

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

1. **TÍTULO:** Evaluación de la huella hídrica en la industria cementera, provincia de Imbabura

2. **AUTORES:** Sayri Israel Gómez Garzón  
Lenin Bolívar Méndez Huaca

3. **DIRECTOR:** MSc. Renato Oquendo

4. **COMITÉ LECTOR:** MVz. TITO MENDOZA. MSc.  
Ing. TANIA OÑA. MSc.  
Ing. ELIZABETH VELARDE. MSc

5. **AÑO:** 2018

6. **LUGAR DE INVESTIGACIÓN:** Pare alta de la microcuenca Sagala Huaycu

7. **BENEFICIARIOS:** Pobladores de la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“ANUROS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA ZONA DE  
INFLUENCIA DE LA PARTE ALTA DE LA MICROCUENCA SAGALA HUAYCU-  
PARROQUIA SAN ROQUE PROVINCIA DE IMBABURA”**

#### **AUTORES**

GÓMEZ GARZÓN SAYRI ISRAEL  
MÉNDEZ HUACA LENIN BOLÍVAR

#### **DIRECTOR**

Blgo. RENATO OQUENDO. MSc

#### **ASESORES**

MVz. TITO MENDOZA. MSc.

Ing. TANIA OÑA. MSc.

Ing. ELIZABETH VELARDE. MSc.

**Ibarra – Ecuador  
2018**

## HOJA DE VIDA



**APELLIDOS:** Gómez Garzón

**NOMBRES:** Sayri Israel

**C. CIUDADANÍA:** 100353038-1

**TELÉFONO CELULAR:** 0985676528

**CORREO ELECTRÓNICO:** sayri2008@hotmail.com

**DIRECCIÓN:** Natabuela / Velasco Ibarra y 25 de septiembre

**FECHA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO:** 10 de septiembre de 2018

## HOJA DE VIDA



**APELLIDOS:** Méndez Huaca

**NOMBRES:** Lenin Bolívar

**C. CIUDADANÍA:** 100323068-5

**TELÉFONO CELULAR:** 0986624301

**CORREO ELECTRÓNICO:** lenny\_folk8627@hotmail.com

**DIRECCIÓN:** Azaya / Guaranda e isla Fernandina 15-52

**FECHA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO:** 10 de septiembre de 2018

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA – UTN

**Fecha:** 5 de septiembre del 2018

Gómez Garzón Sayri Israel & Méndez Huaca Lenin Bolívar **ANUROS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA PARTE ALTA DE LA MICROCUENCA SAGALA HUAYCU-PARROQUIA SAN ROQUE PROVINCIA DE IMBABURA** / Trabajo de Titulación, Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, 05 de septiembre del 2018. 103 páginas.

**DIRECTOR:** MSc. Jorge Renato Oquendo

El objetivo principal de esta investigación fue: Evaluar la calidad ambiental de la microcuenca Sagala Huaycu utilizando anuros como bioindicadores, con el fin de diseñar una propuesta de conservación. Entre los objetivos específicos se encuentran Caracterizar los factores bióticos (anuros) y abióticos (agua y suelo) del área de influencia de la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu, Determinar la diversidad, el estado de conservación de especies de anuros encontrados y su distribución espacial dentro de la microcuenca, Determinar la calidad ambiental de la microcuenca de acuerdo a la variabilidad de anuros, Diseñar una propuesta de conservación considerando la diversidad y estado de conservación de las especies de anuros encontrados.

**Fecha:** 05 de septiembre del 2018



---

MSc. Jorge Renato Oquendo  
**Director del trabajo de titulación**

### AUTORES

---

Sayri Israel Gómez Garzón



---

Lenin Bolívar Méndez Huaca

# ANUROS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA PARTE ALTA DE LA MICROCUENCA SAGALA HUAYCU-PARROQUIA SAN ROQUE PROVINCIA DE IMBABURA

Sayri Gómez\*<sup>1</sup>, Lenin Méndez\*<sup>1</sup>, Renato Oquendo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Av. 17 de julio 5-21 y José Córdova,  
Ibarra-Ecuador Teléfono: 00593-6-2997800

\*Autores correspondientes: e-mails: sayri2008@hotmail.com, lenny\_folk8627@hotmail.com

## RESUMEN

La microcuenca Sagala Huaycu se encuentra en ecosistemas de estribaciones y montañas dentro de la región interandina, hábitats primordiales para los anuros, en donde el avance de la frontera agrícola es el factor principal que incide en la pérdida de especies vegetales contribuyendo a la desaparición de la diversidad de anuros. Por lo tanto, en ésta investigación caracterizó factores bióticos (anuros) y abióticos (agua y suelo) para establecer el estado de conservación de los anuros a través de índices de diversidad, índice de prioridades de conservación, índice de evaluación de calidad de anfibios e índice de perturbación humana. Se registró un total de 66 individuos, pertenecientes a tres especies *Gastrotheca riobambae*, *Pristimantis curtipes* y *Pristimantis unistrigatus*, obteniendo una diversidad baja en las tres zonas de estudio, dos de ellas compartiendo las mismas especies. El Índice de Prioridades de Conservación (SUMIN) para el conjunto de especies registradas en la zona 1 alcanzó valores de 6 a 13, se clasificó a *Gastrotheca riobambae* con prioridad máxima de conservación con un coeficiente de 13, los valores variaron para las zonas 2 y 3 entre 6 y 9, dando como resultado la especie *Pristimantis curtipes* en categoría de atención especial. Al aplicar el Índice de Evaluación de Calidad de Anfibios (EICA), reveló que *Gastrotheca riobambae* es una especie indicadora de calidad ambiental media ya que no se adapta con facilidad a las modificaciones de hábitats obteniendo un coeficiente de 6, además *Pristimantis unistrigatus* es una especie relacionada con una mala calidad ambiental debido a su facilidad para adaptarse a las modificaciones de hábitats con un coeficiente de 3. El Índice de Perturbación Humana (IPH) indicó que la zona de la microcuenca está afectada drásticamente con la deforestación, avance de la frontera agrícola y los incendios forestales los cuales destruyen los hábitats naturales y formas de vida propias del lugar. Finalmente se recopiló

todos los datos obtenidos en una matriz de priorización, con la cual se seleccionó y planteó tres estrategias de conservación, dos direccionadas a la conservación de los hábitats investigados y una destinada a la conservación de la especie en peligro de extinción.

## SUMMARY

The Sagala Huaycu micro-watershed is found in ecosystems of foothills and mountains within the inter-Andean region, primordial habitats for the anurans, where the advance of the agricultural frontier is the main factor that affects the loss of plant species, contributing to the disappearance of the diversity of anurans. Therefore, in this research, it characterized biotic (anuran) and abiotic (water and soil) factors to establish the conservation status of anurans through diversity indexes, conservation priority index, amphibian quality evaluation index and index of human disturbance. A total of 66 individuals were registered, belonging to three species *Gastrotheca riobambae*, *Pristimantis curtipes* and *Pristimantis unistrigatus*, obtaining a low diversity in the three zones of study, two of them sharing the same species. The Conservation Priorities Index (SUMIN) for the set of species registered in zone 1 reached values from 6 to 13, *Gastrotheca riobambae* was classified with maximum conservation priority with a coefficient of 13, values varied for zones 2 and 3 between 6 and 9, resulting in the species *Pristimantis curtipes* in the category of special attention. When applying the Amphibian Quality Assessment Index (EICA), it revealed that *Gastrotheca riobambae* is an indicator species of medium environmental quality since it does not adapt easily to habitat modifications obtaining a coefficient of 6, in addition *Pristimantis unistrigatus* is a species related to poor environmental quality due to its

ability to adapt to habitat modifications with a coefficient of 3. The Human Disturbance Index (HPI) indicated that the micro-watershed area is drastically affected by deforestation, advance of the agricultural frontier and forest fires which destroy the natural habitats and life forms of the place. Finally, all the data obtained was collected in a prioritization matrix, with which three conservation strategies were selected and proposed, two aimed at the conservation of the habitats under investigation and one aimed at the conservation of the species in danger of extinction.

## INTRODUCCIÓN

La constante destrucción de los ecosistemas por la intensificación de las actividades de aprovechamiento de recursos naturales, han puesto en grave riesgo a la mayoría de las especies que habitan en ecosistemas alto andinos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Gran parte de estos hábitats naturales se encuentran aislados dentro de cuencas y microcuencas hidrográficas, las que albergan restos de vegetación natural, dejando que muchas especies de flora y fauna ocupen estos espacios. La destrucción de éstos hábitats ha sido muy significativa en el campo de los anfibios existiendo casos de desapariciones definitivas en la región Neotropical, donde más del 40% de las especies anfibias se encuentran actualmente en regresión (Belamendia, 2010).

A nivel mundial se han descrito un total de 7 480 especies de anfibios silvestres (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2017), Ecuador ocupa el tercer puesto en diversidad de anfibios, con un aproximado de 595 especies identificadas, que representa el 12,44% del total, de las cuales 241 son endémicas. El territorio alberga tres veces más especies de anfibios por kilómetro cuadrado que Colombia y 21 veces más que Brasil (MAE, 2015).

Los anfibios uno de los grupos más numerosos en cuanto a la diversidad faunística ecuatoriana. Estos vertebrados forman parte de los estratos básicos de las redes tróficas, que posibilitan la subsistencia de otros vertebrados superiores como aves y mamíferos. Su presencia es clave para la conservación y mejora de la biodiversidad y su manifestación es un indicador biológico de calidad ambiental, el que puede ser utilizado

como un puente para la conservación ambiental (Isasi y Catalá, 2011).

Las especies indicadoras son un atractivo investigativo y una herramienta de monitoreo con la cual un profesional de la conservación puede utilizarla como sustituta para la biodiversidad en general, mediante el seguimiento de los resultados de prácticas de gestión a través de la medición del aumento o la disminución de la población de las especies que también contribuyen con la detección de brotes de enfermedades, dando como resultado un "sistema de alerta temprana" por biólogos y gestores de la conservación (Lips y Reaser, 1999).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu de la parroquia San Roque perteneciente al cantón Antonio Ante en la provincia de Imbabura. Tiene una extensión de 312 hectáreas, las cuales están distribuidas en un gradiente altitudinal que va desde los 3 000 a los 4 600 m.s.n.m De acuerdo a Sierra *et al.* (1999) pertenece a una formación ecológica (Bosque siempre verde montano alto (*bsv MA*) y Matorral húmedo montano (*mh M*). Para seleccionar los sitios de muestreo se consideró la extensión de vegetación del lugar y sus diferentes grados de perturbación como áreas agrícolas, áreas de pastoreo, cercas, vías de acceso y asentamientos humanos.

El estudio tuvo una duración de siete meses, muestreando un total de treinta transectos en quince salidas de campo de las cuales dieciocho se muestrearon en época seca entre (junio hasta mediados de octubre 2017), y doce en época lluviosa entre octubre y diciembre del 2017, realizando un muestreo de tres días seguidos y dieciocho días hábiles para cada zona. Las horas establecidas para el muestreo de los anuros fueron de 17h:00 de la tarde a 20h:00 de la noche y de 21h:00 a 00h:00 de la noche. Cada unidad de muestreo fue ubicada en el área de estudio tomando en cuenta criterios como la pendiente del terreno y la accesibilidad, muestreando en un período de dieciocho días Armijos y Patiño, (2009). Para muestrear la diversidad de anuros de las diferentes áreas de estudio se aplicó la metodología de transectos lineales propuesta por (Lips, 2001).

Que consiste en recorrer 250 m de largo por una banda de 2 m. Tomando en cuenta que en ciertas fases se utilizó el método estandarizado para el muestreo de anfibios denominado relevamiento por encuentros visuales propuesto por Heyer *et al.* (1994), debido a la topografía irregular del lugar, el cual consiste en caminar libremente buscando todos los individuos que se encuentren en el camino removiendo troncos, ramas, hojas, plantas, etc

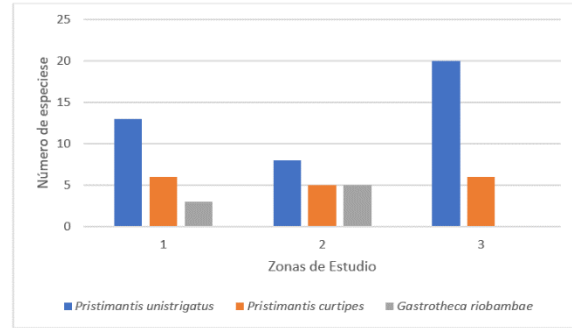
Para la toma de las muestras de suelos se establecido se siguió un protocolo para todas las sub muestras el cual fue aplicada de la siguiente manera, en primera instancia despejando residuos de vegetación, arbustos, hierbas o restos de cultivos con la finalidad de obtener resultados sin ningún tipo de sesgamiento de información. Se utilizó un barreno, hasta la profundidad de 20cm de suelo (Garrido, 1998). En un recorrido de zig zag se recolectó 14 sub muestras cada 10 m, posterior se homogenizó, y se formó una muestra representativa compuesta total de suelo por zona experimental.

Se tomó dos muestras de agua, una en la parte alta en dónde nace la vertiente y otra en la parte baja en donde el agua se une luego de haber recorrido varios sistemas de uso. Se utilizó una botella de plástico o garrafón, a la que se le realizó tres enjuagues antes de su uso (purga) con el fin de evitar una posible contaminación a la muestra. La botella fue sumergida de 15 a 20 cm dentro del agua, colocando con la boca de la botella hacia arriba y en dirección contraria a la corriente, formando ángulo de 45°. La botella se movió lentamente en dirección contraria a la corriente mientras se esperaba a su llenado

## RESULTADOS

### Composición de la anuro fauna

La familia más representativa de anuros es Craugastoridae con 58 individuos, de dos especies *Pristimantis curtipes* y *Pristimantis unistrigatus* seguida de la familia, Amphignathodontidae con 8 individuos de una especie *Gastrotheca riobambae*. En la (Figura 1) se grafica los valores de abundancia en general de las especies de anuros encontrados en la parte alta de la micro cuenca Sagala Huaycu.



**Figura 1.** Abundancia general de las especies registradas.

### Indicadores de diversidad alfa y beta

La baja diversidad en las tres zonas, a pesar de ser el área de la microcuenca la más alta en diversidad de acuerdo al índice Shannon, no llega a los rangos normales que varían entre 2 y 3, tomando en cuenta que de igual manera el índice Margaleff obtuvo una baja diversidad (Tabla 1).

**Tabla 1.** Índices de diversidad alfa

ÍNDICES		
ZONA	Shannon	Margaleff
1	0,93	2,68
2	1,07	2,65
3	0,59	1,69

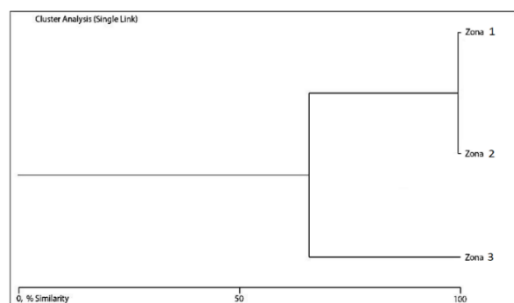
Las zonas de estudio que tienen menor número de especímenes podrían asociarse a la degradación del hábitat. En la zona 3, se registraron las especies *Pristimantis unistrigatus* y *Pristimantis curtipes* en donde la dominancia de la vegetación es arbustiva. Las investigaciones que presentaron mayor similitud con el presente estudio fueron: Guevara (2011), quien registró las mismas tres especies en la reserva de vida silvestre Pasochoa a este grupo se incluye a Lozano (2017), quien realizó un estudio de herpetofauna en el cantón Mejía registrando cuatro especies de anuros. Yáñez (2007), analizó la diversidad herpetofaunística en el sector de la virgen de la reserva ecológica Cayambe Coca obteniendo una similitud en las especies



registradas, todos estos estudios resultaron con una diversidad baja de anuros, la deforestación y el avance de la frontera agrícola son los principales causantes del decline de especies anuras.

La zona 1 en donde la vegetación en su mayor parte está compuesta de un bosque de pino (*Pinus patula*) que es una especie introducida a la vegetación natural de la zona, se registró la presencia de la especie *Gastrotheca riobambae* también obteniendo registros de *Pristimantis curtipes* y *Pristimantis unistrigatus*, dando como resultado una diversidad de anuros baja de las tres especies registradas. Guevara (2011) y Valencia *et al.* (2008), mencionan que el género *Gastrotheca* puede establecerse en hábitats poco alterados.

La alta similitud entre las zonas 1 y 2 ( $J=1,0$  o 100%), hace referencia a que se registraron las mismas especies entre las dos zonas, a este grupo se incorpora la zona 3 con una similitud de ( $J=0,66$  o 66.6%) siendo *Gastrotheca riobambae* la ausente en la zona 3 de las especies encontradas (Figura 2).



**Figura 2.** Índice de Jaccard

Un estudio similar fue de Lozano (2017), quien al evaluar una quebrada con diferentes grados de perturbación en el cantón Mejía, reportó una similitud de ( $J=1,0$  o 100%) en las zonas 1 y 2 pues comparten las mismas especies a este grupo se les unió la zona 3 con una similitud ( $J=0,5$  o 50%) de las especies registradas. Veintimilla *et al.* (2001), quienes al evaluar el ecosistema de paramo del Parque Nacional Podocarpus obtuvieron un ( $J=0,85$  o 85,8 %), de similitud considerando que comparten tres especies en las zonas de estudio y es un mismo tipo de ecosistema influenciados por los mismos factores ambientales.

## Índice de perturbación humana (IPH)

En las zonas de vegetación natural los valores más altos en el índice de perturbación humana se obtuvieron en la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu (Zona 2) con un porcentaje del (72,5%), los porcentajes más bajos en la zona 3 con el (45%), seguido de la zona 1 con (35%). Las actividades que generan un impacto a las zonas de vegetación natural son: deforestación o remoción de la vegetación nativa, alteración del paisaje natural y presencia de incendios forestales (Tabla 2).

**Tabla 2.** Índice de Perturbación Humana para zonas de vegetación natural

Criterio a evaluar	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Deforestación o remoción de la vegetación nativa	4	9	5
Alteración del paisaje natural	5	8	4
Invasión de plantas exóticas	2	4	7
Presencia de incendios forestales	3	8	2
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>29</b>	<b>18</b>
<b>Valor IPH (IPH/40*100)</b>	<b>35%</b>	<b>72.50%</b>	<b>45%</b>
<b>Categoría de impacto</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>B</b>

En las zonas de cultivos los valores más altos en el índice de perturbación humana se obtuvieron en la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu (zona 2) con un porcentaje del (65%), los porcentajes más bajos en la zona 1 con (22.5%) seguido de la zona 3 con (32.5%) Las actividades que generan un impacto a las zonas cultivadas son: presencia de monocultivos, seguido de la disposición de los desechos sólidos y carencia de vías de acceso (Tabla 3).

**Tabla 3.** Índice de Perturbación Humana para zonas cultivadas

Criterio a Evaluar	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Disposición de desechos sólidos no reciclables.	2	7	3
Uso de agroquímicos	1	5	0
Cercanía de vías de acceso	4	7	4
Presencia de monocultivos	2	8	6
<b>Total</b>	9	26	13
<b>Valor IPH (IPH/40*100)</b>	22.50%	65%	32.50%
<b>Categoría de Impacto</b>	A	B	A

La zona de cultivo tuvo un IPH de (65%) el cual se ubica en categoría de impacto moderado (B) (Tabla 12), y se lo registro también en la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu. Divine, Eza, Ogusuku y Furlong, (2008) mencionan que el uso constante de agroquímicos en los cultivos produce impactos directos al ecosistema como la pérdida progresiva de la diversidad, la degradación de suelos, y contaminación del agua. De acuerdo a este estudio en donde se observa como principal causante la presencia de mono cultivos, la mala disposición de los residuos sólidos y el uso de agroquímicos.

### Índice de prioridades de conservación (SUMIN)

El índice SUMIN para el conjunto de especies registradas en la zona1, alcanzó valores de 6-13, con media de 9,33 y una desviación estándar de 3,65. En el área se clasifico a una especie (33,33%) como prioridad máxima de conservación, y dos especies (66.66%) como no prioritarias para su conservación.

El resultado SUMIN para la zona 1 (Tabla 4) indican que *Gastrotheca riobambae* tiene prioridad máxima de conservación con un valor de SUMIN de 13, las especies con menor prioridad de conservación fueron *Pristimantis unistrigatus* y *Pristimantis curtipes*

**Tabla 4.** Índice de prioridades de conservación (SUMIN) para la zona 1

N°	ESPECIES /Variables	(DICON)	DINAC	AUHA	POTRE	TAM	ABUN	SINTA	UICN	SUMIN
1	<i>Pristimantis unistrigatus</i>	2	2	0	1	0	0	0	0	6
2	<i>Pristimantis curtipes</i>	3	2	2	1	0	1	0	0	9
3	<i>Gastrotheca riobambae</i>	3	4	1	1	0	2	0	3	13

El índice SUMIN para las especies registradas en la zona 3, obtuvo valores entre 6 y 9 y una media de 7,5 y una desviación estándar de 2,12. Dando como resultado 1 especie (50%) con categoría de atención especial y 1 especie (50%) con categoría no prioritaria de conservación. Los resultados indican que *Pristimantis curtipes*, es la especie con categoría de atención especial para la conservación, con un valor de SUMIN de 9 (Tabla 5). La especie de prioridad menor de conservación que obtuvieron un valor SUMIN de 6 es *Pristimantis unistrigatus* condición que se mantiene debida a su abundancia.

**Tabla 5.** Índice de prioridades de conservación (SUMIN) para la zona 3

N°	ESPECIES /Variables	(DICON)	DINAC	AUHA	POTRE	TAM	ABUN	SINTA	UICN	SUMIN
1	<i>Pristimantis unistrigatus</i>	2	2	0	1	0	0	0	0	6
2	<i>Pristimantis curtipes</i>	3	2	2	1	0	1	0	0	9

Díaz y Ortiz (2003) y Maneyro y Langone (2001), sostienen que, de la aplicación del índice de prioridades de conservación, resultan valores importantes para la conservación de las especies, que asociados con otros factores importantes relacionados con la conservación ya sea su distribución o abundancia, permite una evaluación rápidamente el estado de conservación de las especies

### Índice de evaluación de calidad de anfibios (IECA)

Los resultados obtenidos al aplicar el Índice de Evaluación de Calidad de Anfibios para humedales (EICA), revelan que la especie *Gastrotheca riobambae* tiene un coeficiente de 6, *Pristimantis curtipes* tienen un coeficiente de 5 y

*Pristimantis unistrigatus* con un coeficiente de 3 (Tabla 6), con lo que se deduce que *Pristimantis unistrigatus* es una especie relacionada con una mala calidad ambiental debido a su facilidad para adaptarse a las modificaciones de hábitats, y por su abundante riqueza en la zonas de estudio

**Tabla 6.** Cálculo del índice de evaluación de calidad de anfibios

	<i>G. riobambae</i>	<i>P. curtipes</i>	<i>P. unistrigatus</i>
<b>Tolerancia</b>	6	4	4
<b>Adaptabilidad</b>	6	6	2
<b>Total</b>	12	10	6
<b>EICA</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

Micacchion (2002) obtuvo 4 especies medias y 6 especies malas de calidad de anfibios para humedales en su estudio realizado en Ohio. Al aplicar el Índice de Evaluación de calidad de Anfibios para Humedales (IECA) a los especímenes encontrados en la zona de estudio, se obtuvo que *Gastrotheca riobambae* una especie endémica del Ecuador, tiene un coeficiente de 6 considerándole una especie media en calidad de anfibios. Valencia *et al* (2008). Menciona que es una especie la cual se la puede encontrar en un número reducido en hábitats fragmentados.

*Pristimantis curtipes* tienen un coeficiente de calidad de anfibios 5, Alban, (2015), menciona que es una especie que se la registra en hábitats no muy degradados y que se adaptan a la fragmentación de los mismos en menor grado.

### Estrategias de conservación

Las estrategias de conservación proporcionan mecanismos de acción inmediata para mitigar las principales amenazas que alteran la viabilidad de los aspectos de conservación (Delgado, Sepúlveda y Álvarez, 2010). Las estrategias de conservación fueron realizadas en base a los resultados obtenidos al aplicar la matriz de priorización que evaluó los problemas existentes en la microcuenca en relación directa a parámetros dependientes (Tabla 7).

**Tabla 7.** Valorización mediante matriz de priorización.

Criterios	Deterioro del paisaje	Deterioro de Hábitats	Disminución de la Fauna	Erosión del suelo	Contaminación del agua		
Problemas	C1	C2	C3	C4	C5	TOTAL	Prioridad
Deforestación	3	3	2	1	1	10	2°
Avance de la frontera agrícola	2	2	1	2	1	8	3°
Áreas agrosilvopastoriles	2	2	2	1	1	8	3°
Vías de acceso	2	1	1	1	0	5	4°
Incendios forestales	3	3	3	2	1	12	1°

### Estrategias de conservación

Se realizaron tres estrategias de conservación, dos destinadas a la conservación del hábitat y una a la conservación de la especie en peligro de extinción.

- Estrategias de conservación mediante la educación ambiental
- Estrategia de reforestación con especies nativas
- Estrategia de reproducción *ex situ* de *Gastrotheca riobambae*

### CONCLUSIONES

Se registraron 66 individuos, pertenecientes a tres especies, siendo *Pristimantis unistrigatus* la más numerosa con un total de 41 registros, concluyendo de esta manera que los valores obtenidos a través del cálculo de índices de diversidad en la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu y sus zonas de influencia tienen una diversidad *baja* de especies de anuros con el 0,71 % del total de anuros registrados en el Ecuador.

En cuanto a la caracterización de suelo y agua se concluye que el área de estudio tiene una contaminación mínima con lo referente a productos agroquímicos, pues el uso no es muy frecuente, teniendo en cuenta también que los cultivos son los que absorben en mayor parte al agroquímico, existiendo una mínima posibilidad de ser transportados por la escorrentía.

El estado del agua al final de la zona de estudio se encuentra en malas condiciones debido a que los resultados del análisis físico químicos

realizados se encuentran fuera de los límites permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

En el estado de conservación de las especies se concluye que *Gastrotheca riobambae*, se encuentra en peligro de extinción de acuerdo a la lista roja de la UICN, además al ser evaluada con el índice de prioridades de conservación SUMIN, resultó en categoría prioritaria para la conservación mientras que *Pristimantis curtipes* obtuvo la categoría de atención especial.

Al evaluar las actividades antrópicas desarrolladas en las zonas de estudio con el Índice de Perturbación Humana (IPH) reveló que el área de vegetación natural tiene un impacto severo en la parte alta de la microcuenca evidenciando los principales problemas la deforestación y la presencia de incendios forestales.

*Pristimantis unistrigatus* es una especie muy resistente a las alteraciones de hábitats tanto en fragmentación como en degradación, su abundancia y distribución en las tres zonas de estudio, dieron como resultado un coeficiente bajo en el índice EICA, reflejando mala calidad ambiental, *Gastrotheca riobambae* especie que se estableció en una categoría media como bioindicadora de calidad ambiental debido a que se le ha registrado en ambientes medianamente perturbados, y se adapta en un mínimo porcentaje.

Se concluye que la parte alta de la microcuenca Sagala Huaycu tiene una calidad ambiental media y que va en retroceso con el tiempo, debido a las actividades antrópicas que se encuentran establecidas las mismas que fracciona y deteriora el Hábitat.

## RECOMENDACIONES

Continuar con el muestreo en las partes superior e inferior al rango altitudinal al que fue realizado este estudio, para comparar los resultados generados y conocer si las especies se desplazan y logran o no acoplarse a las variaciones meteorológicas.

Monitoreos más exhaustivos por transecto, pues así se avanza rápidamente a cubrir el área

prevista en un menor tiempo posible, ocasionando el mismo disturbio temporal.

Continuar con el monitoreo, registro de actividades y características morfológicas de cada individuo, con el fin de enriquecer los estados de conservación como fundamento para posteriores investigaciones.

Estimar la utilización de grabaciones de cantos para los muestreos auditivos en etapas de registros de áreas de estudio de difícil acceso, como las pendientes.

## BIBLIOGRAFÍA

Albán, F. (2015). Impactos potenciales del cambio climático en la biodiversidad de ecosistemas de alta montaña o páramo de Ecuador. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Quito 45-53 p.

Armijos, D. y Patiño, A. (2009). Herpetofauna de un Bosque Húmedo Tropical en la Estación El Padmi, de la Universidad Nacional de Loja. Loja.

Belamendia, G. (2010). Estudio De La Comunidad De Anfibios Y Reptiles En La Cuenca De Bolintxu : Propuesta Para El Conocimiento De La Diversidad De Herpetofauna , (estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de bolintxu: propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión). Recuperado de: [bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio\\_comunidad\\_anfibios\\_reptiles.pdf](http://bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles.pdf).

Devine, J., Eza, D., Ogosuku, E., y Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública, 25(1), 74-100 p.

Díaz, H. y Ortiz, J. (2003). Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. Revista Chilena de Historia Natural 76: p 509-52.

- Guevara, D. (2011). Diseño metodológico y levantamiento de la línea base para el monitoreo de los objetos de conservación del refugio de vida silvestre Pasochoa. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba p, 64-68.
- Heyer, R., Donnelly, A., McDiarmid, W., Hayek, C. y Foster, S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Isasi, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31–38. Recuperado de: [http://www.interciencia.org/v36\\_01/031.pdf](http://www.interciencia.org/v36_01/031.pdf).
- Lips, K. y Reaser, K. (1999). El Monitoreo de Anfibios en América Latina. *The Nature Conservancy*, (El Monitoreo de Anfibios en América Latina), 1–42. Recuperado de: <http://www.amphibiaweb.org/resources/Anfibios.pdf>
- Lips, K., Reasaer, J., Young, B. y Ibañez, R. (2001). Monitoreo de anfibios en América latina: Manual de Protocolos. Society for the study of amphibians and reptiles. USA.
- Lozano, Z. (2017). Análisis de la composición y diversidad de la herpetofauna e bosques húmedos del Cantón Mejía con diferentes niveles de intervención antrópica. (Tesis de pregrado), Universidad Politécnica Salesiana. Quito, p, 19-26.
- Micacchion, M. (2002). *Amphibian Index of Biotic Integrity for Wetlands*. Wetland Ecology Group Environmental Protection Agency, division of Surface Water. Columbus.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr05es.pdf>.
- Sierra, R. (Ed.). (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN. (2015). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Tercera edición*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 34 p.
- Valencia, J., Toral, E., Morales, M., Betancourt, R. y Barahona, A. (2008) *Guía de campo de Anfibios del Ecuador*. Quito: Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, Simbioe. p. 208.
- Veintimilla, D., Salinas, K. y Aguirre, N. (2011). Patrones de diversidad de Anuros en el ecosistema de paramo del Parque Nacional Podocarpus. Recuperado de: [http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-95/5\\_articulo\\_de\\_investigacion\\_-31\\_-29\\_c2.pdf](http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-95/5_articulo_de_investigacion_-31_-29_c2.pdf).
- Yáñez, M. (2007). Análisis de diversidad herpetofaunística en el sector de la virgen, Reserva Ecológica Cayambe Coca. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Quito. 4-6 p.