



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Etología y aspectos demográficos de dos poblaciones de Bufónidos: *Atelopus elegans* y *Andinophryne olallai* en las localidades de Durango y Manduryacu, noroccidente de Ecuador**

**Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias  
Biológicas**

**Fernando David Velalcázar Guerrero**

**Quito, 2014**

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas del candidato David Velalcázar ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Andrés Merino-Viteri

Director de la Disertación

Quito, 02 de Junio del 2014

**A los Jambatos y los Andinos,**

**que fortalecieron la firme idea de luchar siempre por lo que se propone,**

**sin importar las derrotas y los obstáculos del camino.**

**Sin ser el mejor siempre, pero sí el que luchó para llegar a serlo.**

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Ecociencia, que desde hace veinte años, apoya a los futuros investigadores con su programa de becas; especialmente a Cecilia Tobar, por su acertada labor, al estar a cargo de los proyectos de investigación.

Un agradecimiento muy especial a Andrés Merino-Viteri, Director de la presente investigación, por su constante compromiso, su acertada asesoría y sus consejos que han contribuido decididamente, para que este trabajo se lleve a cabo.

A Santiago Ron por compartir información importante, por su apoyo y guía en los trabajos realizados en el campo.

Al Museo de Herpetología, que me apoyó con el equipo necesario requerido.

A Diego Ortiz, Andrea Escobar y Alejandro Saá, por su valiosa colaboración y a su arriesgada decisión para explorar uno de los lugares más peligrosos del Ecuador, a fin de trabajar con los Jambatos. Además, a Javier Pinto y Nadia Páez quienes caminaron difíciles y largas horas por caminos pantanosos, para observar a los Andinos.

A Julio Sánchez por su ayuda en el análisis de los datos. A Daniel Rivadeneira por su colaboración en el estudio del canto de *Andinophryne olallai*. A Álvaro Pérez por su aporte en la identificación de las plantas.

Y un agradecimiento muy especial a mis padres que a pesar de todas las dificultades, siempre me apoyaron, animándome a seguir adelante, pese a los peligros y riesgos de las salidas de campo.

## TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xii
LISTA DE ANEXOS.....	xv
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	5
3.1 OBJETIVOS.....	10
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
4.1 ESTUDIO DE <i>Atelopus elegans</i> .....	11
4.1.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	11
4.1.2. MUESTREOS POBLACIONALES.....	12
4.1.3. OBSERVACIONES COMPORTAMENTALES.....	13
4.1.3.1 DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD.....	14
4.1.3.2 REPRODUCCIÓN.....	15
4.2 ESTUDIO DE <i>Andinophryne olallai</i> .....	15
4.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	15
4.2.2. MUESTREOS POBLACIONALES.....	16
4.2.3. OBSERVACIONES COMPORTAMENTALES.....	18
4.2.3.1 DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD.....	19
4.2.3.2 ANÁLISIS DE CANTOS.....	19
5. RESULTADOS.....	20

5.1	ESTUDIO DE <i>Atelopus elegans</i> .....	20
5.1.1.	DEMOGRAFÍA .....	20
5.1.2.	ETOLOGÍA .....	21
5.1.2.1	COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS .....	21
5.1.2.1.1	Ondulación de extremidades anteriores .....	22
5.1.2.1.2	Extensión de extremidades posteriores .....	22
5.1.2.1.3	Levantamiento de extremidades posteriores .....	22
5.1.2.1.4	Pulsación de la región gular .....	23
5.1.2.1.5	Reorientación .....	23
5.1.2.1.6	Desplazamiento .....	23
5.1.2.1.7	Alimentación .....	24
5.1.2.2	PICOS DE ACTIVIDAD .....	24
5.1.2.3	DATOS AMBIENTALES .....	24
5.1.2.4	REPRODUCCIÓN.....	25
5.1.2.5	CANTOS.....	26
5.2	ESTUDIO DE <i>Andinophryne olallai</i> .....	26
5.2.1.	DEMOGRAFÍA .....	26
5.2.2.	ETOLOGÍA .....	27
5.2.2.1	COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS .....	28
5.2.2.1.1	Subir y bajar extremidades anteriores .....	29
5.2.2.1.2	Estirar y levantar extremidades posteriores .....	29
5.2.2.1.3	Pulsación de la región gular .....	29
5.2.2.1.4	Reorientación .....	30
5.2.2.1.5	Desplazamiento .....	30
5.2.2.1.6	Alimentación .....	31
5.2.2.2	PICOS DE ACTIVIDAD .....	31
5.2.2.3	DATOS AMBIENTALES .....	32
5.2.2.4	REPRODUCCIÓN.....	32
5.2.2.5	CANTOS.....	33
6.	DISCUSIÓN.....	34

6.1	ANÁLISIS DE <i>Atelopus elegans</i> .....	34
6.1.1.	DEMOGRAFÍA .....	34
6.1.2.	ETOLOGÍA .....	35
6.1.2.1	COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS .....	36
6.1.2.2	PICOS DE ACTIVIDAD .....	37
6.1.2.3	DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD .....	38
6.1.2.4	REPRODUCCIÓN.....	38
6.1.2.5	CANTOS .....	39
6.2	ANÁLISIS DE <i>Andinophryne olallai</i> .....	39
6.2.1.	DEMOGRAFÍA .....	39
6.2.2.	ETOLOGÍA .....	41
6.2.2.1	COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS .....	42
6.2.2.2	PICOS DE ACTIVIDAD .....	43
6.2.2.3	DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD .....	44
6.2.2.4	REPRODUCCIÓN.....	44
6.2.2.5	CANTOS .....	45
6.3	CONCLUSIONES .....	45
6.4	RECOMENDACIONES.....	48
7.	LITERATURA CITADA.....	49
8.	FIGURAS.....	58
9.	TABLAS .....	77
10.	ANEXOS.....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Individuo de <i>Atelopus elegans</i> en la localidad de Durango, Esmeraldas.....	59
Figura 2. Individuo de <i>Andinophryne olallai</i> en la localidad de Manduryacu, Imbabura..	59
Figura 3. Río Durango: área en donde se realizaron los estudios etológicos y demográficos de <i>Atelopus elegans</i> . .....	60
Figura 4. Esquema base de los cuatro conjuntos de 10 transectos elaborados para <i>Atelopus elegans</i> . .....	60
Figura 5. Diferencia entre: A) machos, B) hembras, C) juveniles y D) amplexus de <i>Atelopus elegans</i> . Se resalta la diferencia en el grosor de los brazos. ....	61
Figura 6. Río Manduryacu: área en donde se realizaron los estudios etológicos y demográficos de <i>Andinophryne olallai</i> . .....	62
Figura 7. Esquema base de los 13 transectos elaborados para <i>Andinophryne olallai</i> . .....	62
Figura 8. Diferencia entre A) hembras, B) machos y C) juveniles <i>Andinophryne olallai</i> . Se resalta la presencia de oocitos en hembras y la ausencia en machos. ....	63
Figura 9. Número de individuos de <i>Atelopus elegans</i> registrados en cada mes de muestreo. ....	64
Figura 10. Distribución de la población según los tamaños de LRC para <i>Atelopus elegans</i> . ....	64
Figura 11: Hembra de <i>Atelopus elegans</i> realizando una ondulación de la pata anterior.....	65
Figura 12: Macho de <i>Atelopus elegans</i> realizando una extensión de patas posteriores. ....	65

Figura 13. Macho de <i>Atelopus elegans</i> realizando un levantamiento de pata posterior.....	66
Figura 14. Individuos de <i>Atelopus elegans</i> movilizándose entre las ramas y entre los lugares interconectados durante el día.....	66
Figura 15. Macho de <i>Atelopus elegans</i> capturado A. 21/agosto/2013 y recapturado B. 22/septiembre/2013. ....	67
Figura 16. Individuo adulto de <i>Atelopus elegans</i> en pleno acto de alimentación. ....	67
Figura 17. Individuo de <i>Atelopus elegans</i> ignorando a una presa de gran tamaño. ....	68
Figura 18. Número de comportamientos totales vs. horas del día para <i>Atelopus elegans</i> ..	68
Figura 19. Regresión lineal de los comportamientos vs. temperatura para <i>Atelopus elegans</i> . ....	69
Figura 20. Pareja de <i>Atelopus elegans</i> en amplexus sobre hojas.....	69
Figura 21. Hembra de <i>Atelopus elegans</i> con oocitos en las patas posteriores.....	70
Figura 22. Número de individuos de <i>Andinophryne olallai</i> registrados en cada mes de muestreo. ....	70
Figura 23. Distribución de la población según los tamaños de LRC para <i>Andinophryne olallai</i> .....	71
Figura 24. Hembra de <i>Andinophryne olallai</i> capturada A. 20/noviembre/2013 y recapturada B. 07/enero/2014.....	71
Figura 25. Hembra de <i>Andinophryne olallai</i> capturada A. 09/Enero/2014 y recapturada B. 17/Diciembre/2013 .....	72

Figura 26. Número de comportamientos totales vs. horas de la noche *para Andinophryne olallai*..... 72

Figura 27. Regresión lineal de los comportamientos vs. la temperatura para *Andinophryne olallai*..... 73

Figura 28. Cuatro individuos de *Andinophryne olallai* posados sobre las hojas de un mismo arbusto (posiblemente un lek)..... 73

Figura 29. Parte de la estructura física y espectral del canto de *Andinophryne olallai*: se observan tres notas. .... 74

Figura 30. Patrón de manchas para cada individuo de *Atelopus elegans*. .... 75

Figura 31. Patrón de tubérculos y glándulas parotoideas para cada individuo *Andinophryne olallai*..... 76

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia relativa mensual de <i>Atelopus elegans</i> . .....	78
Tabla 2. ANOVA de la LRC y peso entre machos y hembras de <i>Atelopus elegans</i> . .....	78
Tabla 3. Tabla de contingencia de comportamientos por horas para <i>Atelopus elegans</i> (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas según las horas del día).....	79
Tabla 4. Número de comportamientos de los machos de <i>Atelopus elegans</i> en periodos de dos horas. ....	80
Tabla 5. Número de comportamientos de las hembras de <i>Atelopus elegans</i> en períodos dos horas. ....	81
Tabla 6. Número de comportamientos de los juveniles de <i>Atelopus elegans</i> en períodos de dos horas. ....	82
Tabla 7. Registro de actividades e inactividades de machos, hembras, juveniles y amplexus de <i>Atelopus elegans</i> . ....	83
Tabla 8. Medidas asociativas direccionales de comportamientos vs. horas para <i>Atelopus elegans</i> . ....	84
Tabla 9. Temperaturas máximas y mínimas de los días en campo, correspondientes al análisis de <i>Atelopus elegans</i> . ....	85
Tabla. 10. Tabla de contingencia de comportamientos vs. temperaturas para <i>Atelopus elegans</i> (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas, según la temperatura correspondiente).....	86

Tabla 11. Abundancia relativa mensual de <i>Andinophryne olallai</i> .....	87
Tabla 12. ANOVA de la LRC y peso entre machos y hembras de <i>Andinophryne olallai</i> . .	87
Tabla 13. Tabla de contingencia de comportamientos vs. horas para <i>Andinophryne olallai</i> (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas, según las horas de la noche).....	88
Tabla 14. Número de comportamientos del macho observado, de <i>Andinophryne olallai</i> en periodos de dos horas, durante la noche. ....	89
Tabla 15. Número de comportamientos de las hembras de <i>Andinophryne olallai</i> en periodos de dos horas, durante la noche. ....	90
Tabla 16. Número de comportamientos de las hembras de <i>Andinophryne olallai</i> en periodos de una hora, durante el día. ....	91
Tabla 17. Número de comportamientos de los juveniles de <i>Andinophryne olallai</i> en periodos de dos horas, durante la noche. ....	92
Tabla 18. Número de comportamientos de los individuos de sexo no determinado de <i>Andinophryne olallai</i> en periodos de dos horas, durante la noche. ....	93
Tabla 19. Número de comportamientos de los individuos de sexo no determinado de <i>Andinophryne olallai</i> en periodos de una hora, durante el día. ....	94
Tabla 20. Registro de actividades e inactividades de machos, hembras, juveniles e individuos de sexo no determinado de <i>Andinophryne olallai</i> durante la noche. ....	95
Tabla 21. Registro de actividades e inactividades de hembras e individuos de sexo no determinado de <i>Andinophryne olallai</i> durante el día.....	96

Tabla 22. Medidas asociativas direccionales de comportamientos vs. horas para <i>Andinophryne olallai</i> . .....	97
Tabla 23. Temperaturas máximas y mínimas de los meses y días en campo correspondientes al análisis de <i>Andinophryne olallai</i> . .....	98
Tabla 24. Tabla de contingencia de comportamientos vs. temperaturas para <i>Andinophryne olallai</i> (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas según las horas del día). .....	99
Tabla 25. Análisis del canto de un macho de <i>Andinophryne olallai</i> . .....	100

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de LRC, peso, sexo, distancia del río, altura del suelo de los 34 individuos de <i>Atelopus elegans</i> con el promedio de sus pesos, LRC y altura.....	102
Anexo 2. Resultados de LRC, peso, sexo, distancia del río, altura del suelo de los 137 individuos de <i>Andinophryne olallai</i> con el promedio de sus pesos, LRC y altura.....	103
Anexo 3. Precipitación anual de la localidad de Durango, donde se encuentra <i>Atelopus elegans</i> . .....	106
Anexo 4. Precipitación anual de la localidad de Manduryacu, donde se encuentra <i>Adinophryne olallai</i> . .....	107

## 1. RESUMEN

En Ecuador se ha reportado una disminución alarmante de anfibios, entre ellos *Atelopus elegans* debido, principalmente, a la pérdida y deterioro de ecosistemas.

*Andinophryne olallai* es una especie poco conocida, pues no ha sido registrada en 43 años; por tanto, existen interrogantes sobre su historia natural, taxonomía y estatus de conservación.

El presente trabajo estudió, la etología y aspectos demográficos de una población de *Atelopus elegans* y una de *Andinophryne olallai* localizadas en Durango y Manduryacu, en el noroccidente del país; desde abril hasta septiembre del 2013 y de noviembre del 2013, hasta enero del 2014 respectivamente.

Se realizaron censos mensuales para estimar su abundancia relativa en cada localidad. Además, se registraron parámetros morfológicos en individuos encontrados, así como su micro y macro hábitat. Conjuntamente, se realizaron observaciones focales, para las dos especies determinando los períodos de máxima actividad y el rol de las señales visuales y otros comportamientos. Se analizó por primera vez el canto de anuncio de *Andinophryne olallai* y se reportaron aspectos sobre el comportamiento reproductivo de ambas especies.

Durante este estudio, se encontraron 34 individuos de *Atelopus elegans*, con una abundancia relativa de 3.4 ind/ha o 0.42 ind/h/persona. Para *Andinophryne olallai* se encontraron 135 ejemplares con una abundancia relativa de 69.2 ind/ha o 2.80 ind/h/persona.

*Atelopus elegans* es diurno y está activo entre las 06:00 y 18:00, mientras que en *Andinophryne olallai* no se identificó inicio y final de actividades, aunque está activo principalmente desde las 17:00 hasta las 07:00.

La evidencia de reproducción en *Atelopus elegans* se encontró entre junio y septiembre, mientras que *Andinophryne olallai* se podría reproducir en el mes de enero, pues se reporta por primera vez algunos posibles machos reunidos en las hojas de una misma planta y cerca de una hembra.

**Palabras clave:** *Atelopus elegans*, *Andinophryne olallai*, aspectos de historia natural demografía, etología.

## 2. ABSTRACT

An alarming decline of amphibians has been reported in Ecuador, including *Atelopus elegans* mainly because of factors reported to degradation of the habitat.

*Andinophryne olallai* is a little-known species, because it has not been recorded since forty three years ago, consequently there are questions about its natural history, its taxonomy and its conservation status.

This research studied, mainly, the ethology and demographic aspects of a population of *Atelopus elegans* and *Andinophryne olallai* located in Durango and Manduryacu, in northwestern Ecuador; from april to september of 2013 and from november of 2013 to january of 2014 respectively.

Monthly surveys were performed to estimate their relative abundance in each locality. Additionally, morphological parameters of each found individual, as well as, their micro and macro habitat were registered. Simultaneously, focal observations of both species were performed to determine the highest activity periods and the role of visual signals and other behaviors. For the first time, the advertisement call of *Andinophryne olallai* was analyzed and different aspects of the reproductive behavior of both species were reported.

During this study, 34 individuals of *Atelopus elegans* were found, with a relative abundance of 3.4 ind/ha o 0.42 ind/h/ person and for *Andinophryne olallai*, 135 individuals with a relative abundance of 69.2 ind/ha o 2.80 ind/h/person. *Atelopus elegans* is a diurnal species and it is active between 06:00 and 18:00 hrs, while *Andinophryne olallai* is a nocturnal species and it is active mainly from 17:00 to 07:00 hrs.

Reproduction evidence in *Atelopus elegans* was found between June and September, while *Andinophryne olallai* may mate in January, because I saw for the first time some males gathered near a female, on the leaves of the same plant.

**Keywords:** *Atelopus elegans*, *Andinophryne olallai*, demography, ethology, natural history aspects.

### 3. INTRODUCCIÓN

Dentro de la clase Amphibia, los anuros mejor conocidos como ranas y sapos, aportan en diferentes áreas de la ciencia y son un recurso importante en la naturaleza. Por ejemplo tenemos: (1) En la medicina, podrían aportar produciendo sustancias con propiedades analgésicas y antibióticas. (2) Culturalmente, las ranas y los sapos tienen diversos significados simbólicos, usualmente relacionados con la fertilidad y la regeneración de la vida (Ron *et al.*, 2014), y (3) son buenos indicadores de los cambios en las condiciones ambientales de los hábitats (Ramírez *et al.*, 2009), puesto que son vertebrados que generalmente presentan dos fases en su ciclo de vida: la acuática y terrestre. Esta característica los hace sensibles a las alteraciones del medio, por su piel permeable, que es un órgano delicado y complejo, y en algunos casos, es su principal medio de intercambio de oxígeno (Lips, 1998). Cumplen un rol ecológico vital a nivel trófico, ya que transportan energía desde el medio acuático al terrestre. En estado adulto, al alimentarse de artrópodos y otros invertebrados, en gran medida, ayudan también al control de plagas (Duellman y Trueb, 1994 y Hickman *et al.*, 2001).

A nivel mundial, se ha reportado una disminución alarmante de anfibios, debido a factores causales tales como la contaminación, la pérdida y deterioro del hábitat, la introducción de peces, la tala indiscriminada y la degradación de los humedales (De Sá, 2005). Adicionalmente a estos factores, se han desencadenado enfermedades infecciosas, como la causada por el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*, que en conjunto con los cambios climáticos (Pounds *et al.*, 2006) han obligado a que algunas especies de anfibios, queden condenadas a vivir en cautiverio (Daszak *et al.*, 1999), con la idea de luego poder reintroducirlas a su hábitat natural, cuando las condiciones fueren idóneas (Lind, 2004 y Lips *et al.*, 2005).

El Ecuador es el tercer país con la mayor diversidad de anfibios en el mundo, con un total de 545 especies sólo superado por Brasil y Colombia. Sin embargo, el Ecuador cuenta con la abundancia más alta por unidad de área (~2 especies por cada 1000 km<sup>2</sup>) por lo cual, es la región con la concentración más alta de ranas y sapos en todo el planeta (Ron *et al.*, 2014). Al mismo tiempo, una gran parte de toda esta diversidad está amenazada. Según estudios recientes hechos en Ecuador, se han registrado dos períodos de declinaciones, especialmente en la zona andina (Merino-Viteri, 2001). Estos períodos que van desde 1987 a 1988 y de 1993 a 1994 correspondieron a épocas de temperaturas elevadas y poco lluviosas simultáneamente (Merino-Viteri, 2001, Merino-Viteri *et al.*, 2005). Los anfibios mayormente afectados por declinaciones poblacionales y extinciones, son los anuros del género *Atelopus*, conocidos también como Jambatos o Ranas Arlequín (La Marca *et al.*, 2005). Este linaje, es uno de los principales ejemplos de pérdida de biodiversidad a nivel mundial (La Marca *et al.*, 2005), conjuntamente con el género *Andinophryne*, que es tan raro, que a sus especies no se las ha podido localizar en alrededor de 43 años, y su historia natural es desconocida (Lynch *et al.*, 2014).

El género *Atelopus* es el más diverso de la familia Bufonidae, tiene 97 especies descritas formalmente (Frost, 2014), que están distribuidas desde Costa Rica hasta Bolivia y en Guyana Francesa (Frost, 2014). Las especies de este género tienen un alto grado de endemismo en el hábitat donde se los localice, desde el nivel del mar hasta los 4500 m.s.n.m (Lötters, 1996). Desde hace algunos años, han sufrido una disminución poblacional alarmante dentro de su área de distribución geográfica, donde todavía existen hábitats sin intervención humana (Stuart *et al.*, 2004). Según la UICN, este género está en peligro de extinción, ya que el 81% de sus especies están amenazadas (Stuart, 2005). Investigaciones generadas hace algunos años atrás, presentan hipótesis sobre este declive: una de éstas, pone como principal agente causal a la enfermedad infecciosa

quitridiomycosis (producida por el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*), la cual se reproduce a través de zoosporas acuáticas, que parasitan a los renacuajos y a la dermis de juveniles y adultos (Berger *et al.*, 1999). Otra hipótesis, hace referencia a que las interacciones entre el quitridio y el cambio climático, son la causa de las muertes (Pounds *et al.*, 2006). Por esta razón, es necesario el estudio de poblaciones remanentes para determinar su estatus de conservación y su comportamiento, además, recoger información ecológica básica que permita su mantenimiento y desarrollo en condiciones de laboratorio (Funk *et al.*, 2003).

Los *Atelopus* son ranas terrestres y arborícolas, algunos de ellos presentan matices aposemáticos muy llamativos, esta característica es común en la naturaleza, para alejar a los predadores (Lötters, 1996). Normalmente presentan picos de actividad más altos, después de lluvias suaves, en donde la humedad aumenta (Peña-Loyola, 2007). Difieren en sus hábitats: los machos, por lo general, están presentes en ecosistemas loticos, mientras que las hembras, dentro del bosque. Este género de ranas es diurno, los machos y las hembras se encuentran en rocas y hojarasca. En la noche, trepan a hojas de las plantas (Dole y Durant, 1974), como una conducta antidepredatoria (Granda *et al.*, 2008). Algunas especies del género tienen sistemas de comunicación más complejos que otros grupos, ya que no solo usan las vocalizaciones (silbidos, pulsaciones y cantos cortos) para comunicarse (Peña-Loyola, 2007), sino que también utilizan movimientos semafóricos de las extremidades, que son señales visuales, diferentes a los movimientos de locomoción. Estas señales proporcionan interacción intra o inter específica, son visibles, estereotipadas y provocan una respuesta inmediata en el receptor. Por lo general, las usan para el apareamiento y peleas entre machos (Hödl y Amézquita, 2001).

Para su reproducción, las hembras localizan al macho para el amplexus, el cual puede durar varios días (Dole y Durant, 1974). Éste inicia en el bosque, para luego migrar hasta los cuerpos de agua (Piñero y Durant, 1993).

La alimentación de *Atelopus*, se basa principalmente en los órdenes: coleópteros, himenópteros, lepidópteros y dípteros (Piñero y Durant, 1993) aunque también se han registrado colémbolos, arácnidos, crustáceos, gastrópodos y nematelmintos dentro de su dieta (Peña-Loyola, 2007).

Investigadores de la PUCE, en 2007, localizaron una población remanente de *Atelopus elegans* en Durango provincia de Esmeraldas-Ecuador. *Atelopus elegans* tienen una coloración dorsal que varía entre amarillo brillante y verde oliva oscuro. Las manchas de color negro están bien definidas y siempre están presentes (Ron *et al.*, 2012) (Figura 1). El vientre es de color amarillo. Los machos tienen una longitud rostro-cloacal de 33.25 mm mientras que las hembras tienen una LRC de 30.4 mm (Ron *et al.*, 2012). Se diferencia de otros anuros de las tierras bajas por no poseer discos expandidos en los dedos y porque en sus manos, el pulgar está casi tapado por la membrana que lo une al segundo dedo. La especie más similar es *Atelopus balios* que se diferencia por tener un pulgar visible. Otra especie similar es *A. longirostris*, la que se diferencia por poseer un hocico con una protuberancia prominente en la punta del rostro (Ron *et al.*, 2012).

El género *Andinophryne* es uno de los más raros de la familia Bufonidae (Ron y Frenkel, 2013). Toman su nombre de la Cordillera de los Andes y se localizan desde los 500 m hasta 2190 m de altura (Hoogmoed, 1985). Se conocen tan solo tres especies, que son: *Andinophryne atelopoides* en Colombia, *A. colomai*, y *A. olallai* en el Ecuador, con pocos especímenes conocidos (Lynch *et al.*, 2014).

*Andinophryne* posee glándulas parotoideas bien desarrolladas, las cuales son tres veces más largas que anchas; una o más filas laterales oblicuas de glándulas o de tubérculos parótidos en las ingles. Patas delanteras y traseras palmeadas con dedos largos y delgados (Hoogmoed, 1985 y 1989). La falta de información sobre este género es significativa, y ha generado preguntas sobre su taxonomía y estatus de conservación (Lynch *et al.*, 2014).

*Andinophryne olallai* es un sapo mediano con cabeza aplanada, cuyo dorso es liso de color café, o con pocos tubérculos dispersos (Figura 2). Esta característica los diferencia de *Andinophryne colomai* que tiene glándulas pequeñas y en una sola hilera y dorso con tubérculos abundantes. El hocico de *A. olallai* sobrepasa el margen de la mandíbula superior. Las glándulas parotoideas son alargadas y sobresalientes. Los flancos tienen glándulas conspicuas de color café claro, amarillo o crema en patrones irregulares. Sus patas son largas y delgadas, con dedos largos y con membranas interdigitales extensas. Su tímpano es poco visible (Ron y Frenkel, 2013). Se pueden diferenciar los machos de las hembras por la longitud rostro-cloacal la cual, para las hembras es de 57 mm a 60 mm y para los machos es de 36.5 mm (Lynch *et al.*, 2014). Aunque, no es una manera segura de definir el sexo (Lynch *et al.*, 2014).

Después de 43 años (Lynch *et al.*, 2014), se redescubre una nueva población de *Andinophryne olallai* en el río Manduryacu en la Provincia de Imbabura-Ecuador, a 40 km de la localidad tipo, Tandayapa perteneciente a la provincia de Pichincha (Lynch *et al.*, 2014). Su hábitat está fragmentado y amenazado por la deforestación, la minería y el desarrollo de obras hidroeléctricas; por todo lo cual, está en peligro debido a que su área de distribución es menor a 500 km<sup>2</sup> (Ron y Frenkel, 2013). A pesar de que en un estudio reciente publicado por Lynch y colaboradores (2014), se expone cierta información ecológica, aún faltan datos de estudios ecológicos en su hábitat natural.

En la presente disertación se estudió la ecología y aspectos demográficos de *Atelopus elegans* y *Andinophryne olallai* con el propósito de establecer el estado de la población y conocer ciertos aspectos de su historia natural.

### 3.1 OBJETIVOS

Objetivo General:

- Estudiar aspectos de la historia natural y demografía de *Atelopus elegans* y *Andinophryne olallai* en las localidades de Durango y Manduryacu, en el noroccidente de Ecuador.

Objetivos Específicos:

1. Estimar la abundancia relativa de dos poblaciones de anuros: una de *Atelopus elegans* localizada en Durango - Esmeraldas y una de *Andinophryne olallai* ubicada en Manduryacu - Imbabura.
2. Documentar los patrones comportamentales de los individuos de *Atelopus elegans* y *Andinophryne olallai*.
3. Determinar el perfil de condiciones microambientales utilizado por las dos especies.
4. Describir aspectos de la biología de las especies no reportados previamente.
5. Recopilar datos de comunicación acústica y no acústica de *Atelopus elegans* y de *Andinophryne olallai*.

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 ESTUDIO DE *Atelopus elegans*

#### 4.1.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue desarrollado en las márgenes del río Durango (1.0369° N y 78.6267° O a una altitud de 192 m.s.n.m) (Figura 3), el mismo que pasa a unos 500 m del caserío del mismo nombre, en el cantón San Lorenzo de la provincia de Esmeraldas, Ecuador. Esta localidad está ubicada en la región más septentrional del país, siendo parte del mega sistema del Chocó (Instituto Geográfico Militar y Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2010). Tiene una precipitación anual que sobrepasa los 200 mm por mes y una temperatura que oscila entre los 22°C hasta los 26°C (Gálvez y Regalado, 2007). Para poder llegar a la zona en la que se encuentra *Atelopus elegans*, es necesario caminar 1 km, desde el caserío de Durango, por la vía Troncal del Pacífico y entrar por los terrenos de los pobladores del sector. Todas las formaciones vegetales de la zona pertenecen al Bosque Húmedo Tropical del Chocó y Bosque Piemontano Occidental (Ron *et al.*, 2014), con pendientes pronunciadas, que dificultan las caminatas. El estado de conservación es casi nulo, la vegetación del bosque es secundaria y se encuentra junto a pastizales (Ron *et al.*, 2014), también existe extracción minera en el sector. El río tiene un ancho promedio de 5 m y una profundidad promedio de 1 m. En el curso del río, existen pozas en donde se acumula el agua con un ancho de hasta 7 m y una profundidad de más de 2 m. Hay corrientes, rápidos y cascadas ocasionales, algunas de las cuales alcanzan los 4 m de altura. El río se caracteriza por poseer en sus márgenes formaciones rocosas que sobrepasan los 3 m de altura. La flora característica de la localidad está conformada por: Araceae: *Rhodopatha densinervia*, *Xanthosoma daguense*; Arecaceae: *Phytelephas aequatorialis*, *Astrocaryum standleyanum*; Caesalpiaceae: *Wettinia quinaria*, *Brownea*

*multijuga*; Fabaceae: *Swartzia haughtii*; Flacourtiaceae: *Tetrathylacium macrophyllum*; Humiriaceae: *Humiriastrum procerum*; Lauraceae: *Caryodaphnopsis theobromifolia*; Meliaceae: *Guarea polymera*, *Carapa guianensis*; Mimosaceae: *Inga silanchensis*; Moraceae: *Brosimum utile*, *Perebea xanthochyma*.

#### 4.1.2. MUESTREOS POBLACIONALES

Se establecieron cuatro conjuntos de 10 transectos cada uno (Figura 4), a lo largo del río Durango. El lugar donde se ubicaron los conjuntos de transectos dependió de la factibilidad de ingreso al terreno. Cada transecto de 100 m de largo, fue marcado cada 5 m para el posterior posicionamiento de los individuos encontrados. Los transectos estuvieron separados entre sí por 5 m, para realizar las observaciones de los individuos hasta 2.5 m a cada lado y hasta una altura de 2.5 m en cada transecto.

El muestreo se lo realizó durante ocho horas cada noche (de 19:00 a 03:00), en este tiempo, se abarcaba uno de los cuatro conjuntos de transectos; con el fin de que al cabo de los ocho días de permanencia se hayan visitado dos veces cada conjunto.

De cada individuo se tomaron los siguientes parámetros: peso (pesola de 30 g Swiss Made 20030 y una balanza digital Silver max model 500), longitud rostro-cloacal (calibrador manual Stanley), hora de encuentro, distancia desde borde del río, altura sobre el suelo, sustrato, actividad y sexo.

Para identificar el sexo y el estado del desarrollo, en primer lugar, se observaron individuos de *A. elegans* en cautiverio, se observó diferencias en el tamaño de su LRC y en el ancho de los brazos de machos adultos, hembras adultas y juveniles; luego, se procedió a determinar el sexo de cada individuo encontrado en el campo, considerando: individuos con una LRC de 30 mm o superior, se clasificaron como hembras adultas (Ron *et al.*, 2012), mientras valores inferiores indicaron machos o juveniles. Para clasificar entre estos

dos últimos, se observó el ancho de los brazos de cada individuo, ya que los machos presentan brazos anchos y gruesos y las hembras juveniles los tienen delgados y esbeltos (Figura 5). Individuos menores a 20 mm fueron clasificados como juveniles, ya sean machos o hembras.

Se estimó la abundancia relativa de *Atelolpus elegans* de dos maneras: la primera, dividiendo el número de individuos encontrados en el mes para el área muestreada, y la segunda dividiendo el número de individuos encontrados en el mes para las horas de muestreo y para el número de personas en la búsqueda. Los valores de abundancia relativa mensuales, fueron promediados para obtener la abundancia relativa total del sitio, durante los cinco meses de estudio. De esta manera, se puede estimar qué tan abundante es la especie en la localidad (Schmidt y Pellet, 2010). Además, se analizó la estructura de la población utilizando las LRC de todos los individuos, para observar cómo se distribuyen los tamaños en los diferentes sexos.

Adicionalmente, se realizaron Análisis de la Varianza (ANOVA) para estimar si, el peso y la longitud rostro-cloacal difieren entre sexos.

#### **4.1.3. OBSERVACIONES COMPORTAMENTALES**

Durante este estudio, se realizaron 20 días de observaciones focales comportamentales, desde las 05:00 hasta las 19:00, entre el 21 de abril del 2013 y el 31 de septiembre del mismo año. Durante cada uno de los ocho días de trabajo, se realizaron búsquedas de individuos, desde las orillas del río hacia el interior del bosque, aprovechando los transectos usados para el estudio de demografía. Los tres primeros individuos encontrados en las observaciones diarias, fueron monitoreados 16 horas, desde las 03:00 hasta las 19:00, para identificar exactamente a qué hora empieza y termina su actividad y registrándose los comportamientos presentados por éstos.

Para el mejor análisis de los resultados, todos los eventos comportamentales están registrados y clasificados de la siguiente manera: acústico, extremidades, cuerpo estacionario, desplazamiento y alimentación según plantean Hödl y Amézquita (2001); cualquier comportamiento que no esté dentro de este modelo, se lo consideró inactividad. Además, estos eventos fueron grabados en video a través de una cámara digital Sony Cyber-shot DSC-H50 a una distancia de 3 m para no perturbar al animal.

Se identificó cada individuo por su patrón de manchas, mediante fotografías digitales, pues la disposición dorsal de manchas y puntos negros, es específica para cada individuo y no varía con el tiempo (Lötters et al., 2002). Se utilizó la fotoidentificación para comprobar recapturas obtenidas, con el fin de sugerir una distancia de movimiento de la especie.

Se identificó el macro y micro hábitat con hora y fecha según lo sugiere Peña-Loyola (2007), la distancia que se desplaza diariamente y las alturas de percha.

Los picos de mayor actividad, fueron determinados relacionando las horas de observación, en periodos de dos horas, con el número total de comportamientos observados en los mismos periodos. Se utilizaron tablas de contingencia de chi cuadrado ( $X^2$ ) y de medidas de asociación direccionales (índice de Tau de Goodman y Kruskal), para identificar si hay asociación entre ellos.

#### 4.1.3.1 DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD

Se tomaron datos de temperatura de los diferentes microhábitats, donde se encontraron los individuos, con un intervalo de una hora. Para esto, se utilizaron dos registradores automáticos de temperatura (iButton DS1922L-F5# y Hygrochron iButton DS1923-F5#).

Utilizando los promedios de la temperatura registrada, durante cada uno de los periodos de observación, se realizó una regresión lineal y un análisis de varianza (ANOVA), con el fin

de determinar si la variable temperatura, está correlacionada con el número de comportamientos.

#### 4.1.3.2 REPRODUCCIÓN

Se realizaron observaciones focales de parejas en amplexus. Los comportamientos fueron registrados, tabulados y cuantificados como lo sugiere Martin y Bateson (1993). Los individuos observados en amplexus fueron fotoidentificados y medidos. También se llevaron a cabo búsquedas de puestas en las orillas del río: volteando las piedras, examinando las acumulaciones de hojarasca y en las partes en donde el río es menos caudaloso.

## 4.2 ESTUDIO DE *Andinophryne olallai*

### 4.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El lugar de estudio fue Manduryacu cerca del río del mismo nombre ( $0.3102^{\circ}$  N y  $78.8576^{\circ}$  O con una altitud de 1213 m.s.n.m.) (Figura 6). Para llegar a esta localidad, es necesario caminar 7 km al noreste desde el pueblo llamado Villaflora dentro del cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. Tiene una temperatura promedio de  $22^{\circ}\text{C}$  y una precipitación promedio de 3000 mm (Flores, 2010).

La zona es una reserva privada, cuyas formaciones vegetales pertenecen al Bosque Montano Occidental y Bosque Piemontano Occidental (Ron *et al.*, 2014). El estado de conservación es bueno, la vegetación del bosque es primaria, con un dosel alto, abundantes palmas y árboles cubiertos por musgos y plantas epífitas (Ron *et al.*, 2014). En el lugar, se puede observar una serie de riachuelos, en los cuales se encontró a *Andinophryne olallai*. Estos riachuelos desembocan en el río Manduryacu, y tienen un ancho que oscila entre los 2 m y 4 m, con una profundidad de hasta 50 cm. En sus márgenes, se pueden identificar

formaciones rocosas de alrededor de 3 m de altura. La única manera para ingresar, en la mayoría de los casos, es por el sendero principal, el cual, entra al interior del bosque y comunica a todos los terrenos del sector. Cada riachuelo presenta topografía diferente, unos: llenos de rocas y troncos caídos, que permiten la existencia de pozas en donde se acumula el agua; otros con toboganes de piedra con cascadas y poca acumulación de agua, para formar pozas, pero siempre con troncos caídos. Algunas de las familias y especies de plantas más representativas de la zona son: Amaryllidaceae: *Bomarea* spp.; Araceae: *Anthurium mindense*, *A. clorugatum*; Arecaceae: *Ceroxylon ventricosum*, *Prestoea acuminata*; Blechnaceae: *Blechnum monomorphum*; Cecropiaceae: *Cecropia maxima*; Cyatheaceae: *Cyathea caracasana*; Piperaceae: *Piper carpunya*; Rubiaceae: *Palicourea* spp.; Lauraceae: *Nectandra* spp.; Melastomataceae: *Miconia corazonica*, *M. crocea*; Onagraceae: *Fuchsia*; Poaceae: *Chusquea scandens*.

El trabajo de campo se dispuso de la siguiente manera: cuatro días dedicados a los muestreos demográficos y los siguientes cuatro días dedicados a las observaciones comportamentales. De esta manera, se cumplieron tres salidas de ocho días, entre el 18 de noviembre del 2013 y el 15 de enero del 2014.

#### **4.2.2. MUESTREOS POBLACIONALES**

Se delimitaron 13 transectos, tomando como referencia el sendero principal, el cual los atraviesa de forma perpendicular, quedando 50 m a cada lado (Figura 7), ya que cada transecto tenía una distancia total de 100 m de largo. Los transectos uno, tres, cuatro, seis, siete, ocho, 11 y 13, se los hizo coincidir con los riachuelos perpendiculares al río Manduryacu, que fue en donde se encontró, principalmente, a *Andinophryne olallai*; el resto de transectos: dos, cinco, 9, 10 y 12 estaban en tierra firme, entre los riachuelos. La separación entre cada transecto, varió entre 30 m y 90 m. Se realizaron las observaciones

de los individuos hasta 2.5 m a cada lado y hasta una altura de 2.5 m. Para todos los individuos encontrados, se tomó la distancia al riachuelo más cercano. Los transectos fueron visitados en la noche (entre las 18:00 y las 03:00), muestreando el total de los transectos en el transcurso de los cuatro días destinados a demografía.

De cada individuo encontrado, se tomaron los mismos parámetros mencionados para *Atelopus elegans* en la sección 4.1.2. Para identificar el sexo, en primer lugar, se discriminó entre adultos y juveniles, clasificando como adultos a aquellos que presentaron tubérculos y glándulas parotoideas, después, se observó si existían oocitos en su abdomen, clasificando como hembras a aquellas que sí los presentaban (Figura 8), ya sea su LRC igual o diferente a 57 mm que es lo reportado por Lynch *et al.* (2014); los machos fueron detectados por su canto, antes de ser capturados. Todos aquellos individuos que no presentaron oocitos, ni cantaron, fueron clasificados como: sexo no determinado (ND).

Se estimó la abundancia relativa de *Andinophryne olallai* de dos maneras: la primera, dividiendo el número de individuos encontrados en el mes, para el área muestreada; y la segunda, dividiendo el número de individuos encontrados en el mes, para las horas de muestreo y para el número de personas en la búsqueda. Los valores de abundancia relativa mensuales, fueron promediados para obtener la abundancia relativa total del sitio, durante los tres meses de estudio. De esta manera, se puede estimar qué tan abundante es la especie en la localidad (Schmidt y Pellet, 2010). Además, se analizó la estructura de la población, utilizando las LRC de todos los individuos, para observar cómo se distribuyen los tamaños en los diferentes sexos.

Adicionalmente, se realizaron Análisis de la Varianza (ANOVA) para estimar si, el peso y la longitud rostro-cloacal difieren entre sexos.

### 4.2.3. OBSERVACIONES COMPORTAMENTALES

Durante este estudio, se realizaron 12 días de observaciones focales comportamentales, desde las 17:00 hasta las 07:00, entre el 18 de noviembre del 2013 y el 15 de enero del 2014. Durante los cuatro días de trabajo por salida, se realizaron búsquedas de individuos en las orillas de los riachuelos, aprovechando los transectos usados para demografía. Los tres primeros individuos encontrados, para las observaciones comportamentales, fueron monitoreados durante 15 minutos a las 14:00, 15:00, 16:00 y 08:00, 09:00, 10:00, antes y después de las observaciones continuas, que comenzaban a partir de las 17:00 y terminaban a las 07:00, para identificar en qué momento del día o de la noche están activos e inactivos.

Se registraron los comportamientos de la siguiente manera: cantar, subir y bajar patas anteriores, extensión y levantamiento de patas posteriores, pulsación gular, reorientación, caminar, saltar y alimentación, para el mejor análisis de los resultados. Esta agrupación de comportamientos fue realizada en base a lo elaborado con *Atelopus elegans* por la falta de información sobre historia natural en *Andinophryne olallai*.

Se identificó cada individuo por su patrón de tubérculos o glándulas parotoideas, mediante fotografías digitales laterales, ventrales y dorsales, pero solo en adultos, ya que en los juveniles aún no se desarrollan los tubérculos y las glándulas (Lynch *et al.*, 2014). Se utilizó la fotoidentificación para comprobar recapturas obtenidas, con el fin de determinar distancias de desplazamiento en esta especie.

Se identificó el macro y micro hábitat con hora y fecha (Peña-Loyola, 2007), la distancia que se desplazan diariamente y las alturas de percha.

Los picos de mayor actividad fueron determinados como se indica en la sección 4.1.3 para *Atelopus elegans*.

#### 4.2.3.1 DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD

Se procedió de la misma manera que con *Atelopus elegans* en la sección 4.1.3.1.

#### 4.2.3.2 ANÁLISIS DE CANTOS

Se registró el canto de la especie en video, con una cámara digital Sony Cyber-shot DSC-H50 a una distancia de 3 m para no disturbar al individuo.

Se usó el programa Raven pro 1.3 (Charif *et al.*, 2008), para la adquisición, visualización, medición y análisis de los sonidos.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ESTUDIO DE *Atelopus elegans*

#### 5.1.1. DEMOGRAFÍA

Durante el período de estudio, se registraron en total 34 ejemplares de *Atelopus elegans*: 11 machos, 10 hembras y 13 juveniles, en bosque secundario joven, durante cinco meses de observaciones, muestreando una superficie total de 20000 m<sup>2</sup>, la misma que fue revisitada en cada salida.

Los meses en los que se obtuvieron más individuos fueron: agosto con 12 ejemplares y 9 en septiembre (Figura 9). La abundancia relativa obtenida, para esta población es de 3.4 ind/ha, o de 0.42 ind/h/persona. Los valores de cada salida se encuentran en la Tabla 1.

Se observó que el valor promedio de la longitud rostro-cloacal, para machos de *Atelopus elegans* es de 23.09 mm con una desviación estándar de  $\pm 1.44$  (n=11); para hembras, es 33.7 mm  $\pm 1.82$  (n=10) y para los juveniles es 21.38 mm  $\pm 3.5$  (13); notándose dimorfismo sexual, entre machos y hembras, ya que la diferencia de la LRC es altamente significativa (F=9.58.1; gl=19; p=0.006) (Tabla 2). En la Figura 10 se observa la estructura de la población, según la LRC, siendo en machos el rango más común 21-24 mm, en hembras 33-36 mm y en juveniles 18-21 mm.

El peso también demostró diferencias entre género: los machos tienen 0.61 g  $\pm 0.09$  (n=7), las hembras tienen 2.78 g  $\pm 2.55$  (n=6) y los juveniles tienen 0.93 g  $\pm 1.06$  (n=13); notándose diferencia en el peso entre machos y hembras, la cual, es altamente significativa (F=8.695; gl=19; p= 0.009) (Tabla 2).

Todos los datos demográficos de cada individuo y los parámetros estudiados, están en el Anexo 1.

### 5.1.2. ETOLOGÍA

Se realizaron 17 observaciones focales, esto corresponde a un total de 244 horas de observaciones de comportamientos, distribuidos en cinco meses. Se observó 60 horas a cuatro juveniles, 56 horas a cuatro machos, 72 horas a cinco hembras y por último 56 horas a cuatro parejas en amplexus.

El 88.23% de los individuos inició sus actividades entre las 06:00 y 07:00; y el 94.11% terminaron sus actividades entre las 17:00 y 18:00 horas. De esta manera, se estableció que *Atelopus elegans* tiene su rango de actividad desde las 06:00 hasta las 18:00 horas (Tabla 3).

Se observó que los 34 individuos reportados en la sección de demografía, se encontraban a diferentes alturas en el bosque, siendo la mínima 0.2 m y la máxima 5 m con una media de 1.40 m  $\pm$  1.06.

Se determinó que la distancia media a la que están perchados los machos, en relación al río es de 36.65 m  $\pm$  33.38 (n=12), para las hembras es de 32 m  $\pm$  32.25 (n=10) y para los juveniles 59.16 m  $\pm$  38.83 (n=12) (Anexo 1).

#### 5.1.2.1 COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS

Se registraron en total 1066 comportamientos: señales semafóricas (ondulación de extremidades anteriores, extensión y elevamiento de las extremidades posteriores, temblor de dedos), pulsación de la región gular y reorientación. Se observaron 541 comportamientos en cuatro machos (Tabla 4), 271 comportamientos en cinco hembras

(Tabla 5), 112 comportamientos en cuatro juveniles (Tabla 6) y 142 comportamientos en cuatro parejas en amplexus.

Los comportamientos observados, tanto en machos, como en hembras y juveniles se reportan en la Tabla 3. Únicamente se observó temblor de dedos en un macho (Tabla 4).

#### 5.1.2.1.1 Ondulación de extremidades anteriores

Consiste en levantar una de las extremidades anteriores y moverla de arriba a abajo (Figura 11). El 58.82% de los individuos observados realizó esta señal en algún momento del día, generalmente, para cambiar de hoja antes de un salto. Primero, se mueven en la misma hoja, se detienen unos segundos, realizan la señal y finalmente optan por saltar o seguir caminando.

#### 5.1.2.1.2 Extensión de extremidades posteriores

La extensión de patas posteriores es un comportamiento ocasional, entre las actividades de alimentación, o entre movimientos en espasmos (Figura 12), el 82.35% de los individuos realizaron este comportamiento. El individuo extiende rápidamente hacia atrás una de las extremidades posteriores, a nivel del sustrato, e inmediatamente la regresa a su posición original.

#### 5.1.2.1.3 Levantamiento de extremidades posteriores

Este tipo de comportamiento fue realizado por el 82.35% de los individuos observados, ya sea después de una caminata en espasmos, o antes de alimentarse (Figura 13). Consiste en levantar una de las patas posteriores, sin extenderla, volviéndola a poner en el suelo.

#### 5.1.2.1.4 Pulsación de la región gular

Consiste en inflar parcialmente el saco gular sin vocalizar. Todas las pulsaciones fueron hechas por los machos a lo largo del día, incluso machos que se encontraban en abrazo nupcial.

#### 5.1.2.1.5 Reorientación

El comportamiento de reorientación, es el movimiento del individuo sobre su propio eje, puede ser acompañado de una marcha, en donde patas traseras y delanteras se mueven sobre su propio terreno, seguido de una parada erguida, levantando la cabeza y bajando el urostilo, como sentándose en la patas traseras. Este comportamiento fue identificado en el 94.1% de individuos.

#### 5.1.2.1.6 Desplazamiento

Los 17 individuos de *Atelopus elegans*, caminaron todo el tiempo sobre ramas, hojas y lianas interconectadas (Figura 14), siendo éste, el microhabitat más frecuente. Mientras que el hábitat en donde siempre se los encontró, era un bosque secundario joven y a las márgenes del río. La distancia media de movimiento en las 14 horas de observación fue de 2.64 m  $\pm$  1.77 (n=17). Los amplexus observados, están escondidos sobre hojas, en la mayor parte del tiempo.

Un macho fue capturado en el conjunto cuatro, transecto uno, a 40 m del río, el 21 de agosto del 2013, y su recaptura en el transecto cinco, a 50 m del río, el 22 de septiembre del mismo año (Figura 15). Se calculó que este ejemplar se desplazó al menos 22.36 m en 32 días.

Los saltos, son para desplazarse de hoja en hoja, sin bajar al piso. Pero, cuando hay disturbios, optan por saltar al piso para escapar; por ejemplo, después de una captura.

#### 5.1.2.1.7 Alimentación

Emplean la mayor parte del día para alimentarse (Tabla 3), especialmente durante las mañanas. Su dieta está basada en pequeñas hormigas (Formicidae) y mosquitos (Díptera) (Figura 16). Al parecer, tienden a ser selectivos en su alimentación (Figura 17).

#### 5.1.2.2 PICOS DE ACTIVIDAD

Se pudo observar que *Atelopus elegans* está activo durante el día, sobre las hojas de los árboles, desde las 06:00 hasta las 18:00; y descansa, entre las 18:00 y 06:00.

En la tabla de contingencia (Tabla 3), se puede ver que de 07:00 a 09:00, hay un mayor número de actividades realizadas por las ranas, esto corresponde al 28.1% del total de estudio; a partir de esta hora, se observa una disminución en los comportamientos hasta llegar al 5.7% de las actividades, de 11:00 a 13:00. De 13:00 a 15:00 se incrementa nuevamente la actividad correspondiente al 13.1%; y de 17:00 a 19:00, finalizan el día con 3.6% (Figura 18). En la Tabla 7 se observa los datos de machos, hembras, juveniles y parejas en amplexus, en inactividad y actividad.

Las medidas asociativas, en este caso el índice de Tau de Goodman y Kruskal ( $p < 0.01$ ) (Tabla 8), demuestra que existe una asociación entre las horas del día y los comportamientos, respaldando lo observado en la Tabla 3, en donde se ve una relación; ya que en la mañana los comportamientos se realizan con mayor frecuencia que en la tarde, principalmente: extensión de patas posteriores (34.4%) caminatas (31.2%), caminatas en espasmos (34.6%), reorientaciones (26.7%) y alimentaciones (29.8%).

#### 5.1.2.3 DATOS AMBIENTALES

En la Tabla 9 se puede ver las temperaturas máximas y mínimas de los días de muestreo en el campo, durante cada mes.

La temperatura máxima observada durante los periodos de actividad en los meses de muestreo, fue de 26.91°C y la mínima 21.85°C. Durante los momentos de inactividad, es decir, en las noches, la temperatura máxima fue de 26.84°C y la mínima de 22.09°C.

En la Tabla 10 se muestran distintos rangos de temperatura normalizados, desde el inicio hasta el cese de actividades y el número de eventos comportamentales. Se observa que la temperatura oscila entre 22.39°C hasta 24.69°C. Los rangos de temperatura más bajos, en los que las ranas estuvieron activas, son de 22.39°C a 22.71°C y de 22.72°C a 23.04°C, con una actividad correspondiente al 14.3% y 28.1% del total de eventos realizados, en todo el día; dicha actividad, disminuye hasta llegar a 3.6% entre el rango de temperatura de 23.05°C a 23.37°C. De 23.38°C a 23.70°C se puede ver, nuevamente, un aumento de actividades, que corresponden al 23.8%. Entre 24.04°C a 24.36°C bajan nuevamente, hasta un porcentaje de 5.7%. Y finalmente, en el rango de temperatura más alto, de 24.37°C a 24.69°C, su actividad corresponde a 13.1%.

La regresión lineal (Figura 19) demuestra que no existe una correlación ( $r=0.13$ ) entre los comportamientos con respecto a la temperatura y el ANOVA ( $F=1.142$ ;  $gl=1$  y  $33$ ;  $p=0.2929$ ), así mismo, no presentó diferencias significativas.

#### 5.1.2.4 REPRODUCCIÓN

Se encontraron cuatro parejas en amplexus, una en julio, dos en agosto y una en septiembre del 2013, cuya actividad comenzó entre las 06:00 y 07:00. Todas las parejas de *Atelopus elegans*, fueron encontradas durante el día, sobre las hojas (Figura 20). En general, las parejas en amplexus permanecen, gran parte del día, escondidas entre las hojas, a una altura media de  $1.75 \text{ m} \pm 0.86$  ( $n=4$ ), presentan poca demostración de movimientos comportamentales y un desplazamiento corto, con un promedio  $1.12 \text{ m} \pm 0.47$  ( $n=4$ ).

El inicio de actividades, se realizó entre las 06:00 y 07:00; sin embargo, hubo una pareja con el registro más tardío a las 07:40, mientras, el término de actividades se efectuó entre las 17:00 y 18:00.

No se pudo determinar la duración del amplexus, el lugar de oviposición, ni de las puestas, ya que las parejas en abrazo nupcial, no fueron reencontradas después de estas observaciones diarias.

La única evidencia de que existió una posible oviposición, se registró el 9 de junio del 2013, pues se observó a una hembra que aún tenía algunos huevos pegados en las patas posteriores (Figura 21).

#### 5.1.2.5 CANTOS

No fue posible grabar los cantos, porque no fueron escuchados durante el muestreo comportamental; solamente se escucharon nueve cantos de liberación, al momento de la toma de datos. Este tipo de llamada, consistía en dos pitidos (piiiik, piiiik).

## 5.2 ESTUDIO DE *Andinophryne olallai*

### 5.2.1. DEMOGRAFÍA

Se encontraron 135 ejemplares de *Andinophryne olallai*: 4 machos, 35 hembras, 50 juveniles y 46 individuos de sexo no determinado (ND), en 6500 m<sup>2</sup> de bosque primario, en los ocho días de muestreo mensual, durante tres meses de observaciones.

El mes en el que se encontraron más individuos, fue enero con 57 ejemplares (Figura 22).

La abundancia relativa obtenida para esta población es de 69.2 ind/ha, o de 2.80 ind/h/persona. Los valores de cada salida se encuentran en la Tabla 11.

Se observó que el valor promedio de la longitud rostro-cloacal para machos *Andinophryne olallai* es de 38.25 mm con una desviación estándar de  $\pm 2.99$  (n=4), para hembras es 47.94 mm  $\pm 4.17$  (n=35), para los juveniles es 23.72 mm  $\pm 4.19$  (n=50) y para individuos de sexo no determinado (ND) es 43 mm  $\pm 2.96$  (n=46). Se evidencia dimorfismo entre machos y hembras, ya que la diferencia de las medias de LRC es altamente significativa ( $F=31.06$ ;  $gl=86$ ;  $p<0.01$ ) (Tabla 12). En la Figura 23 se observa la estructura de la población, según la LRC, siendo en machos, el rango más común 36-40 mm, en hembras 48-52 mm, en juveniles 20-24 mm y en individuos de sexo no determinado 40-44 mm.

En cuanto al peso, los machos tienen 3.47 g  $\pm 0.61$  (n=4), las hembras tienen 7.28 g  $\pm 2.25$  (n=35), los juveniles tienen 1.5 g  $\pm 0.79$  (n=50) y los individuos de sexo no determinado (ND) tienen 5.12 mm  $\pm 0.91$  (n=46). Se evidencia, adicionalmente, dimorfismo en el peso entre machos y hembras, pues su diferencia es altamente significativa ( $F=22.70$ ;  $gl=86$ ;  $p<0.01$ ) (Tabla 12).

Los datos de cada individuo, en todos los parámetros observados, se encuentran en el Anexo 2.

### **5.2.2. ETOLOGÍA**

Se realizaron 10 observaciones focales, lo que corresponde a un total de 144.5 horas de observación de comportamientos, distribuidos en tres meses. Las observaciones duraron 14 horas continuas desde las 17:00 hasta las 07:00 del día siguiente (Tabla 13). Se observó durante 14 horas a un macho, 57.5 horas a cuatro hembras, 28 horas a dos juveniles y 45 horas a tres individuos no determinados.

No se identificó el inicio y fin de actividades de *Andinophryne olallai*, ya que los individuos, presentaron algún tipo de comportamiento, tanto en el día como en la noche.

Los comportamientos nocturnos iniciaron entre las 18:00 y 19:00 y finalizaron entre las 05:00 y 06:00; tiempo en el que realizaron sus actividades sin esconderse, a su vez, presentaron actividad leve durante el día, desplazándose únicamente dentro de grietas.

Se observó que los 135 individuos reportados en la sección de demografía, se encontraban a diferentes alturas; siendo la mínima 0 m y la máxima 4 m con una media de 0.86 m  $\pm$ 0.81 (n=135). (Anexo 2).

Se observó que la distancia media, en la que están perchados los machos, con relación al río es de 0 m  $\pm$ 0 (n=4), para las hembras es de 0.28 m  $\pm$ 1.1 (n=35), para los juveniles de 4.25 m  $\pm$ 7.2 (n=50) y para individuos de sexo no determinado es 0.5 m  $\pm$ 1.73 (n=46) (Anexo 2).

#### 5.2.2.1 COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS

Se registraron en total 541 comportamientos: subir y bajar extremidades anteriores, estirar y levantar extremidades posteriores, pulsación de la región gular y reorientación. Se observaron 89 comportamientos en un macho, durante la noche (Tabla 14), 144 comportamientos en cuatro hembras durante la noche y 17 en el día (Tabla 15 y Tabla 16), 99 comportamientos en dos juveniles, durante la noche (Tabla 17), 157 comportamientos en tres individuos de sexo no determinado, durante la noche y 35 comportamientos en el día (Tabla 18 y Tabla 19).

Los comportamientos observados, tanto en machos, como en hembras, en juveniles y en individuos de sexo no determinado, se reportan en la Tabla 13. Únicamente se observó subir y bajar patas anteriores en hembras (Tabla 15); mientras que en el día, se registró reorientaciones y caminatas en individuos no determinados y hembras (Tablas 19 y 16).

Todos los comportamientos realizados en la noche, fueron en las hojas de los árboles, en las márgenes de los riachuelos o en las rocas y troncos caídos, dentro de los mismos. Y en el día, dentro de aberturas entre las rocas o en grietas, a las márgenes del río.

#### 5.2.2.1.1 Subir y bajar extremidades anteriores

Consiste en levantar una de las extremidades anteriores, hacerla caer en el suelo, luego levantar la otra y hacerla caer en el suelo nuevamente, mientras el individuo está sentado con la parte posterior. El 20% de los individuos observados realizó esta señal, en algún momento de la noche, por lo general, es un movimiento raro y no se lo relaciona con ningún contexto.

#### 5.2.2.1.2 Estirar y levantar extremidades posteriores

El estiramiento de patas posteriores, es un comportamiento ocasional de la rana. A veces lo hace, entre movimientos en espasmos. El individuo extiende hacia atrás las extremidades posteriores, a nivel del sustrato, manteniéndolas así, por un buen período de tiempo; este comportamiento se lo observó en el 90% de individuos. Mientras que el levantar las patas, fue realizado por el 30 % de los individuos observados.

Levantar las extremidades, consiste en elevar una de las patas posteriores, volviéndola a poner en el suelo; no lo hacen como una señal, sino posiblemente, como una manera de descansar de la misma posición, o después de una reorientación.

#### 5.2.2.1.3 Pulsación de la región gular

Consiste en inflar parcialmente el saco gular sin vocalizar. Todas las pulsaciones gulares fueron realizadas por el macho observado.

#### 5.2.2.1.4 Reorientación

El comportamiento de reorientación, es el movimiento del individuo sobre su propio eje, seguido de una parada erguida, levantando la cabeza y bajando el urostilo como sentándose en las patas traseras. Este comportamiento se constató, en el 100% de individuos observados.

#### 5.2.2.1.5 Desplazamiento

Los 10 individuos de *Andinophryne olallai* caminaron, en la mayor parte de su tiempo, sobre ramas y hojas, pero también se los encontró a nivel del suelo, sobre las rocas de los riachuelos o en sus márgenes, siendo éste su microhábitat más frecuente según lo observado. La distancia media de movimiento, en las 14 horas de observación fue de 3.9 m  $\pm$ 1.50 (n=10).

Una hembra, fue capturada por primera vez el 20 de noviembre del 2013, en el transecto tres, a 10 m de la entrada al riachuelo y recapturada, el 12 de enero del 2014, a 6 m de llegar al transecto cuatro y a 30 m de la entrada al riachuelo (Figura 24); mostrando un desplazamiento de al menos 48.33 m en 48 días. Otra hembra fue encontrada por primera vez el 17 de diciembre del 2013 en el transecto dos, a 10 m de la entrada al riachuelo y recapturada, el 9 de enero del 2014 en el mismo transecto (Figura 25), a 50 m de la entrada al riachuelo, mostrando un desplazamiento, de al menos 40 m en 39 días.

*Andinophryne olallai* es una especie que camina, casi nunca salta y cuando existe alguna perturbación optan por quedarse quietos en los mismos lugares. Cuando se encuentran con algún disturbio, como cuando se los alumbró en la noche, con las luces blancas de las linternas, o después de la toma de los datos, en los que se les tiene que manipular; optan por mantenerse quietos en el lugar donde se los dejó.

#### 5.2.2.1.6 Alimentación

Emplean la mayor parte de la noche para alimentarse, reorientarse y caminar buscando alimento (Tabla 13). Según observaciones en el campo, su dieta está basada en al menos curculionidos (Coleoptera), hormigas (Hymenoptera) y mosquitos (Díptera).

#### 5.2.2.2 PICOS DE ACTIVIDAD

No se pudo establecer con exactitud, el inicio y fin de las actividades para *Andinophryne olallai*, ya que presentó comportamientos tanto en el día como en la noche. Se observó que durante la noche está activo, entre 17:00 y 07:00. En la tabla de contingencia (Tabla 13), se puede ver que de 19:00 a 21:00 hay un mayor número de actividades realizadas por las ranas, esto corresponde al 25.6% del total de estudio, a partir de ahí, se observa una disminución en los comportamientos, hasta llegar al 6.1% de las actividades, de 01:00 a 03:00. Al amanecer, de 03:00 a 05:00 se evidenció un nuevo incremento de la actividad correspondiente al 15.3% y de 05:00 a 07:00 finalizan con 8.2% (Figura 26).

En la Tabla 20 se presenta las observaciones de machos, hembras, juveniles e individuos de sexo no determinado, en inactividad y actividad en la noche y la Tabla 21 muestra las observaciones de hembras e individuos de sexo no determinado, en inactividad y actividad en el día.

Las medidas asociativas, en este caso el índice de Tau de Goodman y Kruskal ( $p < 0.01$ ) (Tabla 22), demuestra que existe una asociación entre las horas del día y los comportamientos, respaldando lo observado en la Tabla 13, ya que a primeras horas de la noche los comportamientos se realizan con mayor frecuencia que a la madrugada, principalmente: extensión de patas posteriores (37.2%) caminatas (30%), reorientaciones (25%) saltos (37.9%) y alimentaciones (29.8%).

### 5.2.2.3 DATOS AMBIENTALES

En la Tabla 23 se puede ver a detalle las temperaturas máximas y mínimas de los días en cada mes de muestreo.

La temperatura máxima observada durante los periodos de mayor actividad, es decir en las noches, en los meses de muestreo fue de 22.15°C y la mínima 16.14°C. Durante los momentos de poca actividad, es decir en el día, la temperatura máxima fue de 25.15°C y la mínima de 15.64°C.

En la Tabla 24 se muestran distintos rangos de temperatura normalizados, desde el inicio del periodo de mayor actividad hasta el fin del mismo y el número de eventos comportamentales. Se observa que la temperatura oscila entre 16.92°C y 19.16°C. Los rangos de temperatura más bajos en los que las ranas estuvieron activas son de 16.92°C a 17.24°C y de 17.25°C a 17.56°C, con una actividad correspondiente a 5.7% y 25.6% del total de eventos realizados en toda la noche, los cuales disminuyen hasta llegar a 6.1% entre el rango de temperatura de 18.21°C a 18.52°C. Entre 18.53°C a 18.84°C se reanuda la actividad a 15.3%. Y finalmente en el rango de temperatura más alto, de 18.85°C a 19.16°C, su actividad corresponde a 8.2%.

La regresión lineal (Figura 27) demuestra que no existe una correlación ( $r=0.25$ ) entre los comportamientos con respecto a la temperatura y el ANOVA ( $F=2.339$ ;  $gl=1$  y  $19$ ;  $p=0.1427$ ), así mismo, no presentó diferencias significativas.

### 5.2.2.4 REPRODUCCIÓN

Entre los 135 individuos de *Andinophryne olallai*, no se observaron parejas en amplexus en los tres meses de búsqueda y observación. Sin embargo, en el mes de enero del 2014 se identificó cierto comportamiento, que podría estar relacionado con el cortejo para

reproducción: se encontraron cuatro casos en los cuales, de cuatro a siete individuos de sexo no determinado (posibles machos) estaban reunidos en una sola planta y una hembra estaba a una distancia promedio de  $1.87 \text{ m} \pm 0.85$  ( $n=4$ ) (Figura 28). Se menciona que estos individuos pueden ser machos, ya que en uno de los cuatro casos se escuchó el canto de uno de ellos.

#### 5.2.2.5 CANTOS

Se encontraron cuatro individuos de *Andinophryne olallai* cantando, en el transecto cuatro, seis y ocho; sin embargo sólo se realizó la observación comportamental del primer ejemplar escuchado, grabando un video de su canto, el 10 de enero del 2014, a las 00:20 horas, en ese momento la temperatura fue  $18.14^{\circ}\text{C}$ . El individuo fue colectado y llevado vivo al museo de herpetología del QCAZ.

Se transformó el video a un formato MP4 en el programa Xilisoft Video Converter (Xilisoft corporation, 2004), después, se utilizó el audio del video en el programa Adobe audition (Adobe Systems Incorporated, 2014) en donde se lo transformó a monotonal de 16 bits. Después de esto, se usó el programa Raven pro 1.3 (Charif *et al.*, 2008) en el cual se analizan cantos, obteniéndose los siguientes datos: la grabación dura tres minutos con un total de 34 notas, las mismas que en total suman un tiempo de 5.14s. Las notas tienen un promedio de duración de 0.15 s (delta time) con una desviación estándar de  $\pm 0.020$  ( $n=34$ ). La frecuencia dominante (peak frequency) promedio, donde se concentra la mayor energía de la nota, fue de 2176.59118 Hz con una desviación estándar de  $\pm 71.81$  ( $n=34$ ). El tiempo de inicio y final de cada nota, el tiempo entre notas, la frecuencia más baja y más alta, y las pulsaciones por nota pueden verse a detalle en la Tabla 25.

La Figura 29 muestra la estructura física y espectral de este tipo de canto, así como los detalles físicos y espectrales de una nota.

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 ANÁLISIS DE *Atelopus elegans*

#### 6.1.1. DEMOGRAFÍA

*Atelopus elegans* presenta un patrón de manchas único por individuo, desde que son juveniles (Figura 30). Esta característica sirve para la identificación de los individuos, con el fin de estimar la abundancia relativa, ya que es la única forma no invasiva de reconocer y contar los individuos. Según lo reportado por Lötters *et al.* (2002) para *Atelopus pulcher*, el patrón de manchas y puntos negros, es evidente poco tiempo después de la metamorfosis y único para cada individuo.

El número de individuos que se encontró en este estudio fue de 34 en 20000 m<sup>2</sup> de terreno en cinco meses de estudio. En comparación con algunos otros estudios, donde se hace un trabajo similar, se puede evidenciar que la abundancia es mucho menor para *Atelopus elegans* ya que para *Atelopus carbonerensis* se encontraron 375 individuos en 2500 m<sup>2</sup> (Dole y Durant, 1974), para *Atelopus* sp. 90.5 individuos en 3000 m<sup>2</sup> (Salazar-Valenzuela, 2007) y para *Atelopus* sp. en Costa Rica se encontraron 375.5 individuos en 2000 m<sup>2</sup> (Crump y Pounds, 1985); esto podría ser a causa de que la localidad donde se halló a esta especie, es un bosque cercano a áreas de minería; por otro lado, se evidenció que, al permanecer la especie en los árboles, podría subir a alturas donde ya no se los pueda observar a simple vista. En un estudio realizado durante tres meses en *Atelopus elegans*, en la isla de Gorgona, se encontraron en total 64 individuos a lo largo de 2 km del sendero Yundigua (Pinzon, 2002), lo cual es difícil de comparar con el presente trabajo, ya que no se especifica el área completa de muestreo.

Los meses en los que se observaron mayor cantidad de individuos, coinciden con el tiempo en que se encontraron amplexus, esto podría deberse a que, según Coloma y Lötters (1996) y Lindquist y Swihart (1997), los ejemplares tienden a reunirse en la temporada reproductiva.

En *Atelopus elegans* se pudo constatar dimorfismo entre los sexos, por la diferencia en el tamaño y peso de machos y hembras; al mismo tiempo se observa, poca diferencia entre el peso y LRC de machos con el peso y LRC de juveniles; esto se debe a que en esta categoría, se encuentran ambos sexos, por lo tanto, el peso y LRC de posibles hembras juveniles, incrementan el promedio del grupo. En otras especies de *Atelopus*, se ha reportado que el dimorfismo sexual, está basado principalmente en: la diferencia de tamaño entre machos y hembras (machos más pequeños) y el grosor de los antebrazos (hembras con antebrazos más delicados y delgados) (Lötters, 1996).

*A. elegans* presenta unos pequeños tubérculos palmares (Peters, 1973), pero no diferencian a machos de hembras, como sucede en otras especies, que se los distingue por la presencia de callos nupciales en machos y diferencias en las verrugas (Lötters, 1996).

### **6.1.2. ETOLOGÍA**

Al no tener antecedentes comportamentales de *Atelopus elegans*, fue necesario permanecer en vigilia 16 horas para poder identificar el horario de actividad de las ranas, similar a lo realizado por Peña-Loyola (2007).

Se pudo evidenciar que la partición de hábitat (machos cerca del río y hembras en el interior del bosque) en *Atelopus elegans*, no es marcada ya que se encontró a machos y hembras a diferentes distancias en relación al río, sin ningún patrón. Lo que contrasta con

otras poblaciones de ranas arlequín, en donde machos, hembras y juveniles escogen lugares diferentes en el bosque (Lötters, 1996).

#### 6.1.2.1 COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS

*Atelopus elegans* presentó ondulación de extremidades anteriores, extensión y elevamiento de las extremidades posteriores, temblor de dedos, pulsación de la región gular y reorientación; pero a diferencia de otros estudios con *Atelopus*, estas señales visuales no son usadas necesariamente para comunicarse, como lo reporta Hödl y Amézquita (2001), sino también como comportamientos entre actividades diarias, tales como: alimentarse, caminar y reorientarse. El estudio de Peña-Loyola (2007) con *Atelopus* sp. registró señales visuales, tanto en presencia de otro individuo, como cuando no se registró otro individuo cerca. Se reportan comportamientos como: ondulación de brazos (Hödl y Amézquita, 2001), reorientación, temblor de dedos, extensión y elevamiento de patas posteriores (Pinzón, 2002), agazapamiento del cuerpo (Lindquist y Hetherington, 1996) y pulsaciones de la región gular (Peña-Loyola, 2007). La comunicación mediante señales visuales ha sido reportada en especies de algunos otros géneros como: Bufonidae, Centrolenidae, Dendrobatidae, Hylidae, Leptodactylidae (Hödl y Amézquita, 2001; Amézquita y Hödl, 2004) entre otros. También se pudo ver una serie de señales semafóricas como ondulación de extremidades anteriores y elevamiento de extremidades posteriores hechas por las hembras, sin presencia de otro individuo visible para el observador; lo cual concuerda con el estudio hecho en Isla Gorgona en Colombia con *Atelopus elegans* (Pinzón, 2002) y con lo reportado para *A. varius* en Costa Rica (Crump, 1988).

*Atelopus elegans* es una especie que camina lento, de una manera metódica durante el día, ya que este patrón, lo hace menos visible a predadores, como lo propone McDiarmid (1971) para el género *Atelopus*; camina sobre ramas, hojas y lianas interconectadas, siendo

éste su microhabitat más frecuente. McDiarmid (1971) también sugiere, que la dieta basada en hormigas puede ser otra razón para su lentitud, ya que las ranas no requieren de movimientos rápidos para la caza, debido a que sus presas están presentes en grandes cantidades; sin embargo, en el caso de *A. elegans* se puede ver que se alimenta principalmente de mosquitos, por lo que el factor alimentario no sería razón para su lentitud.

La recaptura de *Atelopus elegans* proporcionó información sobre el movimiento mensual de la especie, el cual, parece bajo en relación al desplazamiento diario presentado por las ranas; esto es debido a que el ejemplar seguramente se desplazó por más espacio, y no en línea recta, antes de llegar al punto donde fue reencontrado.

En esta especie, se observó desplazamiento mediante saltos, únicamente cuando existen disturbios, esto coincide con lo reportado en Lötters (1996) donde los especímenes de *Atelopus*, tienden a saltar cuando existen perturbaciones.

Se observó que *Atelopus elegans*, emplea la mayor parte del día para cazar y alimentarse, especialmente durante las mañanas. Su dieta está basada principalmente en mosquitos (*Díptera*) y en pequeñas hormigas (*Formicidae*); así como en el estudio de Levings (1983) con *Atelopus* sp.

#### 6.1.2.2 PICOS DE ACTIVIDAD

*Atelopus elegans* es una especie diurna, al igual que sus congéneres observados en estudios hechos por Coloma *et al.* (2000), Peters (1973) y Crump (1988) con *Atelopus*, donde se afirma que especies de este género, tienden a ser vistos durante el día caminando lentamente cerca de las orillas del río, escondidos bajo rocas o sentados sobre las piedras cerca del río.

El mayor número de comportamientos, fue registrado todos los días de observación, durante la mañana, principalmente de 07:00 a 09:00 (Figura 18). Después, de 11:00 a 13:00 la actividad de los individuos fue casi nula. Esta asociación entre los comportamientos y las horas del día es confirmada por la significación estadística del índice de Tau de Goodman y Kruskal y podría tener relación con que estas ranas tienen lapsos de descanso prolongados durante el día, los cuales pueden estar relacionados, con evitar los procesos de desecación, que serían más probables a horas de temperatura más altas.

#### 6.1.2.3 DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD

La temperatura no mostró asociación con los comportamientos realizados, debido a que posiblemente, no es solo la temperatura el factor que determina la actividad, sino un conjunto de elementos (que no fueron analizados en este estudio), como la humedad relativa, las condiciones de lluvia y el viento como lo sugiere Lizana (1990) en *B. spinosus*, que pueden tener incidencia en la actividad de los individuos; lo cual contrasta con el estudio de Noriega (2006) con *Atelopus lozanoi*, que explica que las ranas prefieren estar activas a temperaturas más bajas, demostrando que si existe una asociación entre temperatura y comportamientos.

#### 6.1.2.4 REPRODUCCIÓN

Se divisaron parejas de *Atelopus elegans* en amplexus en julio, agosto y septiembre; además, se observó a una hembra con algunos huevos en las patas posteriores en junio, por lo que se puede pensar que la reproducción se da entre la época lluviosa y seca (Anexo 3), similar a lo que sucede con *Atelopus carbonerensis* en Venezuela (Dole y Durant, 1974), que es una especie que se reproduce en épocas intermedias. Esto podría ser una adaptación, a fin de evitar el arrastre de huevos y renacuajos como lo sugieren Lötters (1996) y Rueda-

Almonacid *et al.* (2005). Sin embargo, no se descarta que *Atelopus elegans* tenga su época reproductiva durante otros periodos del año, como se observa en otras especies como: *A. balios*, *A. chiriquiensis* y *A. pulcher* cuya reproducción sucede en época de baja precipitación (Coloma y Lötters, 1996; Lindquist y Swihart, 1997). También existen reportes, de especies, que se reproducen en época lluviosa como *A. franciscus* en Guayana Francesa (Boistel *et al.*, 2005).

Ninguna de las parejas observadas en *A. elegans* registró oviposición y es por esa razón que no se obtuvieron datos del tiempo de amplexus, lugar de ovoposición ni las puestas; pero se sabe que *Atelopus* oviposita en lugares oscuros, adhiriendo los huevos a las paredes de las piedras de los riachuelos (Lötters, 1996). La hembra encontrada con algunos huevos pegados a las patas posteriores, mencionada anteriormente, fue vista cercana al río, y no se encontró la puesta debido posiblemente a que la rana ya estaba muy lejana al lugar donde ovipositó.

#### 6.1.2.5 CANTOS

No fue posible grabar los cantos de *A. elegans*. Los cantos de liberación eran realizados en el momento de toma de medidas, estos últimos, concuerdan con los estudios de otras especies del género *Atelopus*, como una respuesta al disturbio (Jaslow, 1979; Cocroft *et al.*, 1990; Lindquist y Hetherington, 1996).

## 6.2 ANÁLISIS DE *Andinophryne olallai*

### 6.2.1. DEMOGRAFÍA

El número de individuos que se encontró en este estudio, fue de 135 ejemplares en 6500 m<sup>2</sup>, durante tres meses de trabajo y con dos recapturas. Lo cual es un número poblacional bastante alto, especialmente si comparamos con otras especies de la misma familia como

*Atelopus elegans*, también estudiado en la presente investigación, en donde se encontró 34 individuos en una superficie tres veces mayor (20000 m<sup>2</sup>) y en cinco meses de muestreo.

En el Anexo 2, se observa que 106 individuos de los 135 capturados se encontraron a 0 m de los riachuelos, esto probablemente se deba a que su microhábitat más frecuente está muy relacionado con el agua, coincidiendo con lo manifestado por Lynch *et al.* (2014) quien en diferentes meses los ha observado también cerca de riachuelos. Además, dentro del bosque, son menos visibles que en lugares abiertos como los riachuelos.

Se observó que la abundancia relativa de esta especie es alta, se podría decir que es uno de los sapos más comunes en la localidad, ya que en comparación con las especies en simpatria a su alrededor como *Hyloscirtus alytolylax* y *Pristimantis scolodiscus* (Lynch *et al.*, 2014), es la especie que más se observa. El bosque donde se lo encontró es aún pristino, aunque el área alrededor de esta zona, está sufriendo deterioro por factores antropogénicos como lo sugiere Lynch *et al.* (2014).

Los individuos de *Andinophryne olallai* presentan iguales características morfológicas a las reportadas por Lynch *et al.* (2014), adicionalmente, se notó, que existe una forma de identificar a cada individuo, como lo hace Lötters *et al.* (2002) con *Atelopus*. Cada individuo posee un patrón de tubérculos en los flancos y glándulas parotoides diferentes (Figura 31), esta cualidad, sin embargo, es aprovechada solo cuando aparecen los tubérculos y glándulas, es decir, cuando son adultos. Los juveniles, a su vez, poseen un patrón de rayas blancas extremadamente parecidas en todo el cuerpo, por lo que se vuelve muy difícil su identificación.

La diferenciación entre machos y hembras en el campo puede causar confusión, ya que como lo afirma Lynch *et al.* (2014), siempre existe la incertidumbre de confundir a una hembra sub adulta con un macho; por lo cual, la única manera de identificar con certeza

hembras, fue por la presencia de oocitos en su abdomen y a machos por su canto, existiendo por lo tanto, un gran número de individuos de sexo no determinado (Anexo 2). Con los datos de aquellos individuos, en los que si se identificó el sexo, se realizó el análisis ANOVA, el que presenta diferencias significativas entre la LRC de machos y hembras.

Las LRC encontrados en este estudio (sección 5.2.1), varían en relación a lo reportado por Hoogmoed, (1985) en cuanto al tamaño de las hembras, ya que en su trabajo reporta una LRC de 39.6 mm en el holotipo, mientras que el valor que Lynch *et al.*, (2014) reporta para un macho (36.5 mm) está dentro de lo encontrado en la presente investigación, y el valor que presenta para hembras (57 a 60 mm) está por encima de la media descrita en este estudio; lo que sugiere que la mejor manera de identificar sexos en el campo, es por la observación de oocitos en el abdomen de las hembras o el escuchar cantos de los machos. La LRC es una medida que podría causar confusión entre machos y sub adultos.

### **6.2.2. ETOLOGIA**

Las observaciones realizadas para *Andinophryne olallai* demuestran que la especie, tiende a subir en las noches a las hojas de los árboles, o permanecer en árboles caídos y en las rocas dentro de riachuelos. También se reportó a juveniles, dentro del bosque en el suelo y sobre hojas. La altura media de percha reportada en el presente estudio, coincide con lo reportado por Lynch *et al.* (2014).

El hecho de subirse a las hojas de los árboles, podría ser una conducta antidepredatoria como lo manifiesta Lynch *et al.* (2014). En el día, tienden a esconderse en las grietas de los riachuelos o a las márgenes, presentando leve actividad como se observa en la Tabla 21. Lo que contrasta con lo sugerido por Lynch *et al.* (2014) que propone que esta especie está forrajeando en el día, dentro del bosque.

### 6.2.2.1 COMPORTAMIENTOS REGISTRADOS

Los comportamientos más comunes observados fueron caminar, caminar en espasmos, y reorientaciones, durante las noches; mientras subir y bajar extremidades anteriores, así como estirar y levantar las extremidades posteriores, son comportamientos menos frecuentes de la rana, a veces lo hace, entre movimientos en espasmos o posiblemente como una manera de descansar de la misma posición; estos comportamientos pueden no ser característicos en esta especie.

Los individuos de *Andinophryne olallai* caminan lento, probablemente acechando a sus presas o evitando ser vistos por predadores, dado que es una rana con una coloración críptica, lo que le ayuda a pasar desapercibida en la oscuridad. En determinados momentos de la noche, tienden a realizar pausas en su actividad, cuando no existe ninguna perturbación, para luego seguir activos, con menor intensidad que al comienzo de la noche.

Cuando existen perturbaciones leves, como por ejemplo al tomar los datos de LRC y el peso, tienden a agazaparse y quedarse en los mismos lugares donde se los dejó, posiblemente como una manera de autoprotección. Casi nunca saltan, a menos que la perturbación sea muy grande, por lo general, tratan de caer al agua, en donde se mueven con agilidad.

El movimiento mensual calculado para las hembras recapturadas, parece bajo en relación al desplazamiento diario presentado por las ranas; esto es debido a que los ejemplares seguramente se desplazaron por más espacio, y no en línea recta, antes de llegar al punto donde fueron reencontradas.

Gran parte de su actividad en la noche, consta de caminatas en espasmos buscando alimentarse, actividad en la que son muy efectivos ya que acechan lentamente a su presa y la capturan con velocidad, aprovechando también su lengua protráctil; se alimentan de

insectos grandes como: curculionidos (Coleoptera), mosquitos (Díptera) y hormigas (Hymenoptera) como lo menciona también Clarke (1974) a cerca de alimentación en Bufónidos y Peña-Loyola (2007) para *Atelopus* sp.

#### 6.2.2.2 PICOS DE ACTIVIDAD

*Andinophryne olallai* presentó actividad tanto en la noche como en el día. En las noches, el pico de mayor actividad estuvo comprendido entre las 19:00 y 21:00; mientras que, entre la 01:00 y 03:00 su actividad fue leve. Esta asociación entre los comportamientos y las primeras horas de la noche, fue confirmada por la significación estadística del índice de Tau de Goodman y Kruskal. Los factores que determinan esta conducta, podrían estar relacionados con la obtención de alimentos y más tarde, al amanecer, con la búsqueda de un sitio de refugio que les evite el riesgo de la depredación y la desecación como lo sugiere Alonso *et al.* (2001).

En el día se los encontraba siempre escondidos, descansando, o con movimientos de reorientación y muy pequeñas caminatas, sin dejar su guarida. Lo cual concuerda con el estudio de Ortiz-Santaliestra (2014) en *Bufo spinosus* de la misma familia, donde reporta que la actividad es generalmente nocturna, no obstante, la máxima actividad se produce en las primeras horas de oscuridad y hasta la medianoche, momento a partir del cual parece existir un descenso en la actividad.

Ortiz-Santaliestra (2014) además, propone que durante la época de reproducción los adultos de *B. spinosus* pueden mantenerse activos también durante el día. Esta podría ser la razón de la actividad encontrada para *Andinophryne olallai* durante el día, ya que en este estudio, se registraron algunas evidencias de una posible época reproductiva, como: cantos, la presencia de mayor número de individuos encontrados y cuatro posibles machos en una misma planta cerca de una hembra.

### 6.2.2.3 DATOS AMBIENTALES Y ACTIVIDAD

La temperatura no mostró asociación con los comportamientos realizados, debido a que posiblemente, no es solo la temperatura el factor que determina la actividad, sino un conjunto de elementos (que no fueron analizados en este estudio), como la humedad relativa, las condiciones de lluvia y el viento, como lo sugiere Lizana (1990) en *B. spinosus*, los que pueden tener incidencia en la actividad de los individuos; lo cual coincide con lo sugerido en el estudio de Ortiz-Santaliestra (2014) con *B. spinosus* en donde se observó que la temperatura si es uno de los factores ambientales con mayor influencia en la actividad de los sapos.

### 6.2.2.4 REPRODUCCIÓN

El caso reportado en la sección 5.2.2.4, puede estar asociado a la reproducción, ya que en el mes de enero se encontraron más individuos en los riachuelos, en relación a los otros meses, en este mes también se observa una de las precipitaciones más altas del año (Anexo 4), y se logró grabar el primer canto de anuncio.

Este comportamiento salió de lo habitual, ya que en una noche de muestreo exitoso se encontraba un individuo aproximadamente cada diez metros por transecto. El hecho de encontrar, a cuatro o más en la misma planta, dentro de los riachuelos, es un comportamiento que podría asemejarse a lo que en aves se denomina lek. Sin embargo, no existe seguridad, sin antes establecer exactamente la época reproductiva, analizar repeticiones y estudiar este mismo comportamiento.

### 6.2.2.5 CANTOS

La estructura de la señal acústica en anuros, ha sido considerada específica para cada especie (Gerhardt, 1994), y puede ser utilizada muchas veces para distinguir especies que son morfológicamente iguales (Heyer *et al.*, 1996).

El canto de *Andinophryne olallai* consiste en dos vocalizaciones cortas (cruak, cruak) seguidas de un espacio y nueva repetición. No se pueden hacer comparaciones con otros cantos ya que este es el primero reportado para la especie, pero se sabe, que la tasa de pulsos y la frecuencia dominante del canto de anuncio, son considerados parámetros de relevancia para la identificación y selección de la pareja en otros bufónidos (Howard y Palmer, 1995) y pueden funcionar eficazmente como mecanismo de aislamiento pre reproductivo (Ferrari y Vaira, 2008).

## 6.3 CONCLUSIONES

- Se determinó que la abundancia relativa de *Atelopus elegans* es de 3.4 ind/ha o 0.42 ind/hora de búsqueda/persona y para *Andinophryne olallai* es de 69.2 ind/ha o 2.80 ind/hora de búsqueda/persona.
- Se comprobó que los individuos de *Atelopus elegans* pueden ser reconocidos por su patrón de manchas dorsales y los individuos de *Andinophryne olallai* por los tubérculos en los flancos y glándulas paratoideas.
- Se encontró dimorfismo sexual en *Atelopus elegans* por la LRC, sustentado con el análisis del ANOVA.
- Existen diferencias significativas de la LRC de machos y hembras de *Andinophryne olallai*. Un parámetro que ayuda a dicha identificación es la presencia de oocitos en

el abdomen de las hembras; sin embargo es difícil diferenciar en el campo entre hembras juveniles y machos adultos.

- El rango de LRC más común dentro de la estructura poblacional de *Atelopus elegans* es: en machos 21-24 mm, en hembras 33-36 mm y en juveniles 18-21 mm.
- El rango de LRC más común dentro de la estructura poblacional de *Andinophryne olallai* es: en machos 36-40 mm, en hembras 48-52 mm, en juveniles 20-24 mm y en individuos de sexo no determinado 40-44 mm.
- *Atelopus elegans* usa las señales visuales, sin la presencia evidente de un individuo conespecífico, entre actividades, como caminar y reorientarse.
- *A. elegans* camina en la mayor parte de su tiempo, sobre ramas, hojas y lianas interconectadas, a una altura media de 1.40 m  $\pm$  1.06 (n=34) desde el suelo, siendo éste el microhábitat más frecuente.
- *A. elegans* presenta una distancia de movimiento promedio de 2.64 m  $\pm$  1.77 (n=17) en 14 horas de observación, entre las hojas de los árboles, cerca de riachuelos, o dentro del bosque.
- El individuo recapturado de *A. elegans* presentó un movimiento calculado de al menos 22.36 m en 32 días.
- *A. elegans* se alimenta de pequeñas hormigas (Formicidae) y mosquitos (Díptera).
- Los individuos de *A. elegans* son diurnos, su actividad comienza entre las 06:00 y 07:00 y termina entre las 17:00 y 18:00 horas.
- El período de actividad en donde los individuos de *A. elegans* presentan mayor número de comportamientos está comprendido entre las 07:00 y las 09:00.

- La evidencia de reproducción en *A. elegans* se encontró entre junio y septiembre.
- Machos y juveniles de *Atelopus elegans* realizan cantos de auxilio.
- *Andinophryne olallai* tiende a subir a las hojas de los árboles en las márgenes de los riachuelos o dentro de ellos, mientras que en el día, se esconde entre rocas y en grietas a las márgenes de los mismos.
- La altura promedio a la que se encuentran perchados los individuos de *Andinophryne olallai* es  $0.86 \text{ m} \pm 0.81$  (n=135), desde el suelo.
- *A. olallai* presenta una distancia de movimiento promedio de  $3.9 \text{ m} \pm 1.59$  (n=10) en 14 horas de observación, entre las hojas de los árboles, rocas y troncos caídos dentro de riachuelos y en el suelo del bosque.
- Los dos individuos recapturados de *A. olallai* presentaron un movimiento calculado de al menos 48.33 m en 48 días el primero y de 40 m en 39 días el segundo.
- *A. olallai* se alimenta de insectos como: curculionidos (Coleoptera), hormigas (Hymenoptera) y mosquitos (Díptera).
- *Andinophryne olallai* está activo principalmente durante la noche sobre los árboles desde 18:00 y 19:00 hasta las 05:00 a 06:00; aunque durante el día también presenta actividad, aunque ésta sea leve.
- En *A. olallai* se observó un comportamiento similar al lek que se evidencia en aves, lo que podría estar relacionado con el cortejo para reproducción.

#### 6.4 RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar estudios demográficos de *Atelopus elegans*, por períodos más largos, a fin de lograr experimentos de intrusión, identificando las señales semafóricas con individuos conespecíficos y tomando datos de intensidad de la luz, para ver si este factor abiótico también es influyente, como lo demuestran otros estudios.
- Enfatizar las observaciones de las parejas en amplexus de *Atelopus elegans*, para identificar los períodos de reproducción, el tiempo que dura el abrazo nupcial y los lugares de ovoposición.
- Se recomienda encontrar un método, para identificar a machos y hembras juveniles y subadultos, en *Andinophryne olallai*.
- Es necesario realizar más observaciones durante el día, para *Andinophryne olallai* con el fin de identificar exactamente los picos de actividad.
- Se recomienda observar más detenidamente, el comportamiento de varios machos en una misma planta, cerca de una hembra de *Andinophryne olallai*, para saber con certeza, si en realidad es un comportamiento de cortejo.

## 7. LITERATURA CITADA

- Adobe Systems Incorporated. 2014. Adobe audition. <http://www.adobe.com> (09 de marzo, 2014).
- Alonso, R., Rodríguez, A. y Estrada, A.R. 2001. Patrones de actividad acústica y trófica de machos cantores de *Eleutherodactylus eileenae* (Anura: Leptodactylidae). Revista Española de Herpetología 15(2001): 45–52.
- Amézquita, A. y Hödl, W. 2004. How, when and where to perform visual displays: the case of the Amazonian frog *Hyla parviceps*. Herpetologica 60(4): 420–429.
- Berger, L., Speare, R. y Hyatt, A. D. 1999. Chytrid fungi and amphibian declines: overview, implications and future directions. Declines and disappearances of Australian frogs. Environment Australia, Canberra (1999): 23–33.
- Boistel, K., Grojean, S. y Lötters, S. 2005. Tadpole of *Atelopus franciscus* from French Guyana with comments on other larvae of the genus (Anura: Bufonidae). Journal of Herpetology 39(1): 148–153.
- Cocroft, R., McDiarmid, R., Jaslow, A. y Carranza, P. 1990. Vocalizations of eight species of *Atelopus* (Anura: Bufonidae) with comments on communication in the genus. Copeia 1990(3): 631–643.
- Coloma, L. A. y Lötters, S. 1996. The tadpole of *Atelopus balios* (Anura: Bufonidae) from the pacific lowlands of Ecuador. Herpetologica 52(1): 66–70.
- Coloma, L. A., Lötters, S. y Salas, A. W. 2000. Taxonomy of the *Atelopus ignescens* complex (Anura: Bufonidae): designation of a neotype of *Atelopus ignescens* and recognition of *Atelopus exiguus*. Herpetologica 56(3): 303–324.

- Crump, M. L. 1988. Agression in harlequin frogs: male-male competition and a possible conflict of interests between the sexes. *Animal Behavior* 36(4): 1064–1077.
- Crump, M. L. y Pounds, J. A. 1985. Lethal parasitism of an aposematic anuran (*Atelopus varius*) by *Notochaeta bufonivora* (Diptera: Sarcophagidae). *Journal of Parasitology* 71 (5): 588–591.
- Charif, R. A., Waack, A. M., y Strickman, L. M. 2008. Raven Pro 1.3 User's Manual. Cornell Laboratory of Ornithology, New York, U.S.A.
- Daszak, P., Berger, L., Cunningham, A., Hyatt, H., Green, D., y Speare, R. 1999. Emerging Infectious Diseases and Amphibian Population Declines. *Emerging Infectious Diseases* 5(6): 735–748.
- De Sá, R. 2005. Crisis Global de Diversidad: Importancia de la Biodiversidad Genética y la Extinción de Anfibios. *Agrociencia* 1 y 2 (9): 513–522.
- Dole, J. y Durant, P. 1974. Movements and seasonal activity of *Atelopus oxyrhynchus* (Anura: Atelopodidae) in a Venezuelan cloud forest. *Copeia* 1(1974): 230–235.
- Duellman, W. y Lynch, J. 1988. Anuran amphibians from the cordillera de Cutucú, Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 140(2): 125–142.
- Duellman, W. y Trueb, L. 1994. *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins University Press, Maryland, U.S.A.
- Ferrari, L. y Vaira, M. 2008. Analisis Comparativo de la Estructura del Canto de Anuncio de tres Poblaciones de *Melanophryniscus rubriventris* (Vellard, 1947) (Anura: Bufonidae). *Cuad. Herpetol.* 22(1): 25–34.

- Flores, F. P. 2010. Manejo integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Ambi ubicado en la Provincia de Imbabura entre las poblaciones de Atuntaqui y Otavalo, sector Cantón Cotacachi. Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad San Francisco de Quito.
- Frost, D. R. 2014. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. American Museum of Natural History, New York, U.S.A. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> (11 de febrero, 2014).
- Funk, W., Almeida-Reinoso, D., Nogales-Sornosa, F. y Bustamante, M. 2003. Monitoring population trends of *Eleutherodactylus* frogs. *Journal of Herpetology* 37(2): 245–256.
- Gálvez, H. y Regalado, J. 2007. Características de las Precipitaciones, La temperatura del aire y los vientos de la Costa Ecuatoriana. *Acta Geográfica del Pacífico* 14(1).
- Gerhard, H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review in Ecology and Systematics* 25(1): 293–324.
- Granda, H., Portillo-Mozo, A. y Renjifo, J. 2008. Uso de hábitat en *Atelopus laetissimus* (Anura: Bufonidae) en una localidad de la sierra nevada de Santa Marta, Colombia. *Herpetotrópicos* 4(2): 87–93.
- Heyer, W. R., Garcia-Lopez, J.M. y Cardoso, A. J. 1996. Advertisement call variation in the *Leptodactylus mystaceus* species complex (Amphibia: Leptodactylidae) whit a description of a new sibling species. *Amphibia-Reptilia* 17(1): 7–31.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S. y Larson, A. 2001. *Integrated Principles of Zoology*, McGraw-Hill Publishing Co, New York, U.S.A.

- Hödl, W. y Amézquita, A. 2001. Visual signaling in anuran amphibians. En: Anura Communication. (M. J. Ryan) pp.121–141. Smithsonian Institution Press, Washington, U.S.A.
- Hoogmoed, M. S. 1985. A new genus of toads (Amphibia: Anura, Bufonidae) from the Pacific slopes of the Andes in northern Ecuador and southern Colombia, with the description of two new species. *Zoologische Mededelingen* 59(22): 251–274.
- Hoogmoed, M. S. 1989. On the identity of some toads of the genus *Bufo* from Ecuador, with additional remarks on *Andinophryne colomai* Hoogmoed, 1985 (Amphibia: Anura: Bufonidae). *Zoologische Verhandelingen* 250(1): 1–32.
- Howard, R.D. y Palmer, J. G. 1995. Female choice in *Bufo americanus*: effects of dominant frequency and call order. *Copeia* (1995): 212–217.
- Instituto Geográfico Militar y Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. 2010. Atlas Geográfico de la República del Ecuador. 200 pp.
- Jaslow, A. P. 1979. Vocalization and aggression in *Atelopus chiriquiensis* (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Journal of Herpetology* 13(2): 141–145.
- La Marca, E., Lips, K. R., Lötters, S., Puschendorf, R., Ibáñez, R., Rueda-Almonacid, J. V., Schulte, R., Marty, C., Castro, F., Manzanilla-Puppo, J., García-Pérez, J. E., Bolaños, F., Chaves, G., Pounds, J. A., Toral, E. y Young, B. E. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in neotropical harlequin frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica* 37(2): 190–201.

- Levings, S. C. 1983. Seasonal, annual and among site variation in the floor ant community of a tropical deciduous forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* 53(4): 435–455.
- Lind, A. J. 2004. Can zoos save our frogs? The role of captive breeding. En: *Disappearing Jewels: The status of new world amphibians*. (B. E. Young, S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox y T. M. Boucher) pp. 39. Nature Serve, Arlington, U.S.A.
- Lindquist, E. D. y Hetherington, T. E. 1996. Field studies on visual and acoustic signaling in the "earless" Panamanian golden frog, *Atelopus zeteki*. *Journal of Herpetology* 30(3): 347–354.
- Lindquist, E. D. y Swihart, D. W. 1997. *Atelopus chiriquiensis* (Chiriquí harlequin frog). Mating behavior and egg laying. *Herpetological Review* 28(3): 145–146.
- Lips, K. R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology* 12(1): 106–117.
- Lips, K. R., Burrowes, P. A., Mendelson III, J. R. y Parra-Olea, G. 2005. Amphibian population declines in Latin America: a synthesis. *Biotropica* 37(2): 222–226.
- Lizana, M. 1990. Ecología de *Bufo bufo* en la Sierra de Gredos. Disertación previa a la obtención del título Doctoral, Universidad de Salamanca.
- Lötters, S. 1996. The Neotropical toad Genus *Atelopus*. En: *Checklist-Biology-Distribution*. (M. Vences y F. Glaw) pp. 1-143. Verlags GbR, Köln, Alemania.
- Lötters, S., Hass, W., Shick, S. y Böhme, W. 2002. On the systematics of the harlequin frog (Amphibia: Bufonidae: *Atelopus*) from Amazonia. II: Redescription of *Atelopus*

*pulcher* (Boulenger, 1882) from the eastern Andean versant in Peru. *Salamandra* 38(3): 165–184.

Lynch, R., Kohn, S., Ayala – Varela, F., Hamilton, P. y Ron, S. 2014. Rediscovery of *Andinophryne olallai* Hoogmoed, 1985 (Anura, Bufonidae), an enigmatic and endangered Andean toad. *Amphibian & Reptile Conservation* 8(1): 1–7.

Martin, P. y Bateson, P. 1993. *Measuring behavior. An introductory guide*. Segunda edición. Cambridge University Press, New York. U.S.A.

McDiarmid, R. W. 1971. Comparative morphology and evolution of frogs of the neotropical genera *Atelopus*, *Dendrophryniscus*, *Melanophryniscus* and *Oreophrynella*. *Bulletin of the Los Angeles County. Museum of Natural History* 12: 1–66.

Merino-Viteri, A., Coloma, L. y Almendáriz, A. 2005. Los *Telmatobius* (Leptodactylidae) de los Andes del Ecuador y su declive poblacional. En: Lavilla, E. O. & De la Riva, I. (eds.), *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus* (Anura: Leptodactylidae). Asociación Herpetológica Española, *Monografías de Herpetología* 7: 9–37.

Merino-Viteri, A. 2001. *Análisis de posibles causas de las disminuciones de poblaciones de anfibios en los Andes del Ecuador*. Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad Católica del Ecuador.

Noriega, P. 2006. *Relación de parámetros entre cuatro especies del género Atelopus* (Anura: Bufonidae) de alta montaña colombiana, basada en caracteres Osteológicos. Disertación previa a la obtención del título de Biólogo. Pontificia Universidad Javeriana de Colombia.

- Ortiz-Santaliestra, M. E. 2014. Sapo común – *Bufo spinosus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Martínez-Solano, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> (24 de mayo, 2014).
- Peña-Loyola, P. 2007. Períodos de actividad, comunicación y aspectos de historia natural de una de las últimas ranas arlequín (Bufonidae: *Atelopus*) del Ecuador. Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Peters, J. 1973. The frog genus *Atelopus* in Ecuador (Anura: Bufonidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 145: 1–49.
- Pinzón, M. 2002. El rol de las señales visuales en la comunicación del sapo *Atelopus elegans* (Anura, Bufonidae). Disertación previa al título de Licenciada en Biología, Universidad de los Andes.
- Piñero, B. y Durant, P. 1993. Diet and Habitat of a cloud forest Anura community in the Merida Andes. *Ecotropicos* 6(2): 1–9.
- Pounds, J. A., Bustamante, M. R., Coloma, L. A., Consuegra, J. A., Fogden, M.P.L., Foster, P.N., La Marca, E., Masters, K. L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., R. Ron, S., Sánchez-Azofeifa, G. A., Still, C. J. y Young, B. E. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439(7073): 161–167.
- 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. *Serie Zoológica* 4(5), 35–49.

- Ron, S. R., Coloma, L. A., Frenkel, C. 2012. *Atelopus elegans*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. y Ortiz, D. A. AmphibiaWebEcuador. Version 2014.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.  
<<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1146>>, (7 de mayo, 2014).
- Ron, S. R. y Frenkel, C. 2013. *Andinophryneolallai*. En: Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H. y Merino-Viteri, A. (eds.) AmphibiaWebEcuador. Version 2013.1. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1140>>, (21 de octubre, 2013).
- Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. y Ortiz, D. A. 2014. AmphibiaWebEcuador. Version 2014.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <[http:// zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios/AnfibiosEcuador](http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios/AnfibiosEcuador)>, (3 de enero, 2014)
- Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., Lötters, S., La Marca, E., Kahn, T. y Angulo, A. 2005. Ranas arlequines. Conservación Internacional. Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá, Colombia.
- Salazar-Valenzuela D. 2007. Demografía e historia natural de una de las últimas ranas arlequín (*Atelopus* sp.) (Anura: Bufonidae) del Ecuador. Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad Católica del Ecuador.

- Schmidt, B. y Pellet, J., C. 2010. Quantifying abundance: counts, detection probabilities, and estimates. En: *Amphibian Ecology and Conservation*, (C. Kenneth Dodd) pp.465–477. Oxford University Press, New York, U.S.A.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L. y Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306(5702): 1783–1786.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L. y Waller, R. W. 2005. Response to Comment on "Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide". *Science* 309(5743):1999–1999.
- Xilisoft corporation. 2004. Xilisoft Video Convertidor. <http://www.xilisoft.es/video-converter.html#.U0Wg5PI5OSo> (09 de marzo, 2014).

## 8. FIGURAS



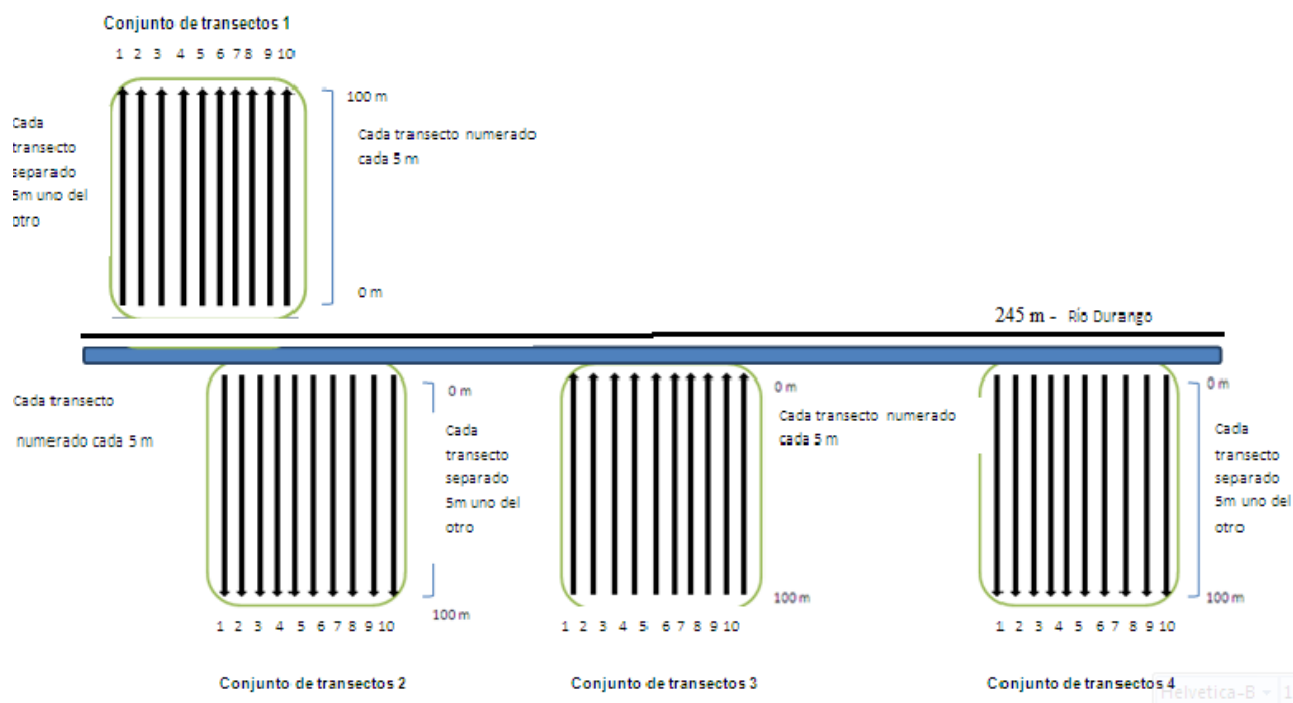
**Figura 1.** Individuo de *Atelopus elegans* en la localidad de Durango, Esmeraldas.



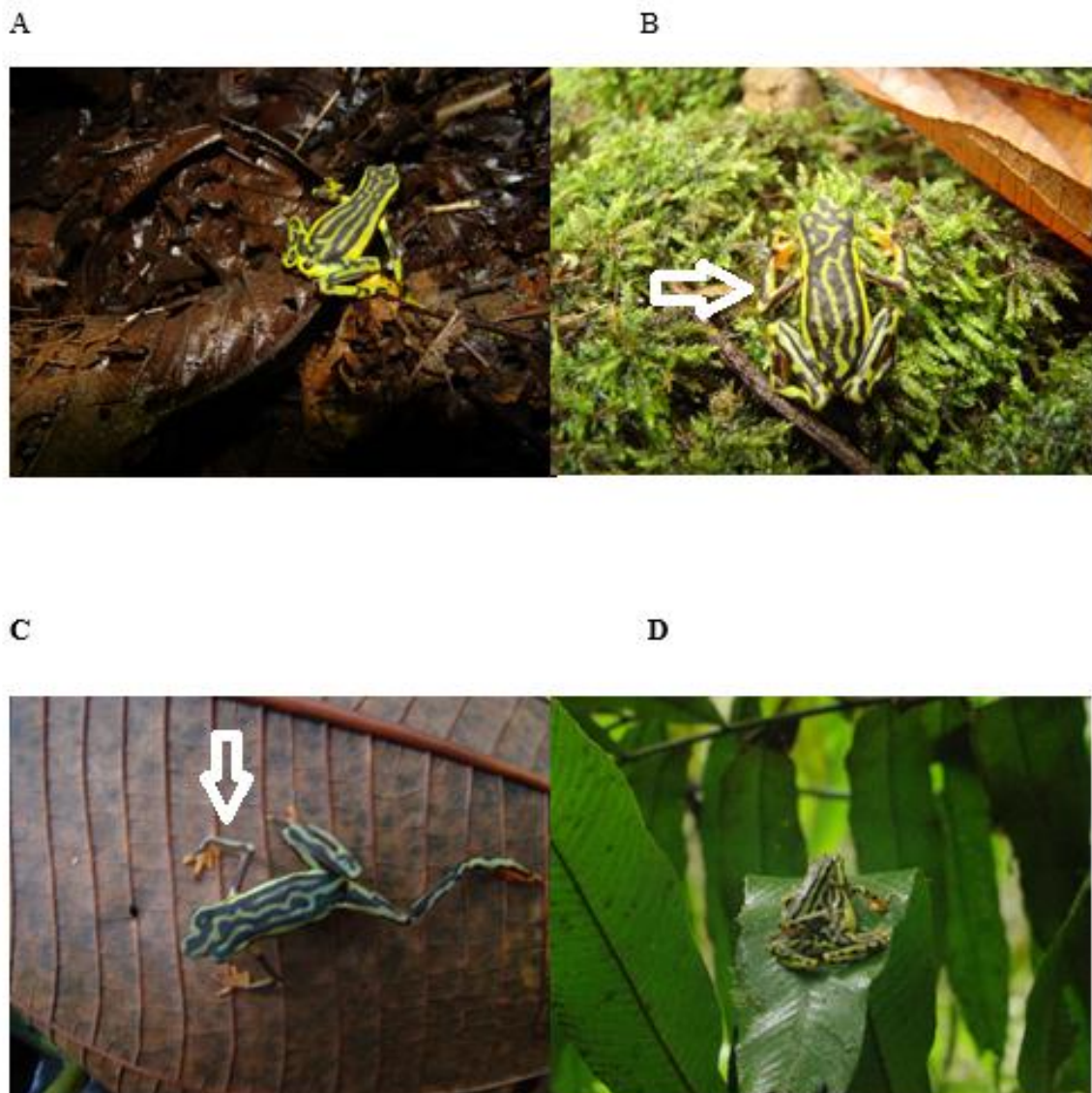
**Figura 2.** Individuo de *Andinophryne olallai* en la localidad de Manduryacu, Imbabura.



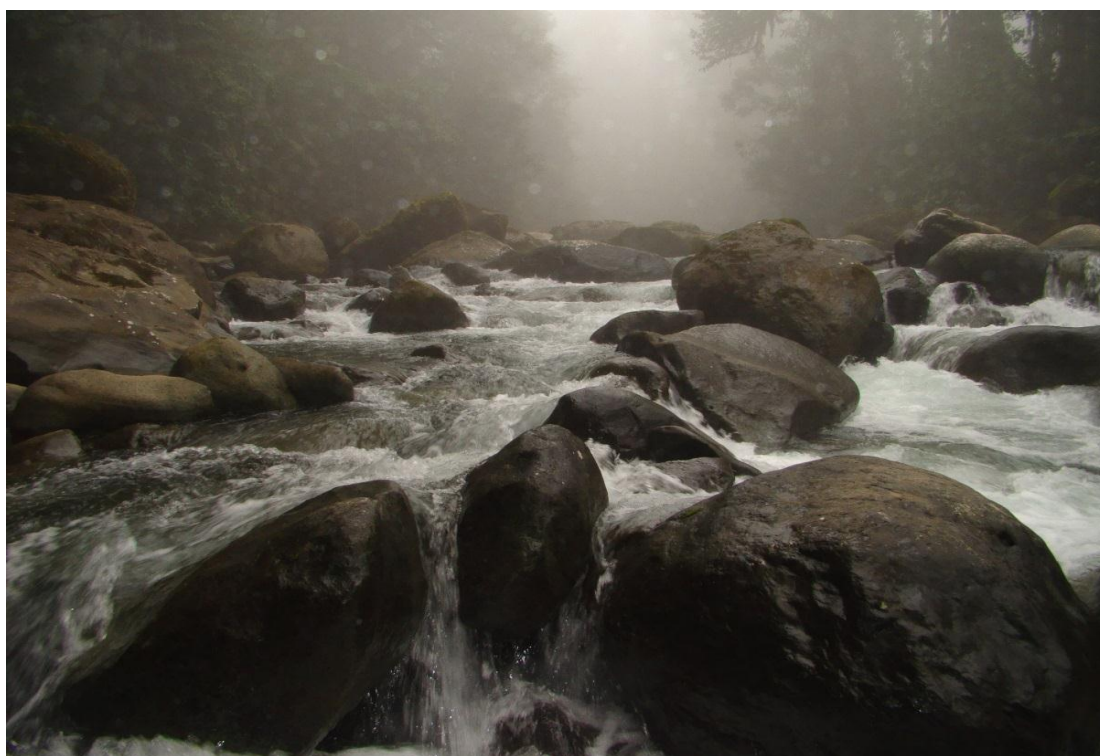
**Figura 3.** Río Durango: área en donde se realizaron los estudios etológicos y demográficos de *Atelopus elegans*.



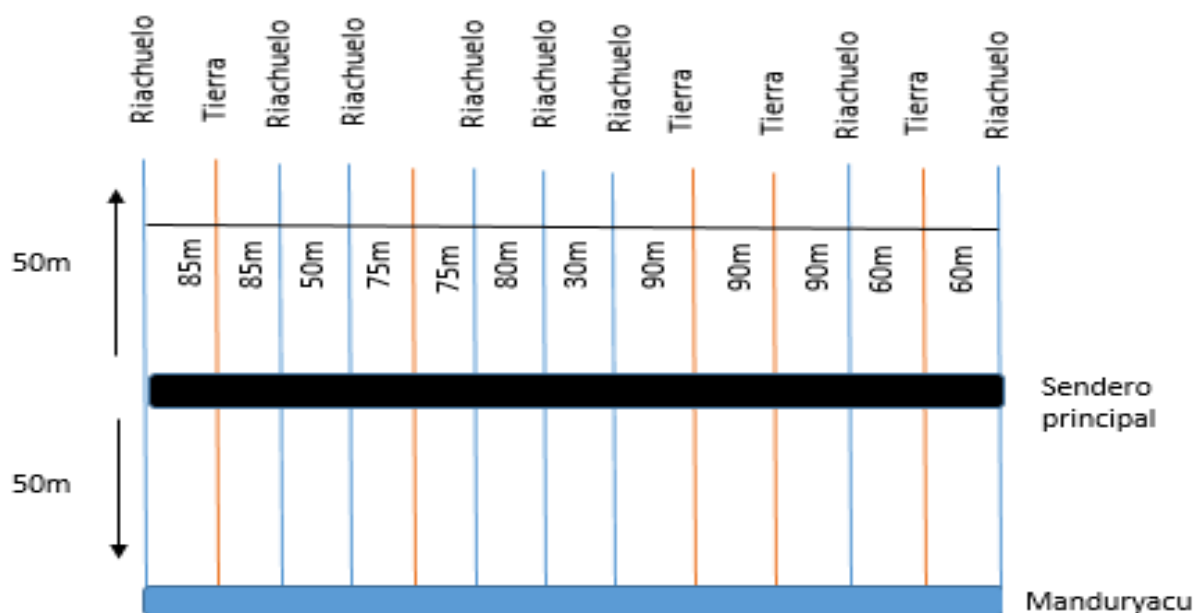
**Figura 4.** Esquema base de los cuatro conjuntos de 10 transectos elaborados para *Atelopus elegans*.



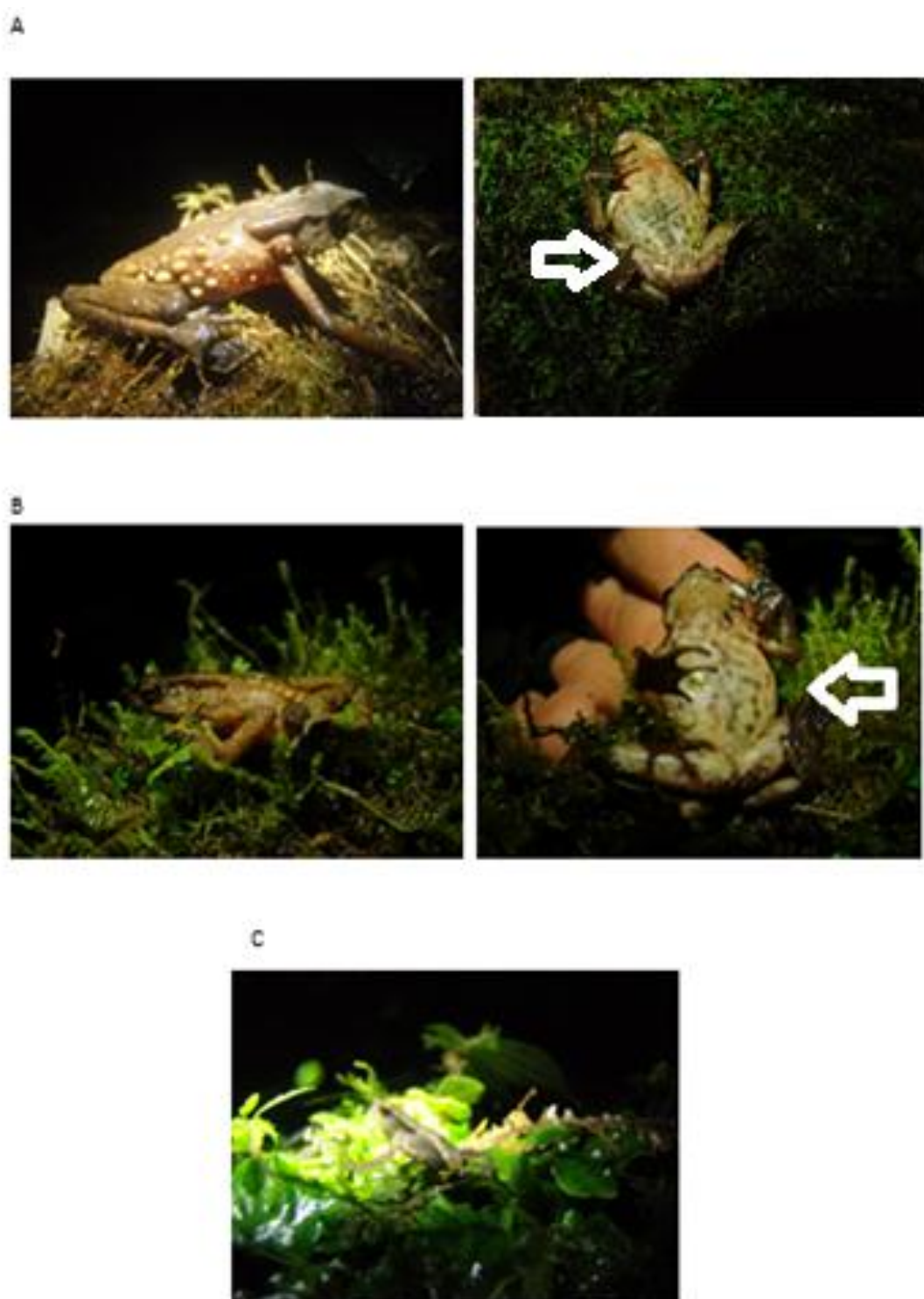
**Figura 5.** Diferencia entre: A) machos, B) hembras, C) juveniles y D) amplexus de *Atelopus elegans*. Se resalta la diferencia en el grosor de los brazos.



**Figura 6.** Río Manduryacu: área en donde se realizaron los estudios etológicos y demográficos de *Andinophryne olallai*.

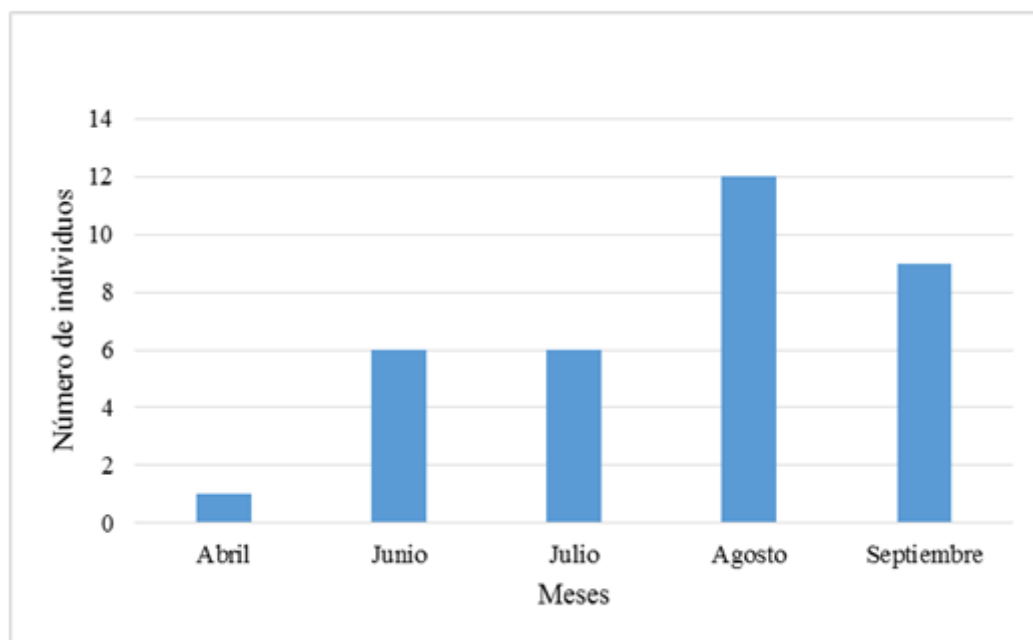


**Figura 7.** Esquema base de los 13 transectos elaborados para *Andinophryne olallai*.

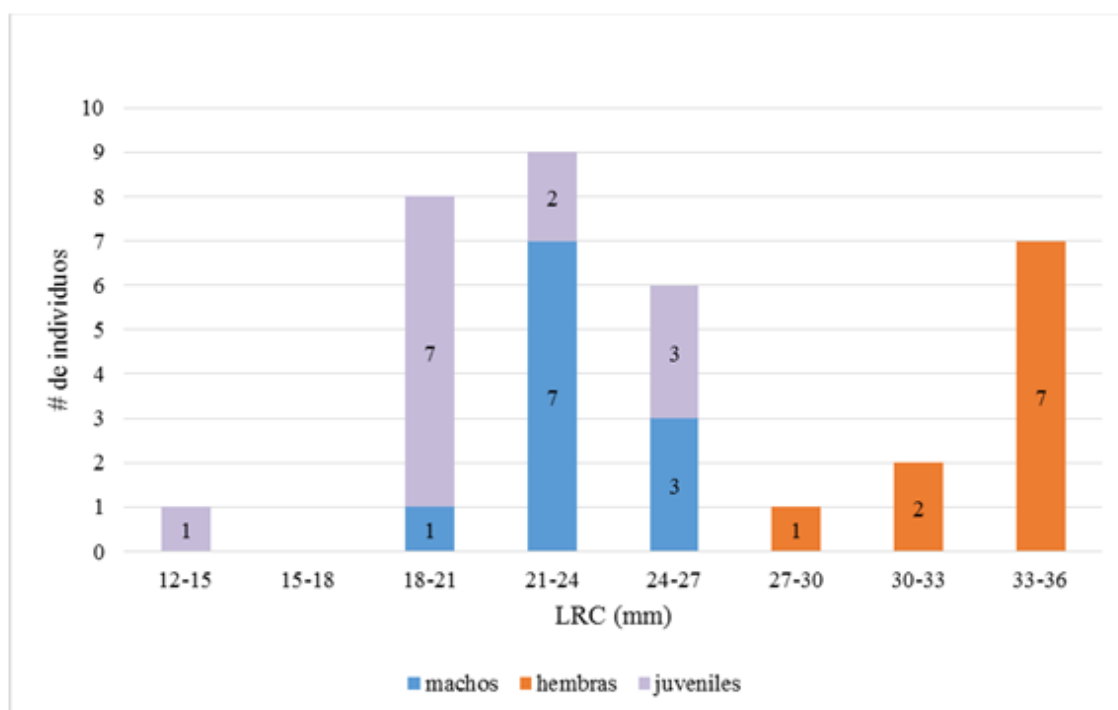


**Figura 8.** Diferencia entre A) hembras, B) machos y C) juveniles *Andinophryne olallai*.

Se resalta la presencia de oocitos en hembras y la ausencia en machos.



**Figura 9.** Número de individuos de *Atelopus elegans* registrados en cada mes de muestreo.



**Figura 10.** Distribución de la población según los tamaños de LRC para *Atelopus elegans*.



**Figura 11:** Hembra de *Atelopus elegans* realizando una ondulación de la pata anterior.



**Figura 12:** Macho de *Atelopus elegans* realizando una extensión de patas posteriores.



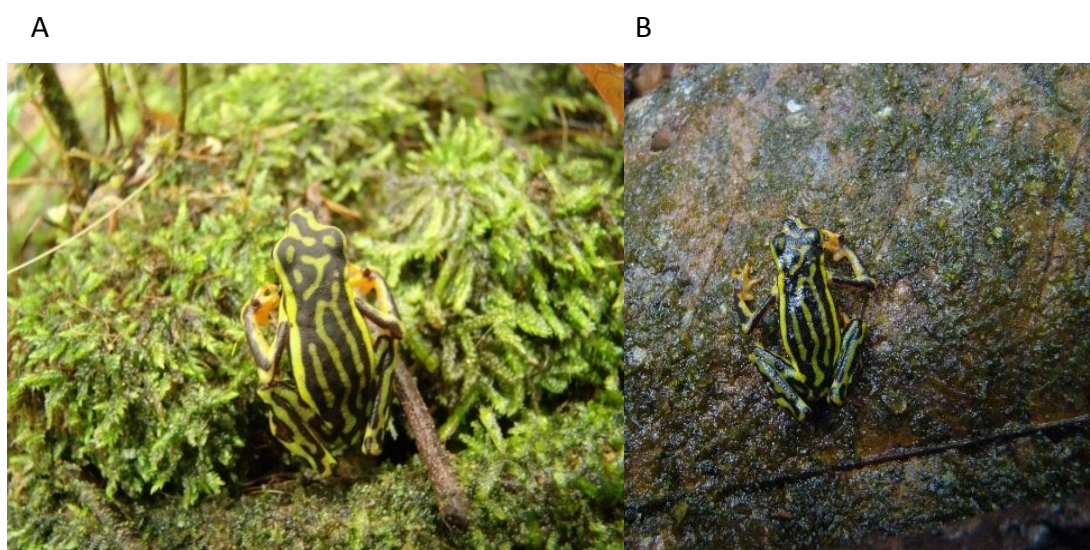
**Figura 13.** Macho de *Atelopus elegans* realizando un levantamiento de pata posterior.

A

B



**Figura 14.** Individuos de *Atelopus elegans* movilizándose entre las ramas y entre los lugares interconectados durante el día.



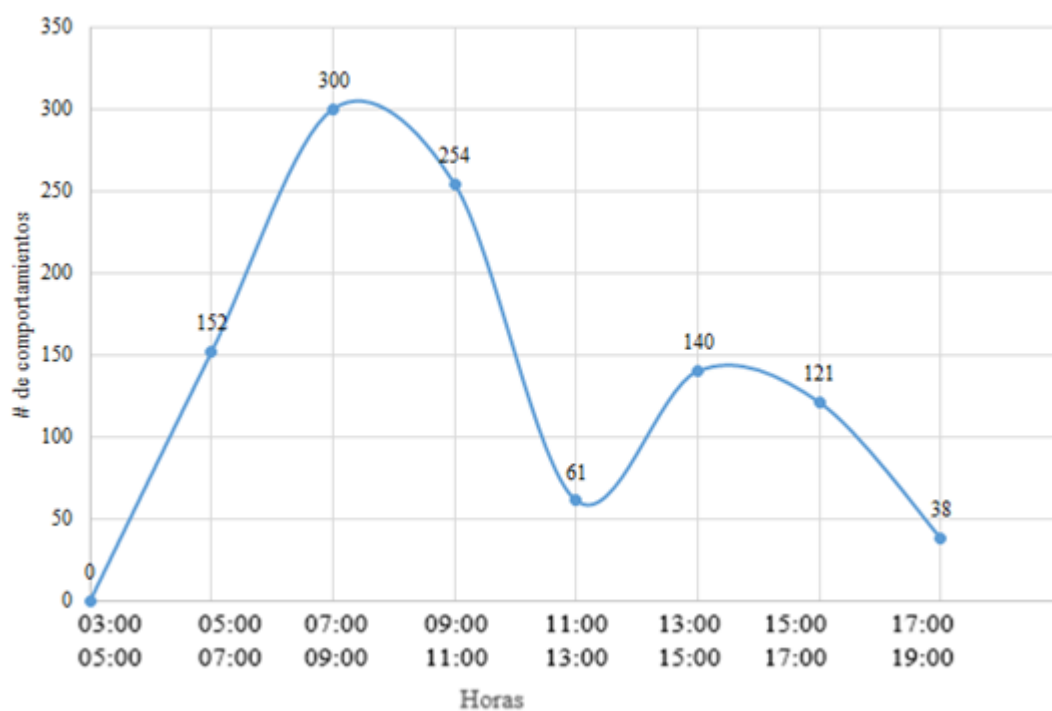
**Figura 15.** Macho de *Atelopus elegans* capturado A. 21/agosto/2013 y recapturado B. 22/septiembre/2013.



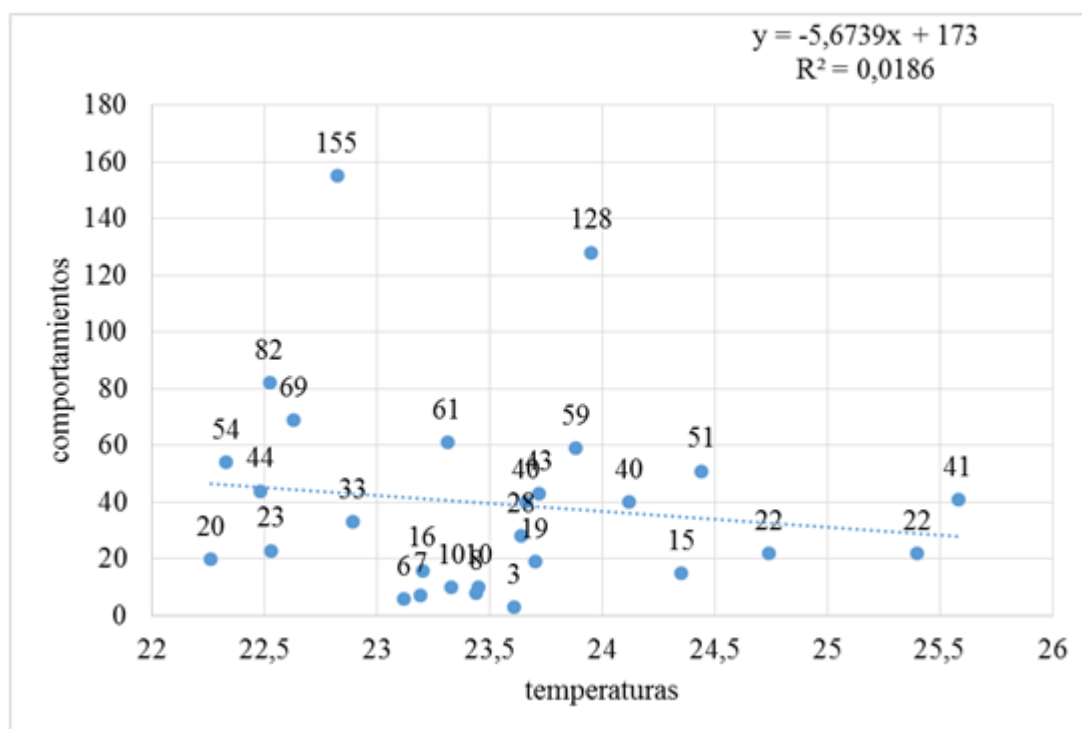
**Figura 16.** Individuo adulto de *Atelopus elegans* en pleno acto de alimentación.



**Figura 17.** Individuo de *Atelopus elegans* ignorando a una presa de gran tamaño.



**Figura 18.** Número de comportamientos totales vs. horas del día para *Atelopus elegans*.



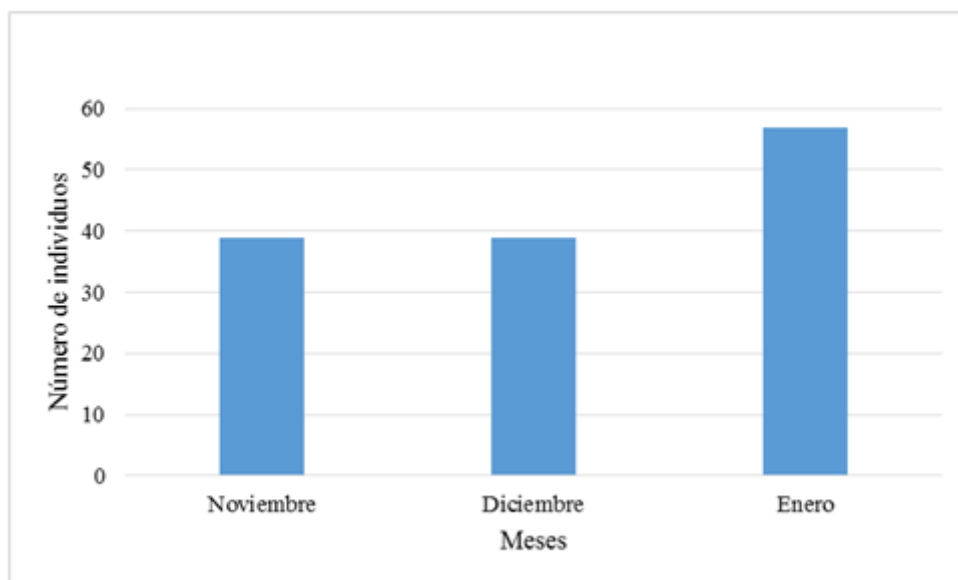
**Figura 19.** Regresión lineal de los comportamientos vs. temperatura para *Atelopus elegans*.



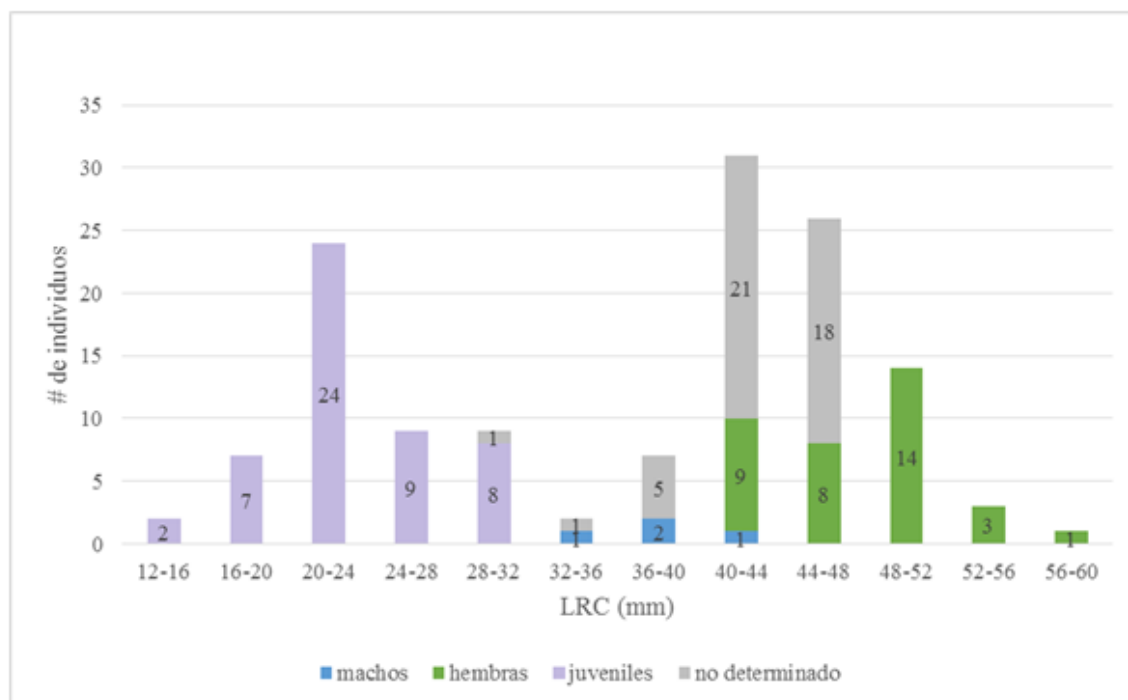
**Figura 20.** Pareja de *Atelopus elegans* en amplexus sobre hojas.



**Figura 21.** Hembra de *Atelopus elegans* con oocitos en las patas posteriores.



**Figura 22.** Número de individuos de *Andinophryne olallai* registrados en cada mes de muestreo.



**Figura 23.** Distribución de la población según los tamaños de LRC para *Andinophryne olallai*.

A

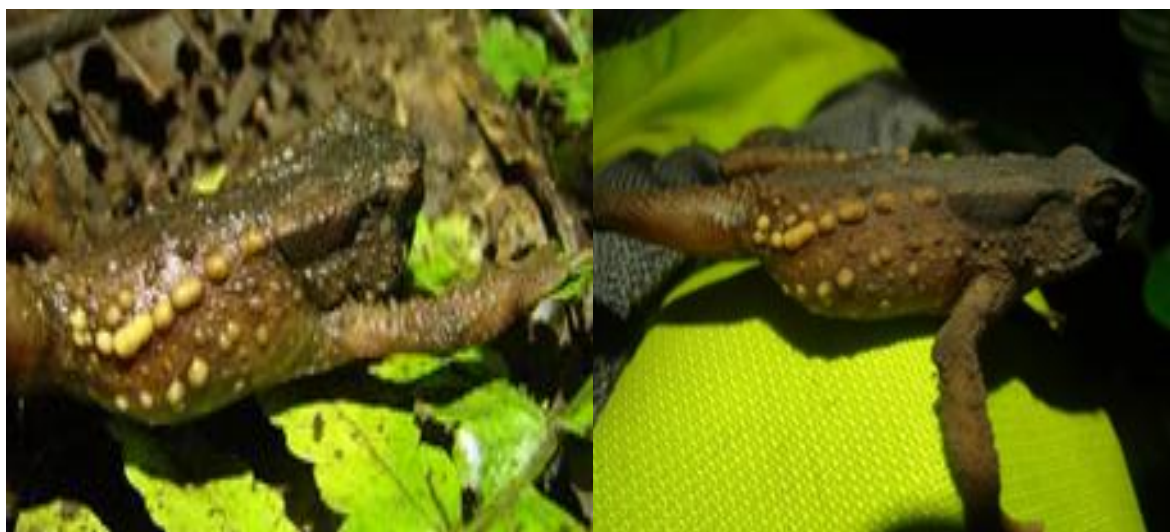
B



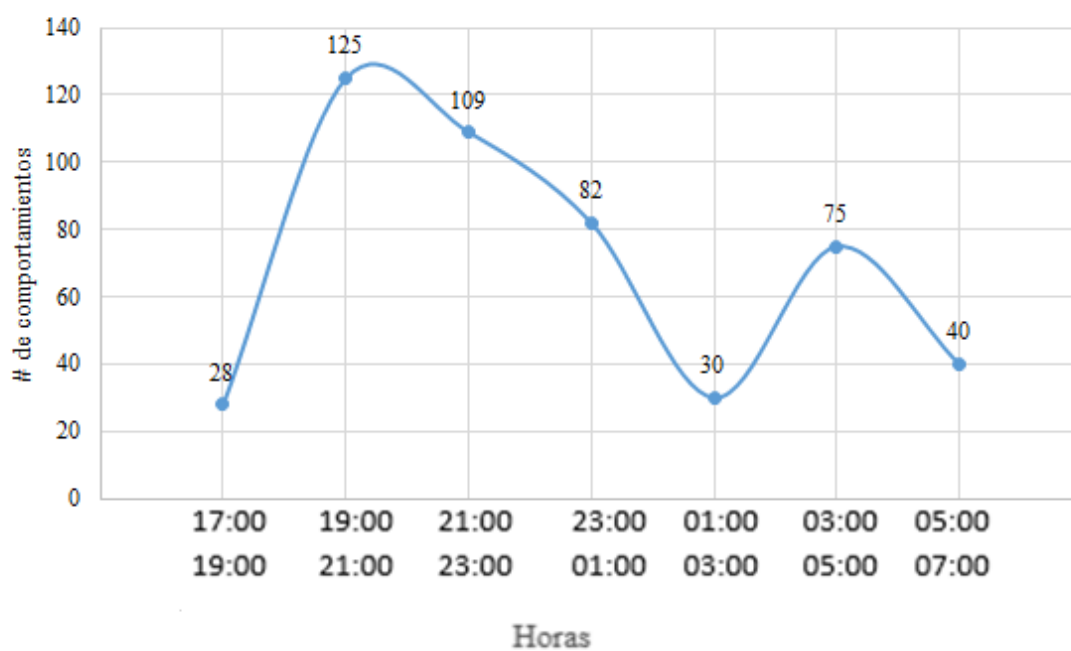
**Figura 24.** Hembra de *Andinophryne olallai* capturada A. 20/noviembre/2013 y recapturada B. 07/enero/2014.

A

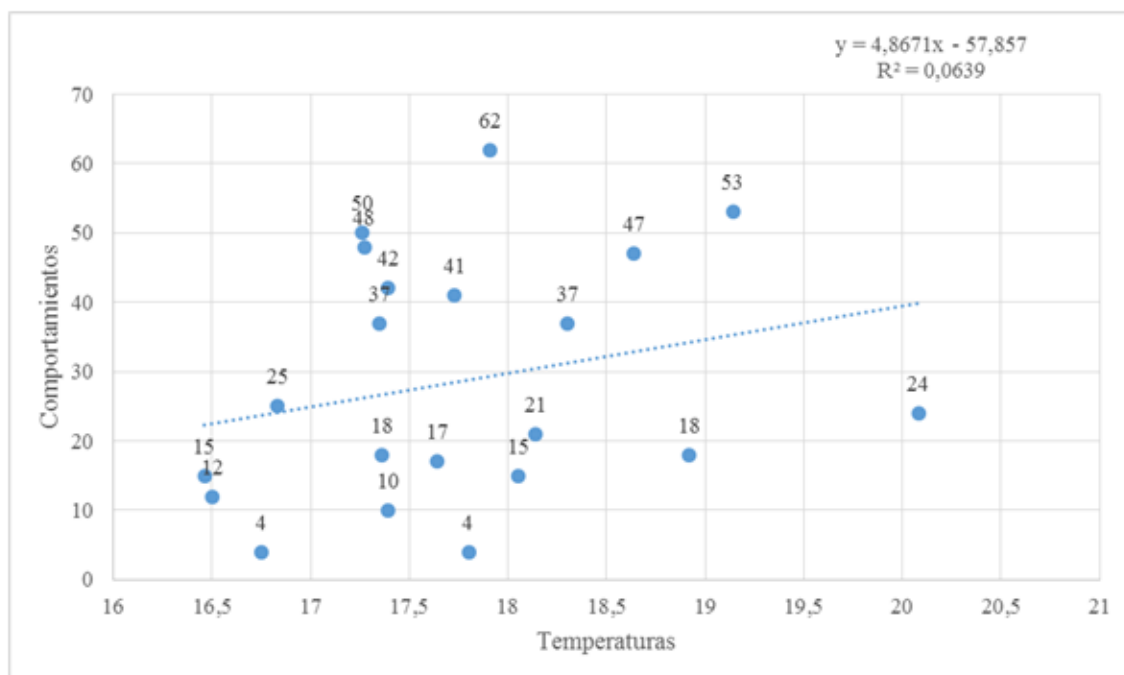
B



**Figura 25.** Hembra de *Andinophryne olallai* capturada A. 09/Enero/2014 y recapturada B. 17/Diciembre/2013



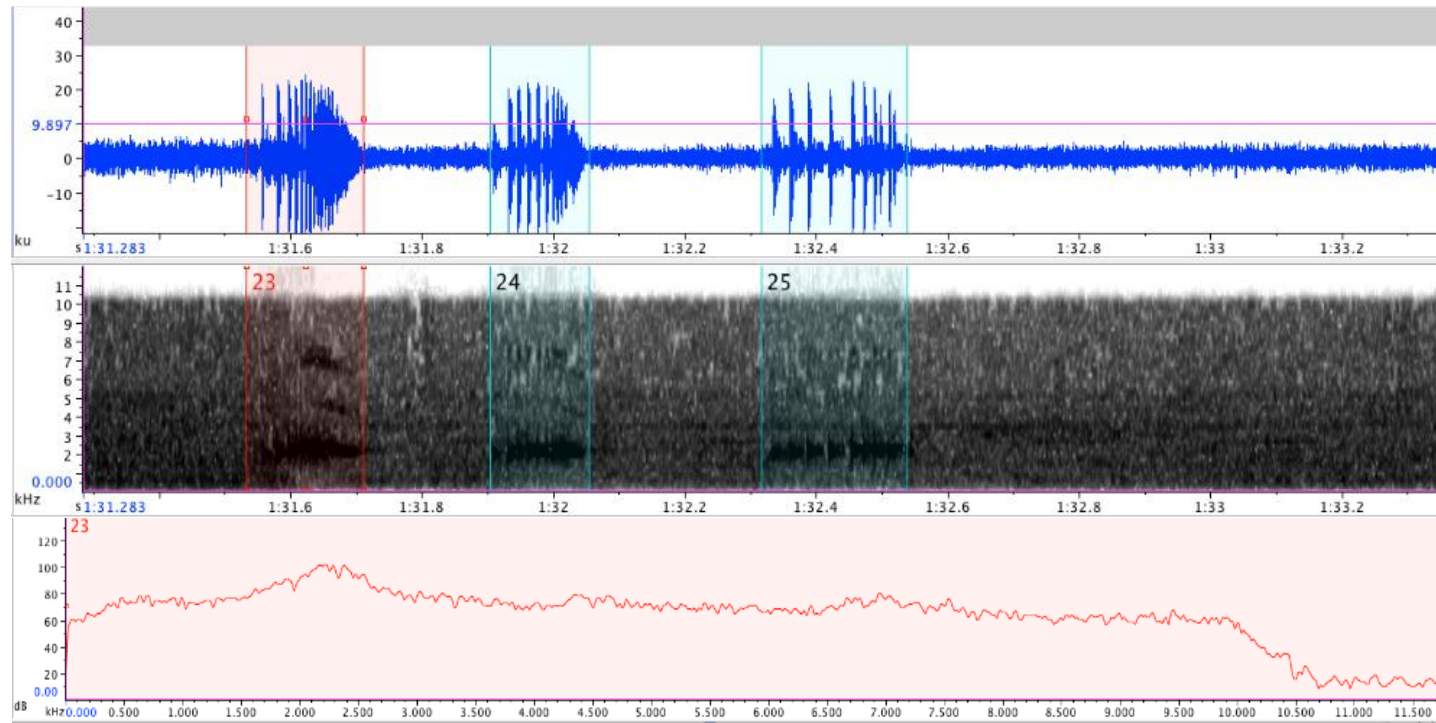
**Figura 26.** Número de comportamientos totales vs. horas de la noche para *Andinophryne olallai*.



**Figura 27.** Regresión lineal de los comportamientos vs. la temperatura para *Andinophryne olallai*.



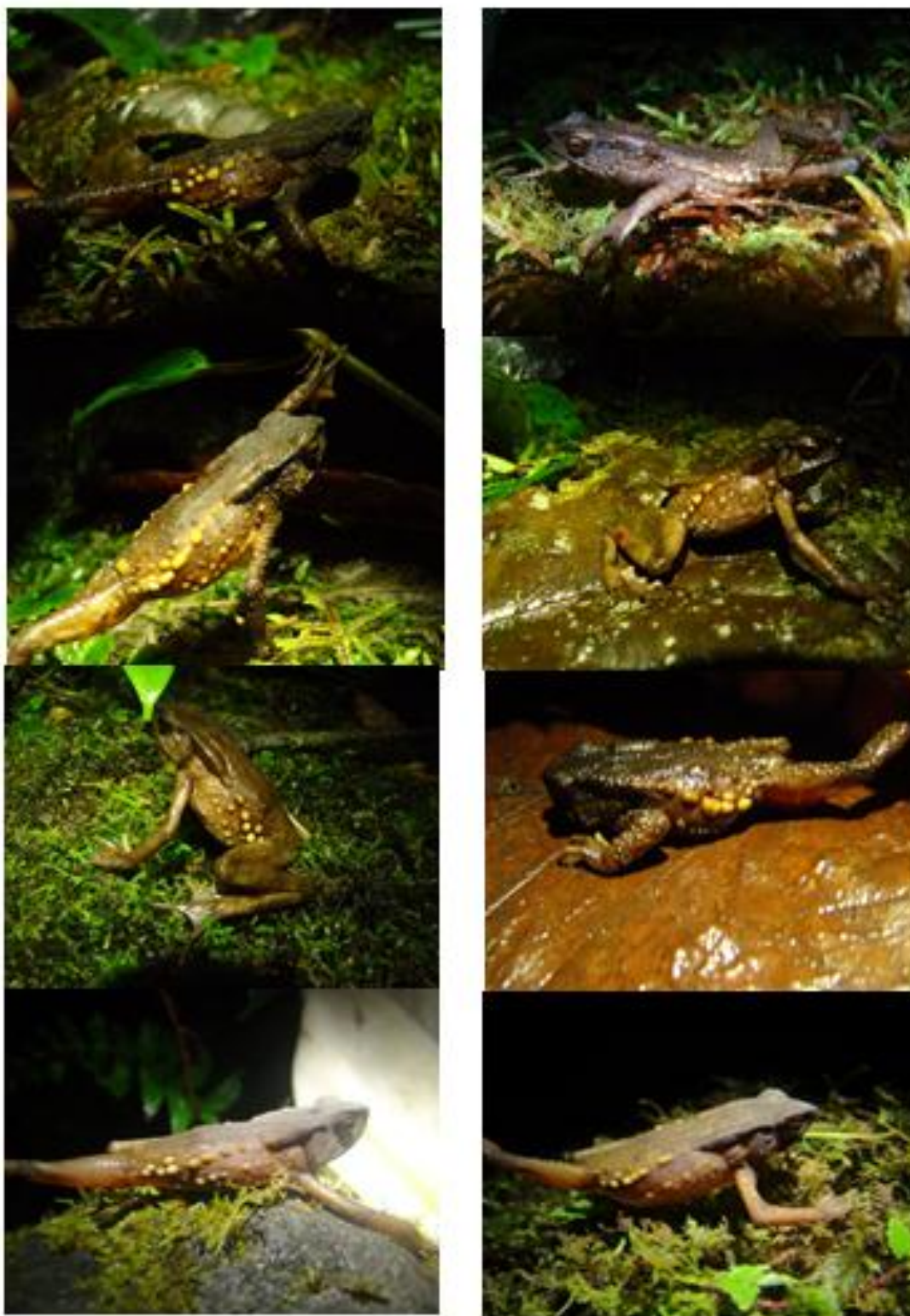
**Figura 28.** Cuatro individuos de *Andinophryne olallai* posados sobre las hojas de un mismo arbusto (posiblemente un lek).



**Figura 29.** Parte de la estructura física y espectral del canto de *Andinophryne olallai*: se observan tres notas.



**Figura 30.** Patrón de manchas para cada individuo de *Atelopus elegans*.



**Figura 31.** Patrón de tubérculos y glándulas parotoideas para cada individuo *Andinophryne olallai*.

## 9. TABLAS

**Tabla 1.** Abundancia relativa mensual de *Atelopus elegans*.

MESES	abril	junio	julio	agosto	septiembre	PROMEDIO
<b>ABUNDANCIA</b>						
<b>ind/ha</b>	0.5	3	3	6	4.5	3.4
<b>ind/h/persona</b>	0.062	0.375	0.375	0.75	0.56	0.42

**Tabla 2.** ANOVA de la LRC y peso entre machos y hembras de *Atelopus elegans*.

		Descriptivos							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
LRC	MACHOS	11	23.09	1.500	0.500	21.18	23.49	20	25
	HEMBRAS	10	33.7	6.018	1.815	24.68	32.77	19	35
	Total	21	28.395	5.537	1.238	23.26	28.44	19	35
PESO	MACHOS	11	0.61	0.15000	0.0500	0.4847	0.7153	0.30	0.80
	HEMBRAS	10	2.783	1.13322	0.3416	0.9660	2.4886	0.50	3.50
	Total	21	1.696	1.00818	0.2254	0.7482	1.6918	0.30	3.50

**Tabla 3.** Tabla de contingencia de comportamientos por horas para *Atelopus elegans* (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas según las horas del día).

COMPORTAMIENTOS	HORAS							Total
	5:00-7:00	7:00-9:00	9:00-11:00	11:00-13:00	13:00-15:00	15:00-17:00	17:00-19:00	
Llamadas pulsadas	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Ondulación de patas anteriores	13	8	11	1	2	3	1	39
	33.3%	20.5%	28.2%	2.6%	5.1%	7.7%	2.6%	100.0%
Temblor de dedos	0	0	0	1	0	0	0	1
	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Extensión de patas posteriores	6	31	21	9	15	5	3	90
	6.7%	34.4%	23.3%	10.0%	16.7%	5.6%	3.3%	100.0%
Levantamiento de patas posteriores	3	3	3	2	12	5	1	29
	10.3%	10.3%	10.3%	6.9%	41.4%	17.2%	3.4%	100.0%
Pulsación gular	19	45	26	8	15	15	5	133
	14.3%	33.8%	19.5%	6.0%	11.3%	11.3%	3.8%	100.0%
Reorientación	35	57	66	19	28	28	14	247
	14.2%	23.1%	26.7%	7.7%	11.3%	11.3%	5.7%	100.0%
Caminar	24	49	48	7	13	11	5	157
	15.3%	31.2%	30.6%	4.5%	8.3%	7.0%	3.2%	100.0%
Saltar	16	17	9	2	8	9	2	63
	25.4%	27.0%	14.3%	3.2%	12.7%	14.3%	3.2%	100.0%
Caminar en espasmos	24	47	19	7	20	17	2	136
	17.6%	34.6%	14.0%	5.1%	14.7%	12.5%	1.5%	100.0%
Alimentación	12	43	51	5	27	28	5	171
	7.0%	25.1%	29.8%	2.9%	15.8%	16.4%	2.9%	100.0%
Total	152	300	254	61	140	121	38	1066
	14.3%	28.1%	23.8%	5.7%	13.1%	11.4%	3.6%	100.0%

**Tabla 4.** Número de comportamientos de los machos de *Atelopus elegans* en periodos de dos horas.

<b>Comportamientos vs. Horas</b>	<b>05:00 07:00</b>	<b>07:00 09:00</b>	<b>09:00 11:00</b>	<b>11:00 13:00</b>	<b>13:00 15:00</b>	<b>15:00 17:00</b>	<b>17:00 19:00</b>
<b>Acústico</b>							
Llamadas pulsadas	0	0	0	0	0	0	0
silbidos	0	0	0	0	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Ondulación de patas anteriores	1	3	4	1	1	1	0
Temblor de dedos	0	0	0	1	0	0	0
Extensión de patas post.	2	14	12	2	8	4	0
Levantamiento de patas posteriores	2	2	0	1	5	4	0
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsión gular	17	39	24	6	11	15	5
Reorientación	14	33	28	9	8	16	5
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	8	33	29	0	6	7	1
Saltar	4	9	4	0	6	5	2
Caminar en espasmos	6	23	8	5	6	6	0
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	1	12	28	3	19	12	0

**Tabla 5.** Número de comportamientos de las hembras de *Atelopus elegans* en periodos dos horas.

<b>Comportamientos vs. Horas</b>	<b>05:00 07:00</b>	<b>07:00 09:00</b>	<b>09:00 11:00</b>	<b>11:00 13:00</b>	<b>13:00 15:00</b>	<b>15:00 17:00</b>	<b>17:00 19:00</b>
<b>Acústico</b>							
Llamadas pulsadas	0	0	0	0	0	0	0
silbidos	0	0	0	0	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Ondulación de patas anteriores	11	3	4	0	0	2	0
Temblor de dedos	0	0	0	0	0	0	0
Extensión de patas posteriores	3	13	6	3	2	0	0
Levantamiento de patas posteriores	1	0	0	0	1	0	0
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsión gular	0	0	0	0	0	0	0
Reorientación	16	16	14	3	12	6	3
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	13	4	13	2	0	1	4
Saltar	12	6	4	0	0	0	0
Caminar en espasmos	11	15	7	0	3	6	1
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	3	12	15	0	4	13	3

**Tabla 6.** Número de comportamientos de los juveniles de *Atelopus elegans* en periodos de dos horas.

<b>Comportamientos vs. Horas</b>	<b>05:00 07:00</b>	<b>07:00 09:00</b>	<b>09:00 11:00</b>	<b>11:00 13:00</b>	<b>13:00 15:00</b>	<b>15:00 17:00</b>	<b>17:00 19:00</b>
<b>Acústico</b>							
Llamadas pulsadas	0	0	0	0	0	0	0
silbidos	0	0	0	0	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Ondulación de patas anteriores	0	2	3	0	1	0	1
Temblor de dedos	0	0	0	0	0	0	0
Extensión de patas posteriores	0	2	2	4	2	1	2
Levantamiento de patas posteriores	0	1	3	1	4	1	1
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsión gular	0	0	0	0	0	0	0
Reorientación	1	3	7	6	2	0	2
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	1	9	4	3	2	0	0
Saltar	0	2	1	1	1	1	0
Caminar en espasmos	4	4	1	2	3	0	1
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	4	12	2	0	2	0	0

**Tabla 7.** Registro de actividades e inactividades de machos, hembras, juveniles y amplexus de *Atelopus elegans*.

	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
<b>Actividades</b>														
<b>Machos (4)</b>	0	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4	0
<b>Hembras (5)</b>	0	5	5	5	5	4	3	0	3	4	4	2	3	0
<b>Juveniles (4)</b>	0	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2	1	1	0
<b>Amplexus (4)</b>	0	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	0
<b>Inactividades</b>														
<b>Machos (4)</b>	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	4
<b>Hembras (5)</b>	5	0	0	0	0	1	2	5	2	1	1	3	2	5
<b>Juveniles (4)</b>	4	3	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	4
<b>Amplexus (4)</b>	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	4

**Tabla 8.** Medidas asociativas direccionales de comportamientos vs. horas para *Atelopus elegans*.

		Valor	Error típico asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
Nominal por nominal	Lambda	Simétrica	0.040	0.013	2.965	0.003
		Comporta- miento dependiente	0.034	0.12	2.907	0.004
		Horas dependiente	0.046	0.021	2.148	0.032
	Tau de Goodman y Kruskal	Comporta- miento dependiente	0.015	0.003		0.000 <sup>c</sup>
		Horas dependiente	0.024	0.004		0.000 <sup>c</sup>

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

c. Basado en la aproximación chi-cuadrado.

**Tabla 9.** Temperaturas máximas y mínimas de los días en campo correspondientes al análisis de *Atelopus elegans*.

MESES	DÍAS EN CAMPO	Temperatura Mínima °C	Temperatura Promedio	Temperatura Máxima °C
<b>Junio</b>	04	-	-	-
	05	-	-	-
	06	22.09	23.81	25.53
	07	22.78	23.84	24.90
	08	23.21	24.15	25.09
	09	23.02	23.84	24.65
	10	22.15	23.81	25.46
	11	23.15	24.15	25.15
<b>Julio</b>	22	22.15	23.00	23.84
	23	22.46	23.43	24.40
	24	22.27	23.56	24.84
	25	23.27	23.65	24.02
	26	22.90	24.09	25.28
	27	23.02	24.37	25.71
	28	22.77	23.34	23.90
	29	22.34	23.06	23.77
<b>Agosto</b>	17	22.71	23.93	25.15
	18	22.21	23.84	25.46
	19	22.21	24.81	26.91
	20	23.34	24.40	25.46
	21	22.65	23.50	24.34
	22	22.65	24.84	26.15
	23	25.71	25.93	26.15
	24	-	-	-
<b>Septiembre</b>	19	-	-	-
	20	-	-	-
	21	-	-	-
	22	21.85	23.34	24.59
	23	22.09	22.60	23.09
	24	22.59	23.85	25.09
	25	22.59	23.84	25.09
	26	23.09	24.34	25.59

**Tabla. 10.** Tabla de contingencia de comportamientos vs. temperaturas para *Atelopus elegans* (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas según la temperatura correspondiente).

COMPORTAMIENTOS	TEMPERATURAS °C							Total
	22.39	22.72	23.05	23.38	24.71	24.04	24.37	
	22.71	23.04	23.37	23.70	24.03	24.36	24.69	
Llamadas pulsadas	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Ondulación de patas anteriores	13	8	1	11	3	1	2	39
	33.3%	20.5%	2.6%	28.2%	7.7%	2.6%	5.1%	100.0%
Temblor de dedos	0	0	0	0	0	1	0	1
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
Extensión de patas posteriores	6	31	3	21	5	9	15	90
	6.7%	34.4%	3.3%	23.3%	5.6%	10.0%	16.7%	100.0%
Levantamiento de patas posteriores	3	3	1	3	5	2	12	31
	10.3%	10.3%	3.4%	10.3%	17.2%	6.9%	41.4%	100.0%
Pulsación gular	19	45	5	26	15	8	15	73
	14.3%	33.8%	3.8%	19.5%	11.3%	6.0%	11.3%	100.0%
Reorientación	35	57	14	66	28	19	28	238
	14.2%	23.1%	5.7%	26.7%	11.3%	7.7%	11.3%	100.0%
Caminar	24	49	5	48	11	7	13	158
	15.3%	31.2%	3.2%	30.6%	7.0%	4.5%	8.3%	100.0%
Saltar	16	17	2	9	9	2	8	68
	25.4%	27.0%	3.2%	14.3%	14.3%	3.2%	12.7%	100.0%
Caminar en espasmos	24	47	2	19	17	7	20	154
	17.6%	34.6%	1.5%	14.0%	12.5%	5.1%	14.7%	100.0%
Alimentación	12	43	5	51	28	5	27	149
	7.0%	25.1%	2.9%	29.8%	16.4%	2.9%	15.8%	100.0%
Total	152	300	38	254	121	61	140	1010
	14.3%	28.1%	3.6%	23.8%	11.4%	5.7%	13.1%	100.0%

**Tabla 11.** Abundancia relativa mensual de *Andinophryne olallai*.

ABUNDANCIA	MESES			PROMEDIO
	noviembre	diciembre	enero	
ind/ha	60	60	87.6	69.2
ind/h/persona	2.43	2.43	3.56	2.80

**Tabla 12.** ANOVA de la LRC y peso entre machos y hembras de *Andinophryne olallai*.

		Descriptivos							
						Intervalo de confianza para la media al			
						95%			
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
LRC	MACHOS	4	38.250	3.455	0.489	41.96	43.92	32	49
	HEMBRAS	35	47.945	4.285	0.704	46.14	49.00	42	60
	Total	39	43.097	4.448	0.477	43.96	45.86	32	60
PESO	MACHOS	4	3.475	1.15888	0.16389	4.7546	5.4134	2.80	7.50
	HEMBRAS	35	7.289	2.51738	0.41385	6.1661	7.8447	0.70	14.00
	Total	39	5.382	2.08106	0.22311	5.4576	6.3447	0.70	14.00

**Tabla 13.** Tabla de contingencia de comportamientos vs. horas para *Andinophryne olallai* (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas según las horas de la noche).

COMPORTAMIENTOS	HORAS							Total
	17:00	19:00	21:00	23:00	01:00	03:00	05:00	
Canto	0	0	0	1	0	0	0	1
	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Subir y bajar patas anteriores	0	2	0	0	0	0	0	2
	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Estirar patas posteriores	2	16	4	5	1	8	7	43
	4.7%	37.2%	9.3%	11.6%	2.3%	18.6%	16.3%	100.0%
Levantar patas posteriores	1	1	1	0	3	0	0	6
	16.7%	16.7%	16.7%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Pulsación gular	3	2	3	4	0	0	0	12
	25.0%	16.6%	25.0%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Reorientación	8	36	34	26	7	20	13	144
	5.5%	25.0%	23.6%	18.0%	4.8%	13.8%	9.0%	100.0%
Caminar	5	34	17	22	13	18	4	113
	4.4%	30.0%	15.0%	19.4%	11.5%	15.9%	3.5%	100.0%
Saltar	8	9	23	17	1	1	3	62
	12.9%	14.5%	37.9%	27.4%	1.6%	1.6%	4.8%	100.0%
Caminar en espasmos	0	7	7	1	3	12	9	39
	0.0%	17.9%	17.9%	2.5%	7.6%	30.7%	23.0%	100.0%
Alimentación	1	18	20	6	2	16	4	67
	1.4%	26.8%	29.8%	8.9%	2.9%	23.8%	5.9%	100.0%
Total	28	125	109	82	30	75	40	489
	5.7%	25.6%	22.3%	16.8%	6.1%	15.3%	8.2%	100.0%

**Tabla 14.** Número de comportamientos del macho observado, de *Andinophryne olallai* en periodos de dos horas, durante la noche.

<b>Horas vs.</b>	<b>17:00</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00-</b>
<b>Comportamientos</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>	<b>07:00</b>
<b>Acústico</b>							
Canto	0	0	0	1	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Subir y bajar patas anteriores	0	0	0	0	0	0	0
Estirar patas posteriores	0	2	1	0	0	2	1
Levantar patas posteriores	0	0	0	0	1	0	0
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsación gular	3	2	3	4	0	0	0
Reorientación	0	3	6	5	1	5	2
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	0	4	2	3	2	4	0
Saltar	2	2	5	4	0	0	0
Caminar en espasmos.	0	1	1	0	0	3	1
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	0	2	4	2	0	3	2

**Tabla 15.** Número de comportamientos de las hembras de *Andinophryne olallai* en periodos de dos horas, durante la noche.

<b>Horas vs.</b>	<b>17:00</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>
<b>Comportamientos</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>	<b>07:00</b>
<b>Acústico</b>							
Canto	0	0	0	0	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Subir y bajar patas anteriores	0	2	0	0	0	0	0
Estirar patas posteriores	1	3	2	0	0	2	0
Levantar patas posteriores	1	1	1	0	1	0	0
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsación gular	0	0	0	0	0	0	0
Reorientación	3	19	8	5	1	4	4
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	5	16	10	3	2	4	2
Saltar	0	3	7	6	0	0	0
Caminar en espasmos	0	3	4	0	0	0	4
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	0	6	7	0	0	4	0



**Tabla 17.** Número de comportamientos de los juveniles de *Andinophryne olallai* en periodos de dos horas, durante la noche.

<b>Horas vs.</b>	<b>17:00</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>
<b>Comportamientos</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>	<b>07:00</b>
<b>Acústico</b>							
Canto	0	0	0	0	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Subir y bajar patas anteriores.	0	0	0	0	0	0	0
Estirar patas posteriores	0	3	0	5	1	2	1
Levantar patas posteriores.	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsación gular	0	0	0	0	0	0	0
Reorientación	3	3	4	10	4	5	4
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	0	4	1	8	6	4	0
Saltar	2	0	2	4	0	0	2
Caminar en espasmos	0	1	0	1	1	3	2
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	0	4	2	0	2	4	1

**Tabla 18.** Número de comportamientos de los individuos de sexo no determinado de *Andinophryne olallai* en periodos de dos horas, durante la noche.

<b>Horas vs.</b>	<b>17:00</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>
<b>Comportamientos</b>	<b>19:00</b>	<b>21:00</b>	<b>23:00</b>	<b>01:00</b>	<b>03:00</b>	<b>05:00</b>	<b>07:00</b>
<b>Acústico</b>							
Canto	0	0	0	0	0	0	0
<b>Extremidades</b>							
Subir y bajar patas anteriores	0	0	0	0	0	0	0
Estirar patas posteriores	1	8	1	0	0	2	5
Levantar patas posteriores	0	0	0	0	1	0	0
<b>Cuerpo estacionario</b>							
Pulsación gular	0	0	0	0	0	0	0
Reorientación	2	11	16	6	1	6	3
<b>Desplazamiento</b>							
Caminar	0	10	4	8	3	6	2
Saltar	4	4	9	3	1	1	1
Caminar en espasmos	0	2	2	0	2	6	2
<b>Alimentación</b>							
Alimentación	1	6	7	4	0	5	1



**Tabla 20.** Registro de actividades e inactividades de machos, hembras, juveniles e individuos de sexo no determinado de *Andinophryne olallai* durante la noche.

	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00
	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
<b>Actividad</b>												
Machos (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hembras (4)	2	4	4	4	4	3	3	1	1	2	2	2
Juveniles (2)	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2
ND (3)	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2
<b>Inactividad</b>												
Machos (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hembras (4)	2	0	0	0	0	1	1	3	3	2	2	2
Juveniles (2)	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
ND (3)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1



**Tabla 22.** Medidas asociativas direccionales de comportamientos vs. horas para *Andinophryne olallai*.

			Valor	Error típico asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Nominal por Nominal	Lambda	Simétrica	0.042	0.021	1.998	0.046
		Comporta- miento Dependiente	0.002	0.022	0.107	0.915
		Horas Dependientes	0.081	0.029	2.722	0.006
Goodman and Kruskal tau		Comporta- miento Dependiente	0.030	0.005		0.000(c)
		Horas Dependientes	0.050	0.007		0.000(c)

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

c. Basado en la aproximación chi-cuadrado.

**Tabla 23.** Temperaturas máximas y mínimas de los meses y días en campo correspondientes al análisis de *Andinophryne olallai*.

MESES	DÍAS EN CAMPO	Temperatura Mínima °C	Temperatura Promedio	Temperatura Máxima °C
<b>Noviembre</b>	18	-	-	-
	19	-	-	-
	20	-	-	-
	21	17.145	17.897	18.648
	22	16.644	17.897	19.149
	23	16.644	17.646	18.648
	24	16.143	17.897	19.65
	25	16.644	18.398	20.151
	26	16.143	17.897	19.65
	27	15.642	18.898	22.153
	28	15.642	17.145	18.648
29	16.644	18.398	20.151	
30	16.644	17.646	18.648	
<b>Diciembre</b>	16	17.646	18.147	18.648
	17	17.646	20.399	23.151
	18	17.145	19.149	21.152
	19	17.646	20.150	22.653
	20	17.145	18.147	19.149
	21	16.644	17.897	19.149
	22	16.143	18.147	20.151
	23	16.644	19.649	22.653
<b>Enero</b>	8	17.646	19.399	21.152
	9	16.644	18.898	21.152
	10	18.147	18.899	19.65
	11	18.147	19.650	21.152
	12	18.648	21.901	25.154
	13	17.145	18.398	19.65
	14	17.646	18.899	20.151
	15	17.646	19.399	21.152

**Tabla 24.** Tabla de contingencia de comportamientos vs. temperaturas para *Andinophryne olallai* (se ve el número de actividades, el porcentaje que tiene cada actividad y las actividades más representativas según las horas del día).

COMPORTAMIENTOS	TEMPERATURA °C							Total
	16.92 17.24	17.25 17.56	17.57 17.88	17.89 18.20	18.21 18.52	18.53 18.84	18.85 19.16	
Canto	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%
Subir y bajar patas anteriores	0 0.0%	2 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%
Estirar patas posteriores	2 4.7%	16 37.2%	4 9.3%	5 11.6%	1 2.3%	8 18.6%	7 16.3%	43 100.0%
Levantar patas posteriores	1 16.7%	1 16.7%	1 16.7%	0 0.0%	3 50.0%	0 0.0%	0 0.0%	6 100.0%
Pulsación gular	3 25.0%	2 16.6%	3 25.0%	4 33.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	12 100.0%
Reorientación	8 5.5%	36 25.0%	34 23.6%	26 18.0%	7 4.8%	20 13.8%	13 9.0%	144 100.0%
Caminar	5 4.4%	34 30.0%	17 15.0%	22 19.4%	13 11.5%	18 15.9%	4 3.5%	113 100.0%
Saltar	8 12.9%	9 14.5%	23 37.9%	17 27.4%	1 1.6%	1 1.6%	3 4.8%	62 100.0%
Caminar en espasmos	0 0.0%	7 17.9%	7 17.9%	1 2.5%	3 7.6%	12 30.7%	9 23.0%	39 100.0%
Alimentación	1 1.4%	18 26.8%	20 29.8%	6 8.9%	2 2.9%	16 23.8%	4 5.9%	67 100.0%
<b>Total</b>	28 5.7%	125 25.6%	109 22.3%	82 16.8%	30 6.1%	75 15.3%	40 8.2%	489 100.0%

**Tabla 25.** Análisis del canto de un macho de *Andinophryne olallai*.

<b>ID</b>	<b>Tiempo inicial (s)</b>	<b>Tiempo final (s)</b>	<b>Tiempo entre notas (s)</b>	<b>Baja frecuencia (Hz)</b>	<b>Alta frecuencia (Hz)</b>	<b>Frecuencia pico (Hz)</b>	<b>Tiempo pico (s)</b>	<b>Tiempo delta (s)</b>	<b>Tasa de pulsos</b>
<b>Nota 1</b>	0.751	0.94		0	24000	2367.2	0.845	0.189	11
<b>Nota 2</b>	1.132	1.293	0.192	0	24000	2238.3	1.212	0.161	10
<b>Nota 3</b>	5.59	5.715	4.297	0	24000	2250	5.652	0.125	12
<b>Nota 4</b>	5.945	6.114	0.23	0	24000	2097.7	6.03	0.169	12
<b>Nota 5</b>	11.432	11.569	5.318	0	24000	2332	11.5	0.137	12
<b>Nota 6</b>	11.774	11.916	0.205	0	24000	2179.7	11.845	0.142	8
<b>Nota 7</b>	31.897	32.064	19.981	0	24000	2296.9	31.98	0.167	9
<b>Nota 8</b>	32.242	32.395	0.178	0	24000	2074.2	32.318	0.153	10
<b>Nota 9</b>	53.58	53.723	21.185	0	24000	2250	53.652	0.143	9
<b>Nota 10</b>	53.874	54.041	0.151	0	24000	2168	53.95	0.167	7
<b>Nota 11</b>	58.156	58.304	4.115	0	24000	2214.8	58.23	0.148	8
<b>Nota 12</b>	58.495	58.645	0.191	0	24000	2214.8	58.57	0.15	7
<b>Nota 13</b>	68.658	68.812	10.013	0	24000	2203.1	68.735	0.154	9
<b>Nota 14</b>	69.016	69.169	10.371	0	24000	2168	69.092	0.153	8
<b>Nota 15</b>	74.606	74.768	5.794	0	24000	2250	74.687	0.162	12
<b>Nota 16</b>	74.961	75.117	0.193	0	24000	2121.1	75.039	0.156	7
<b>Nota 17</b>	81.467	81.634	6.35	0	24000	2179.7	81.55	0.167	9
<b>Nota 18</b>	81.822	81.97	0.188	0	24000	2179.7	81.896	0.148	10
<b>Nota 19</b>	82.236	82.416	0.266	0	24000	2132.8	82.326	0.18	6
<b>Nota 20</b>	87.206	87.341	4.79	0	24000	2179.7	87.274	0.135	12
<b>Nota 21</b>	87.521	87.674	0.18	0	24000	2168	87.598	0.153	10
<b>Nota 22</b>	87.938	88.11	0.264	0	24000	2132.8	88.024	0.172	10
<b>Nota 23</b>	91.532	91.712	3.422	0	24000	2214.8	91.622	0.18	16
<b>Nota 24</b>	91.903	92.054	0.191	0	24000	2121.1	91.978	0.151	11
<b>Nota 25</b>	92.317	92.538	0.263	0	24000	2132.8	92.428	0.221	13
<b>Nota 26</b>	131.462	131.56	38.924	0	24000	2121.1	131.515	0.107	4
<b>Nota 27</b>	139.858	140.00	47.32	0	24000	2121.1	139.93	0.145	8
<b>Nota 28</b>	139.52	139.67	7.951	0	24000	2109.4	139.597	0.154	12
<b>Nota 29</b>	146.123	146.28	6.449	0	24000	2168	146.206	0.166	13
<b>Nota 30</b>	146.48	146.63	0.191	0	24000	2121.1	146.556	0.151	9
<b>Nota 31</b>	151.521	151.65	4.89	0	24000	2121.1	151.59	0.137	12
<b>Nota 32</b>	151.852	151.99	0.194	0	24000	2097.7	151.926	0.147	9
<b>Nota 33</b>	156.882	157.05	4.883	0	24000	2168	156.967	0.17	11
<b>Nota 34</b>	157.237	157.38	0.185	0	24000	2109.4	157.312	0.151	10

## 10. ANEXOS

**Anexo 1.** Resultados de LRC, peso, sexo, distancia del río, altura del suelo de los 34 individuos de *Atelopus elegans* con el promedio de sus pesos, LRC y altura.

ID	Peso g	Sexo	LRC (mm)	Hora	Altura	Distancia al río (m)	Mes	Distancia recorrida (m)
<i>A. elegans 1</i>	0.7	M	23	0:00	1.2	1.5	Septiembre	5
<i>A. elegans 2</i>	5.1	A	33	1:38	1.5	0	Septiembre	1
<i>A. elegans 3</i>			25				Septiembre	
<i>A. elegans 4</i>	2.5	H	31	0:00	4	50	Septiembre	3
<i>A. elegans 5</i>	0.5	J	21	0:30	2	80	Septiembre	
<i>A. elegans 6</i>	0.6	M	21	23:18	1.5	50	Septiembre	
<i>A. elegans 7</i>	0.3	J	20	22:48	2.5	100	Septiembre	
<i>A. elegans 8</i>	0.8	M	23	23:00	3	0	Septiembre	2
<i>A. elegans 9</i>	0.5	M	22	0:45	0.5	80	Septiembre	3
<i>A. elegans 10</i>		A	34	1:30	1	25	Agosto	1.5
<i>A. elegans 11</i>			25				Agosto	
<i>A. elegans 12</i>	0.5	M	23	23:30	0.7	50	Agosto	5
<i>A. elegans 13</i>	0.6	J	24	9:09	1	45	Agosto	
<i>A. elegans 14</i>	0.7	M	25	10:30	1	30	Agosto	
<i>A. elegans 15</i>	0.5	J	19	10:29	1.6	25	Agosto	
<i>A. elegans 16</i>	0.6	H	35	14:00	2	100	Agosto	3
<i>A. elegans 17</i>		A	34	0:20	3	0	Agosto	1.5
<i>A. elegans 18</i>			23				Agosto	
<i>A. elegans 19</i>	2.4	H	35	9:45	5	0	Agosto	
<i>A. elegans 20</i>	2.6	H	35	10:30	1	25	Agosto	5
<i>A. elegans 6</i>	0.6	M	21	10:40	1.7	40	Agosto	
<i>A. elegans 21</i>	0.6	J	23	11:00	0.5	100	Agosto	3
<i>A. elegans 22</i>	3.5	J	25	0:00	1	100	Julio	
<i>A. elegans 23</i>	0.6	J	26	22:45	0.7	10	Julio	
<i>A. elegans 24</i>	0.7	M	23	22:15	1.7	40	Julio	
<i>A. elegans 25</i>		A	35	23:30	1.5	60	Julio	0.5
<i>A. elegans 26</i>			24				Julio	
<i>A. elegans 27</i>	3.1	J	21	3:00	0.5	100	Julio	
<i>A. elegans 28</i>	7.7	H	35	4:00	1	15	Junio	6
<i>A. elegans 29</i>	0.5	J	21	21:30	0.6	30	Junio	3
<i>A. elegans 30</i>	0.8	J	25	23:30	0	90	Junio	1
<i>A. elegans 31</i>	0.5	J	20	21:00	0.9	100	Junio	
<i>A. elegans 32</i>	0.6	J	21	01:30	0.5	15	Junio	0
<i>A. elegans 33</i>	0.9	H	30	03:45	0.4	45	Junio	1.5
<i>A. elegans 34</i>	0.1	J	12	11:40	0.2	15	Abril	

**Anexo 2.** Resultados de LRC, peso, sexo, distancia del río, altura del suelo de los 137 individuos de *Andinophryne olallai* con el promedio de sus pesos, LRC y altura.

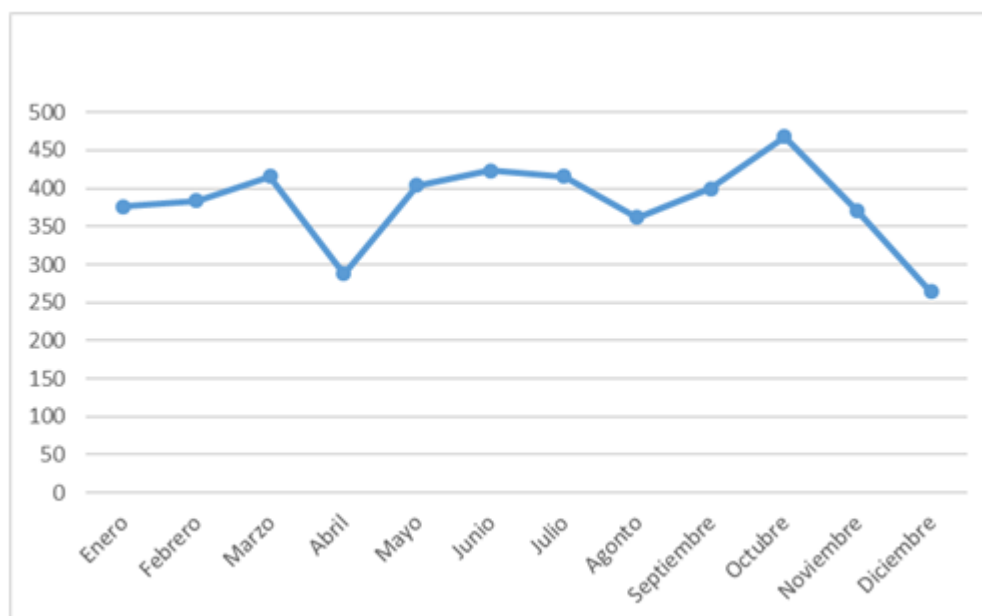
ID	Peso g	Sexo	LRC mm	Hora	Altura m	Distancia al río (m)	Mes	Transecto	Distancia recorrida (m)
<i>A. olallai 1</i>	6.1	H	44	20:10	2	0	Noviembre	4	
<i>A. olallai 2</i>	5.5	ND	40	20:15	1	0	Noviembre	4	5
<i>A. olallai 3</i>	7.5	H	43	20:35	0.6	1	Noviembre	4	3
<i>A. olallai 4</i>	4.8	ND	39	20:05	0.7	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 5</i>	0.8	J	21	20:20	0.5	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 6</i>	0.7	J	22	20:30	1	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 7</i>	6.6	H	42	20:40	0.5	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 8</i>	6.6	ND	42	20:50	1	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 9</i>	5	ND	42	20:55	3	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 10</i>	0.6	J	21	21:00	0	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 11</i>	6.3	H	43	21:20	0.5	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 12</i>	8.5	H	50	21:30	0.8	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 13</i>	7.5	H	49	21:55	0.5	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 14</i>	6	H	43	22:15	0.4	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 15</i>	4	ND	36	22:15	0.5	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 16</i>	7	H	44	19:43	1.7	0	Noviembre	3	
		recap (ene)							
<i>A. olallai 17</i>	0.7	J	20	20:00	0.5	0	Noviembre	3	
<i>A. olallai 18</i>	6.2	H	44	20:15	4	0	Noviembre	3	
<i>A. olallai 19</i>	0.1	J	16	20:55	0.1	0	Noviembre	3	
<i>A. olallai 20</i>	10.4	H	54	22:20	0.7	0	Noviembre	1	
<i>A. olallai 21</i>	6	ND	43	23:00	0.5	0	Noviembre	1	
<i>A. olallai 22</i>	7.1	ND	44	18:55	1.7	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 23</i>	7.7	H	45	19:00	1	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 24</i>	10	H	51	19:10	1	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 25</i>	4.9	ND	41	19:30	3	0	Noviembre	6	
<i>A. olallai 26</i>	7.1	H	45	21:05	1	0	Noviembre	8	5
<i>A. olallai 27</i>	0.8	J	22	21:55	0.05	20	Noviembre	8	
<i>A. olallai 28</i>	0.3	J	23	22:00	0.1	10	Noviembre	8	
<i>A. olallai 29</i>	0.1	J	18	21:55	0.2	5	Noviembre	7	
<i>A. olallai 30</i>	0.5	J	21	21:55	0.22	5	Noviembre	7	
<i>A. olallai 31</i>	0.8	J	22	21:55	0.2	5	Noviembre	7	
<i>A. olallai 32</i>	3.2	H	48	21:55	1	3	Noviembre	7	
<i>A. olallai 33</i>	6.7	H	47	22:00	0.7	0	Noviembre	8	
<i>A. olallai 34</i>	6.0	H	46	23:50	1	0	Noviembre	11	
<i>A. olallai 35</i>	5.3	ND	40	23:10	1.6	0	Noviembre	13	
<i>A. olallai 36</i>	4.9	H	43	23:30	0.5	0	Noviembre	13	2

<i>A. olallai 37</i>	2.1	J	31	23:30	0.5	0	Noviembre	13	
<i>A. olallai 38</i>	1.1	J	22	23:40	0.2	0	Noviembre	13	
<i>A. olallai 39</i>	0.5	J	20	23:50	0.5	0	Noviembre	13	
<i>A. olallai 40</i>	5.2	ND	46	21:45	0.6	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 41</i>	5.8	ND	42	21:45	1.5	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 42</i>	5.6	ND	41	21:45	0.5	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 43</i>	6.5	H	50	21:45	1.5	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 44</i>	1.2	J	24	22:30	0.013	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 45</i>	7.1	ND	46	21:45	1	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 46</i>	5.7	ND	41	19:50	0.5	5	Diciembre	6	
<i>A. olallai 47</i>	7.5	H	50	20:05	0.011	0	Diciembre	6	
<i>A. olallai 48</i>	6.9	H	45	21:05	1	0	Diciembre	7	
<i>A. olallai 49</i>	1.2	J	27	21:07	0	5	Diciembre	7	
<i>A. olallai 50</i>	6.6	H	44	21:25	1.3	0	Diciembre	7	
		recap (ene)							
<i>A. olallai 51</i>	6.3	ND	47	21:50	0.5	3	Diciembre	7	
<i>A. olallai 52</i>	0.7	J	21	22:20	0.3	0	Diciembre	7	
<i>A. olallai 53</i>	6.1	ND	45	22:35	1.5	0	Diciembre	7	
<i>A. olallai 54</i>	6.9	ND	45	22:35	1.6	0	Diciembre	7	
<i>A. olallai 55</i>	7.4	H	51	23:55	0	0	Diciembre	11	
<i>A. olallai 56</i>	6.3	ND	45	0:10	0.7	0	Diciembre	11	7
<i>A. olallai 57</i>	4.1	ND	41	0:10	0.6	0	Diciembre	11	
<i>A. olallai 58</i>	4.1	ND	32	0:10	0.45	0	Diciembre	11	
<i>A. olallai 59</i>	6.8	H	50	2:05	1.5	0	Diciembre	13	
<i>A. olallai 60</i>	1.2	J	25	21:03	1.5	0	Diciembre	4	
<i>A. olallai 61</i>	7.2	H	51	22:55	1.7	0	Diciembre	4	
<i>A. olallai 62</i>	1.8	J	30	0:35	0	0	Diciembre	4	
<i>A. olallai 63</i>	1.4	J	29	20:30	0	0	Diciembre	4	2
<i>A. olallai 64</i>	9	H	51	1:00	1.5	0	Diciembre	4	
<i>A. olallai 65</i>	5.4	ND	42	1:00	1.7	0	Diciembre	4	3
<i>A. olallai 66</i>	1.1	J	17	0:00	1	10	Diciembre	6	
<i>A. olallai 67</i>	1.1	J	24	5:30	0	2	Diciembre	6	
<i>A. olallai 68</i>	6.3	ND	45	23:00	1.2	0	Diciembre	13	
<i>A. olallai 69</i>	0.6	J	22	1:00	1.7	0	Diciembre	13	
<i>A. olallai 70</i>	5	ND	45	23:15	1.7	0	Diciembre	13	
<i>A. olallai 71</i>	2.6	J	31	23:30	1.8	0	Diciembre	13	
<i>A. olallai 72</i>	2.5	J	32	23:30	0.5	0	Diciembre	13	
<i>A. olallai 73</i>	4.6	ND	40	23:22	1.8	3	Diciembre	7	
<i>A. olallai 74</i>	0.6	J	24	23:19	0	3	Diciembre	7	
<i>A. olallai 75</i>	1.3	J	27	23:02	0	15	Diciembre	7	
<i>A. olallai 76</i>	2.1	J	31	23:57	0	15	Diciembre	6	
<i>A. olallai 77</i>	4.6	ND	45	0:00	1	10	Diciembre	6	
<i>A. olallai 78</i>	0.9	J	23	23:09	0.5	10	Diciembre	6	

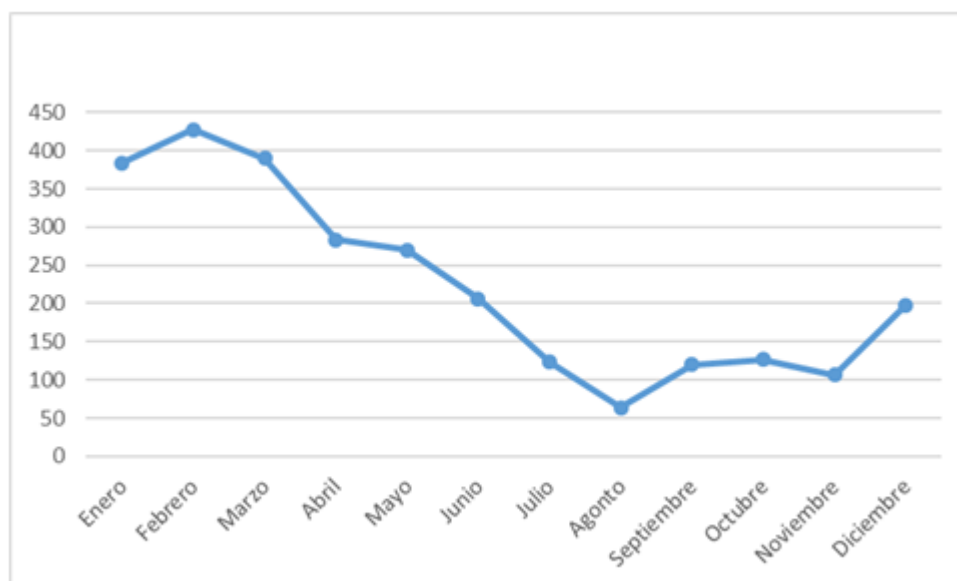
<i>A. olallai 79</i>	2.2	J	28	18:20	0	30	Enero	1	
<i>A. olallai 80</i>	9	H	50	21:04	0.6	0	Enero	3	5
<i>A. olallai 81</i>	0.8	J	26	23:30	0.2	0	Enero	4	
<i>A. olallai 82</i>	1.8	J	27	23:30	0.2	0	Enero	4	
<i>A. olallai 83</i>	10.3	H	53	20:00	1.7	0	Enero	6	
<i>A. olallai 84</i>	5.8	ND	47	20:00	0.6	0	Enero	8	
<i>A. olallai 85</i>	7.2	H	50	21:38	1.2	0	Enero	6	
<i>A. olallai 86</i>	2.5	J	23	22:20	0.1	10	Enero	7	4
<i>A. olallai 87</i>	0.9	J	12	22:20	0.05	10	Enero	7	
<i>A. olallai 88</i>	1	J	24	22:20	1	0	Enero	7	
<i>A. olallai 89</i>	2.5	J	24	22:30	0.6	10	Enero	7	
<i>A. olallai 90</i>	2.8	J	25	22:30	0.6	10	Enero	7	
<i>A. olallai 91</i>	2.5	J	24	23:02	0.3	15	Enero	7	
<i>A. olallai 92</i>	5	ND	45	23:23	0	0	Enero	7	
<i>A. olallai 93</i>	4.2	M	39	23:25	0	0	Enero	7	3
<i>A. olallai 94</i>	5.2	ND	45	23:25	0	0	Enero	7	
<i>A. olallai 50</i>	6.6	H	44	23:25	0	0	Enero	7	
		recap (dic)							
<i>A. olallai 95</i>	4.7	ND	43	23:25	0	0	Enero	7	
<i>A. olallai 96</i>	4.9	ND	40	0:05	1.5	0	Enero	7	
<i>A. olallai 97</i>	6.2	H	50	0:05	1.5	0	Enero	7	
<i>A. olallai 98</i>	3.2	M	34	0:20	0.3	0	Enero	7	
<i>A. olallai 99</i>	2.5	J	23	0:40	0.2	0	Enero	7	
<i>A. olallai 100</i>	2.7	J	22	0:40	0	2,5	Enero	7	
<i>A. olallai 101</i>	2	J	31	1:00	0.3	15	Enero	7	
<i>A. olallai 102</i>	14	H	55	1:10	2	0	Enero	8	
<i>A. olallai 103</i>	6	ND	47	1:10	0	0	Enero	8	
<i>A. olallai 104</i>	5	H	48	1:10	1.7	0	Enero	8	
<i>A. olallai 105</i>	1.7	J	19	1:10	0.05	0	Enero	8	
<i>A. olallai 106</i>	3	J	26	1:10	0.2	0	Enero	8	
<i>A. olallai 107</i>	2.8	M	39	1:45	0.7	0	Enero	11	
<i>A. olallai 108</i>	3.2	ND	43	19:30	0	0	Enero	2	
<i>A. olallai 109</i>	1.3	J	20	19:30	2	0	Enero	8	
<i>A. olallai 110</i>	4.1	ND	42	1:10	1.5	0	Enero	2	
<i>A. olallai 111</i>	4	H	47	20:35	1.6	0	Enero	2	
<i>A. olallai 112</i>	4	ND	46	20:45	1	0	Enero	2	
<i>A. olallai 113</i>	4.5	ND	43	20:50	1.2	0	Enero	2	
<i>A. olallai 114</i>	1.7	J	22	21:00	1.7	0	Enero	2	
<i>A. olallai 115</i>	1.5	J	20	21:05	1.7	0	Enero	2	
<i>A. olallai 116</i>	4.8	ND	43	21:15	1.5	0	Enero	2	
<i>A. olallai 117</i>	3.7	M	41	21:15	1.5	0	Enero	2	
<i>A. olallai 118</i>	5	ND	43	22:05	0.4	0	Enero	1	
<i>A. olallai 119</i>	5.2	ND	45	22:05	1	0	Enero	1	

<i>A. olallai</i> 120	5.6	H	50	22:05	0.6	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 121	2.5	J	23	23:10	1	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 122	5.7	H	50	23:15	1	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 123	3.9	ND	42	23:25	0.3	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 124	4	ND	43	23:25	1.6	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 125	4.2	ND	47	23:25	2	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 126	4.9	ND	43	23:25	1	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 127	1.9	J	23	23:25	1.2	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 128	4	ND	45	0:00	1.2	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 129	4.6	ND	43	0:07	1.2	0	Enero	3
<i>A. olallai</i> 130	4.8	ND	47	20:15	0.5	0	Enero	13
<i>A. olallai</i> 131	2.5	J	23	20:30	0.7	0	Enero	13
<i>A. olallai</i> 132	13.5	H	60	20:55	1.8	0	Enero	13
<i>A. olallai</i> 133	2	J	25	22:02	1.25	3	Enero	6
<i>A. olallai</i> 134	2.5	J	30	22:02	0	2	Enero	6
<i>A. olallai</i> 135	4.5	ND	41	22:02	0	2	Enero	6
<i>A. olallai</i> 16	7	H	44	22:15	0	6	Enero	3
		recap (nov)						

**Anexo 3.** Precipitación anual de la localidad de Durango, donde se encuentra *Atelopus elegans*.



**Anexo 4.** Precipitación anual de la localidad de Manduryacu, donde se encuentra *Adinophryne olallai*.



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Fernando David Velalcázar Guerrero, C.I. 1803099520 autor del trabajo de graduación intitulado: “Etología y aspectos demográficos de dos poblaciones de Bufónidos: *Atelopus elegans* y *Andinophryne olallai* en las localidades de Durango y Manduryacu, noroccidente de Ecuador”, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en la facultad de **Ciencias Exactas y Naturales**:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECSYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito,

Sr.....

C.I. 1803099520