, 2014) (Josse, Mena & Medina, 2000) (Ramírez, Meza-Ramos, Yáñez-Muñoz, & Reyes, 2009). Para este estudio, el estimador Chao 1 indica que el 100% de la riqueza estimada fue observada con cinco especies registradas. Estudios realizados en los Andes de los países de Colombia y Bolivia sobre los 3 000 m s.n.m. reportan riquezas de anfibios entre 4 y 7 especies (Rangel & Perilla, 2014) (Cadavid & Gómez, 2005) (Cortez, 2009). En el sur del Ecuador, Salinas & Veintimilla (2010) obtienen un censo de cinco especies para la zona alta del Parque Nacional Podocarpus, mientras que Urgilés, & Nieves, (2014) encuentran un total de cuatro especies en la zona de Maylas, provincia del Azuay. En el área cercana del Parque Nacional Cajas, Sánchez & Celi, (2013) registran un total de cuatro especies en el sector de Atugyacu. Esta microcuenca se encuentra ubicada de manera paralela al sector de Miguir, por lo que la riqueza encontrada dentro de este estudio se encuentra acorde a lo registrado en áreas con características similares.

Algunas investigaciones indican que, ante la presencia de un borde, la comunidad de anfibios con una mayor riqueza de especies suele encontrarse en la zona de ecotono (Santos-Barrera & Urbina- Cardona, 2011) (Gascon *et al.* 1999) (Isaacs & Urbina-Cardona, 2011). En este estudio, cinco especies de anfibios fueron encontradas tanto en el hábitat de ecotono como en el bosque, sin embargo, en este último hábitat las abundancias fueron mayores (excepto para *P. grp. orestes sp.1*, la cual aumentó en el

ecotono). Esto tal vez pueda deberse a la mayor heterogeneidad de microhábitats que presenta el bosque frente al ecotono. Duellman & Trueb, (1994) muestran que la heterogeneidad espacial lleva a una mayor cantidad de microhábitats, por lo tanto incrementan el número de especies de anuros que pueden ocupar diferentes partes de ese paisaje. El bosque al ser un hábitat con mayor vegetación puede albergar mayor número de especies y una comunidad con mayores abundancias.

Aunque varias especies de este estudio fueron encontradas en más de un hábitat, el resultado del NMDS nos permitió ordenar la comunidad en tres conjuntos basados en sus afinidades en cuanto a un hábitat. Bastazini et al. (2007) registran que las variables ambientales y de estructura de vegetal que más determinan los cambios en una comunidad de anfibios son la presencia de bromelias, la humedad del suelo y la heterogeneidad en cuanto a la cobertura vegetal. Para esta investigación se pudo obtener un resultado similar ya que las variables de cobertura vegetal (bosque montano), profundidad de hojarasca, musgo y bromelias influyeron significativamente en la ordenación de la comunidad.

La categoría del modo reproductivo en los anfibios está muy ligado con el microhábitat que puede ocupar (Crump, 1974). Todas las especies registradas en la zona de Miguir pertenecen a la familia Craugastoridae. Los individuos de esta familia durante el ciclo reproductivo, depositan los huevos en el suelo bajo hierbas u hojarasca y el desarrollo es directo, no existe una etapa larvaria (Duellman y Trueb, 1986) (Duellman, 1978), por lo tanto no están directamente asociados a los cuerpos de agua, presentando una alta plasticidad (Navas, 1999). Sin embargo, aunque este grupo no depende directamente del agua, si necesitan valores altos de humedad para garantizar su supervivencia (Pineda & Halffter, 2004). En el caso de la comunidad de bosque, se puede ver beneficiada por la presencia de musgo, bromelias donde se deposita materia vegetal y por una mayor cantidad de hojarasca en el suelo que logren acumular una mayor humedad. Para la comunidad de páramo, los autores de este estudio realizaron casi todas las observaciones de anfibios en la hierba *Paspalum bonplandianum*, la cual en el centro presenta gran

cantidad de humedad. Toft, (1982) ha reportado que los anfibios también pueden estar distribuidos en hábitats específicos según una gradiente de humedad en el suelo.

Finalmente, al igual que en otros estudios, los resultados sugieren que las especies y las comunidades que conforman responden de manera diferente al ecotono y sus hábitats adyacentes (Toral, 2004). Las diferentes estrategias biológicas que presentan los anfibios, los convierte en un grupo extremadamente complejo al tratar de analizar sus respuestas ante los disturbios, por lo que generar propuestas para su conservación implica conocer no solo las especies de anfibios que se encuentran en la zona, sino también las asociaciones que pueden llegar a tener con elementos estructurales de sus hábitats.

## CONCLUSIONES

- A pesar que la riqueza de anfibios registrada para esta investigación es baja, concuerda con los resultados obtenidos por varios estudios realizados en áreas con condiciones similares. En general, la riqueza del sitio se ve influido por varios factores como son la altura y la heterogeneidad espacial.
- La comunidad de anfibios de la gradiente bosque-ecotono-páramo se ve influenciada por la variable de cambio de estructura desde zonas con vegetación más cerrada, bromelias y musgo en el suelo, hacia áreas de páramo arbustivo.
- Los resultados de este estudio aportan a cómo pueden reaccionar las comunidades de anfibios ante alteraciones del hábitat en zonas altoandinas. Se debe tener en cuenta que las prácticas de quema y ganadería en los páramos provocan una destrucción del ecosistema a la que muchos anuros no se pueden adaptar. El mantenimiento de los bosques montanos y la preservación de los páramos son necesarios para la conservación de los anfibios altoandinos, especialmente en el sur del país, donde de muchas especies aún se desconoce su historia natural.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar una revisión taxonómica de las especies e identificar estos grupos tan complejos de anfibios como son orestes y unistrigatus es la única manera de determinar correctamente si son nuevas especies o pertenecen a alguna ya descrita anteriormente.
- Dado la diversidad de los elementos estructurales del hábitat, se recomienda aumentar el número de parcelas de estudio, con el fin de abarcar una mayor área que pueda generar respuestas sobre el efecto de borde en zonas alto andinas.
- Finalmente, se debería replicar estos estudios en otras zonas con características similares con el fin de obtener resultados que puedan ser comparados con los obtenidos dentro de esta investigación, para determinar si lo que sucede dentro del área de Miguir es un fenómeno regional o puntual de esta zona.

## BIBLIOGRAFÍA

**BASTAZINI**, C., Munduruca, J., Rocha, P., & Napoli, M. (2007). Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the Restinga of Mata de Sao Joao, Bahia, Brazil. *Herpetologica*, 63(4), 459-471.

**BAYNE**, E. M. y Hobson, K. A. (1998). The effects of habitat fragmentation by forestry and agriculture on the abundance of small mammals in the southern boreal mixedwood forest. *Canadian Journal of Zoology* 76: 62-69.

**BELL**, K., & Donnelly, M. (2006). Influence of Forest Fragmentation on Community structure of frogs and lizards in Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology*, 20(6), 1750-1760.

**CADENASSO**, M. L. y Pickett ,S. T. A. (2000). Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. *Journal of Ecology* 88: 31-44.

**CADENASSO**, M. L. y Pickett, S. T. A. 2001. Effect of edge structure on the flux of species into forest interiors. *Conservation Biology* 15: 91-97.

**CADAVID**, J., Valencia, C. R., & Gómez, A. (2005). Composición y estructura de anfibios anuros en un transecto altitudinal de los Andes Centrales de Colombia. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 7(2), 103-118.

**CASTAÑO-Villa**, G. J., & Patiño-Zabala, J. C. (2007). Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales Colombianos. *Boletín Científico Museo Historia Natural*, 11, 47-60.

**CORTEZ** Fernández, C. (2009). Anfibios del Valle de Zongo (La Paz, Bolivia): II. Riqueza, abundancia y composición. *Ecología en Bolivia*, 44(2), 121-130.

**COLWELL**, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.

**COLWELL, R. K.** (2005). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.

**CRUMP, M. L.** (1974). Reproductive strategies in a tropical anuran community (pp. 1-68).

**DÁVILA, Y.** (2009). Efecto de borde y respuestas funcionales durante el establecimiento de *Alchornea triplinervia* y *Myrcia acuminata* en un fragmento de selva nublada andina. *Trabajo de Grado de Maestría en Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.*

**DIDHAM, R. K.** y Lawton, J. H. (1999). Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica* 31: 17-30.

**DUELLMAN, W.** (1978). The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. Kansas, U.S.A.: Misc. Publ. Mus. Nat. Hist.65.

**DUELLMAN, W., & Trueb, L.** (1986). Biology of amphibians. New York: McGraw-Hill.

**DUELLMAN, W. E., AND L. TRUEB.** (1994). Biology of Amphibians. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, U.S.A.

**DUELLI, P., Studer, M. Marchand, I. y Jakob, S.** (1990). Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation* 54: 193-207.

**ESTRADA-Villegas, S., Pérez-Torres, J., & Stevenson, P.** (2007). Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotropicos*, 20(1), 1-14.

**FAHMY, T., & Aubry, P.** (2003). XLSTAT-Pro (version 7.0). Society Addinsoft,20.

**FRENKEL, C., Varela-Jaramillo, A., & Guayasamin, J.** (2014). AmphibiaWebEcuador. Recuperado el 04 de Marzo de 2015, de <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1461>

**GASCON**, C., Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr, R. O., Malcolm, J. R., Stouffer, P. C., Vasconcelos, H. L., & Borges, S. (1999). Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological conservation*, 91(2), 223-229.

**GARCÍA**, J., Castro, F., & Cárdenas, H. (2005). Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector La Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). *Caldasia*, 27 (2):299-310.

**GEHLHAUSEN**, S. M., Schwartz, M. W. y Augspurger, C. K. (2000). Vegetation and microclimatic edge effects in two mixedmesophytic forest fragments. *Plant Ecology* 147: 21-35.

**HESKE**, E. J. (1995). Mammalian abundances on forest-farm edges versus forest interiors in southern Illinois: is there an edge effect? *Journal of Mammalogy* 76: 562-568.

**HOLMQUIST**, J. G. (1998). Permeability of patch boundaries to benthic invertebrates: influences of boundary contrast, light level, and faunal density and mobility. *Oikos* 81: 558-566.

**HONNAY**, O., Verheyen ,K. y Hermy, M. (2002). Permeability of ancient forest edges for weedy plant species invasion. *Forest Ecology and Management* 161: 109-122.

**ISAACS**, P., & Urbina, N. (2011). Anthropogenic disturbance and edge effects on anuran assemblages inhabiting cloud forest fragments in Colombia. *Natureza & Conservacao*, 9(1), 1-9.

**JOSSE**, C., P. A. Mena & G. Medina (Eds.). (2000). La Biodiversidad de los Páramos. Serie Páramo 7. GTP/Abya Yala. Quito.

**KOK**, K., P. A. VERWEIJ y H. BEUKEMA. (1995). Effects of cutting and grazing on Andean treeline vegetation. Pp. 527-539, in S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn (eds.): Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden. New York.

**LAEGAARD, S.** (1992). Influence of fire in a grass paramo vegetation of Ecuador. Pp. 151-170, *in* Balslev, H. y J. Luteyn (eds.): Paramo: An Andean Ecosystem under human influence. Academic Press. Londres.

**LIDICKER Jr, W. Z.** (1999). Responses of mammals to habitat edges: an overview. *Landscape Ecology*, 14(4), 333-343.

**LIDICKER Jr, W. Z., & Peterson, J. A.** (1999). Responses of small mammals to habitat edges. In *Landscape ecology of small mammals* (pp. 211-227). Springer New York.

**LOEGAARD, S.** (1992). Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. Academic Press.

**LÓPEZ- BARRERA, F.** (2004). Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas*, 13(1), 67-77.

**LOPEZ de Casanave, J., Pelotto, J. P. y Protomastro, J.** (1995). Edge-interior differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *Forest Ecology and Management* 72: 61-69.

**MACDIARMID,** (1994). En: Angulo, A., Rueda, V., Rodríguez, V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina, Conservación Internacional. Bogotá: Serie Manueales de Campo N° 2. Paramericana Formas e Impresos S.A.

**MAE.** (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.

**MATLACK, G. R.** (1994). Vegetation dynamics of the forest edge - trends in space and successional time. *Journal of Ecology* 82: 113-123.

**MAGURRAN, A. E.** (2005). Species abundance distributions: pattern or process?. *Functional Ecology*, 19(1), 177-181.

**MESQUITA, R. C. G., Delamonica, P. y Laurance, W. F. (1999).** Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 91: 129-134.

**MEZA-RAMOS, P., Yáñez-Muñoz, M., Reyes-Puig, J., & Ramírez, S. (2008).** Estructura ecológica de una comunidad de ranas pristimantis (Anura: Brachycephalidae) amenazadas, en las laderas altas de los Andes sur del Ecuador. Zamora Chinchipe. Quito: Ecociencia, Fundación Jocotoco y Ministerio del Ambiente. Programa de becas de investigación para la conservación (PBIC).

**MILLS, L. S. (1995).** Edge effects and isolation: Red-Backed voles on forest remnants. *Conservation Biology* 9: 395-402.

**MUNICIPIO DE CUENCA. (2007).** Expediente para la Inscripción del Parque Nacional Cajas y los Tramos Transversales del Qhapaq Ñan en la lista de Patrimonio Mundial de la Unesco. Ecuador.

**MURCIA, C. (1995).** Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(2), 58-62.

**NAVAS, C. (1999).** Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: Una visión ecofisiológica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, (23): 465-474.

**RANGEL, G. F. M., & Perilla, Y. R. L. (2014).** Diversidad de anfibios y reptiles en la alta montaña del suroriente de la sabana de Bogotá, Colombia. *Herpetotropicos*, 10(1).

**OKSANEN, J., Guillaume, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, R., O'Hara, B., y otros. (2013).** Ordination and analysis of dissimilarities: Tutorial with R and Vegan.

**OSORNO-MUÑOZ, M. (1999).** Evaluación del efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Anura: Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. *Revista Académica de Colombia*, 23, 347-356.

**PÁEZ, V.** (2004). El valor de las colecciones biológicas. *Actualidades Biológicas* 2004 (2): Editorial.

**PINEDA, E., & Halffter, G.** (2004). Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117(5), 499-508.

**POURRUT, P., O. Róvere, I. Romo y H. Villacrés.** (1995). Clima del Ecuador. En: (Pourrut, P. Edt.) *Estudios de Geografía 7. El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, esorrentía.* ORSTOM. Colegio de Geógrafos del Ecuador. Corporación Editora Nacional. Quito.

**RAMÍREZ, S., Meza-Ramos, P., Yáñez-Muñoz, M., & Reyes, J.** (2009). Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Zoológica*, 4-5: 35-49.

**RAMSAY, P.** (1992). The paramo vegetation of Ecuador: the community ecology, dynamics and productivity of tropical grasslands in the Andes. Tesis de Ph.D. Universidad de Gales. Bangor.

**RICE, K. G., Mazzotti, F. J., Waddle, J. H., & Conill, M. D.** (2013). Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de Ecosistemas.

**RUEDA, J., Castro, F., & Cortéz, C.** (2006). Técnicas para el Inventario y Muestreo de Anfibios: Una Compilación. En A. Angulo, J. Rueda, J. Rodríguez, & E. La Marca, *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Andes de la Región Tropical Andina* (págs. 146-147). Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A.

**R CORE TEAM.** (2014). R: A language and environment of statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtenido de <http://www.R-project.org/>

**SÁNCHEZ, J.** (2013). Diversidad y distribución de anfibios en un bosque húmedo montano, Zamora-Ecuador. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de

biólogo del medio ambiente, Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Biología, Ecología . Cuenca.

**SÁNCHEZ, J., & Celi, E.** (2013). Condicionantes ecológicos de la distribución y composición de anfibios en cuatro microcuencas del Parque Nacional Cajas (PNC). Universidad Verdad.

**SANTOS- BARRERA, G., & Urbina-Cardona, N.** (2011). The role of the matrix-edge dynamics of amphibian conservation in tropical montane fragmented landscapes. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 679-687.

**SHLENS, J.** (2003). A tutorial on principal component analysis. New Jersey: Princeton University.

**SIMMONS & Muñoz-Saba** (2005). En: Angulo, A., Rueda, V., Rodríguez, V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina, Conservación Internacional. Bogotá: Serie Manuales de Campo N° 2. Paramericana Formas e Impresos S.A.

**STEVENS, S. M. y Husband, T. P.** (1998). The influence of edge on small mammals: evidence form Brazilian Atlantic forest fragments. *Biological Conservation* 85: 1-8.

**TORAL, E.** (2004). Efecto de borde en anuros y lagartijas de un bosque tropical. Costa Rica.

**TORAL, E., Feinsinger, P., & Crump, M.** (2001). Frogs and a Cloud-Forest Edge in Ecuador. *Conservation Biology*, 16(3), 735-744.

**TOFT, C. A.** (1982). Community structure of litter anurans in a tropical forest, Makokov, Gabon: a preliminary analysis in the minor dry season. *Terre et Vie* 36:223–232.

**URGILÉS, V & Nieves, C.** (2014). Composición y estructura de anfibios en un gradiente altitudinal de la cordillera sur oriental de los Andes ecuatorianos. Trabajo de

graduación previo a la obtención del título de biólogo del medio ambiente, Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Biología, Ecología . Cuenca, Ecuador.

**VALENCIA, R.,** Cerón, C., Palacios, W., & Sierra, R. (1999). Los sistemas de clasificación de la vegetación propuestos para el Ecuador. Sierra, R.(ed). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, Quito, 19-28.

**VEINTIMILLA, D.,** Salinas, K., & Aguirre, N. (2014). Patrones de diversidad de Anuros en el ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. CEDAMAZ, 31-39

**SALINAS** Salinas, K. A., & Veintimilla Yáñez, D. A. (2010). Patrones de diversidad de anuros en el ecosistema páramo del parque nacional podocarpus (Doctoral dissertation).

**VERWEIJ, P.,** & Budde, P. (1992). Burning and grazing gradients in páramo vegetation: Initial ordination analyses. Academic Press, 177-195.

**WEATHERS, K. C.,** Cadenasso, M. L. y Pickett, S. T. A. (2001). Forest edges as nutrient and pollutant concentrators: potential synergisms between fragmentation, forest canopies, and the atmosphere. *Conservation Biology* 15: 1506-1514.

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Imágenes de las especies registradas en el área de Miguir, Azuay



*Pristimantis grp. unistrigatus sp. 1*



*Pristimantis aff. phoxocephalus*



*Pristimantis grp. orestes sp. 1*



*Pristimantis grp. orestes aff. sp. 1*



*Pristimantis grp. orestes sp. 2*