



**Universidad de Los Andes**

**Facultad de Ciencias**

**Departamento de Biología**

**Laboratorio de Ecología**

**Densidad relativa y microhábitat de *Bolitoglossa orestes* (Caudata: Plethodontidae) en selvas nubladas de Sierra La Culata, Mérida–Venezuela.**

**Tesista: Br. Andrés Mora Saldivia.**

**Trabajo especial de grado como parte de los requisitos para optar por el título de Licenciado en Biología. Mérida, 31 de marzo de 2021.**

**Tutora: Prof<sup>a</sup>. Amelia Díaz de Pascual.**

**Cotutor: Prof. Javier García Gutiérrez.**

## Resumen

Este trabajo especial de grado consiste en estimar la densidad relativa y caracterizar algunos aspectos del microhábitat de *Bolitoglossa orestes*, una salamandra endémica de las selvas nubladas de la Sierra de La Culata, en Mérida, Venezuela. Para ello, se visitaron siete sectores de selva nublada en distintos años (2011, 2017, 2018 y 2019), y se realizaron excursiones nocturnas para avistar ejemplares de *B. orestes*, posados sobre la vegetación herbácea. Cada espécimen fue fotografiado y su sexo fue determinado. Se midió la longitud del cuerpo y de la cola de cada ejemplar, y se anotó su patrón de coloración. Además, se registraron los valores de humedad relativa y temperatura ambiental. Se identificó también la especie vegetal donde se localizó cada salamandra y la altura a la que se encontraba cada una de ellas. Con todas las variables cuantitativas, se calcularon estadísticas básicas, correlaciones, análisis de varianza y de componentes principales. Se estimó también la densidad relativa de las salamandras en cada localidad, en función del esfuerzo (horas/hombre). Las localidades de Monte Zerpa, San Eusebio y La Bravera registraron los promedios más altos de humedad relativa. Y en relación con la densidad relativa: Monte Zerpa, Chorotal y La Bravera fueron las estaciones que registraron los valores mayores. Todas las variables ambientales estudiadas están correlacionadas significativamente con la densidad relativa. Pero, además, la densidad relativa está altamente correlacionada con la humedad relativa. El análisis de varianza determinó que la densidad relativa, la humedad y la temperatura son las variables que muestran la significancia estadística más alta. Se determinó, igualmente, que la temperatura y la humedad relativa son las variables que explican el mayor porcentaje de la varianza. La prueba a posteriori del Análisis de Varianza muestra que Monte Zerpa se diferencia del resto de las localidades en relación con la temperatura y la altura de las plantas en las que se localizaron las salamandras. Finalmente, en el análisis de componentes principales, los tres primeros componentes representan el 81,75% de la varianza total. Las variables ambientales, como la temperatura, la humedad relativa y la altitud, tienen el mayor peso en el primer componente. Mientras que la densidad relativa, la longitud corporal y la altura de la planta, se representan en el segundo componente. En conclusión, la temperatura y la humedad relativa son las variables que parecieran influir en mayor medida en la presencia de las salamandras en estos ambientes de selva nublada.

## Abstract

This special degree work consists of estimating the relative density and characterizing some aspects of the habitat of *Bolitoglossa orestes*, an endemic salamander of the cloud forests of Sierra de La Culata, in Mérida, Venezuela. To achieve this endeavor, seven sectors of cloud forest were visited in different years (2011, 2017, 2018 and 2019), and night excursions were made to see the specimens of *B. orestes*, perched on the herbaceous vegetation. Each specimen was photographed and its sex determined. The length of the body and tail of each specimen was measured, and its coloring pattern was noted. In addition, the values of relative humidity and environmental temperature were recorded. The plant species where each salamander was located and the height at which each one was found was also identified. With all quantitative variables, basic statistics, correlations, analysis of variance, and principal components were calculated. The relative density of the salamanders was also estimated in each location, as a function of effort (man / hours). The locations of Monte Zerpa, San Eusebio and La Bravera registered the highest relative humidity averages. And in relation to

relative density: Monte Zerpa, Chorotal and La Bravera were the stations that registered the highest values. All the environmental variables studied are significantly correlated with relative density. But in addition, the relative density is highly correlated with the relative humidity. The analysis of variance determined that relative density, humidity and temperature are the variables that show the highest statistical significance. It was also determined that temperature and relative humidity are the variables that explain the highest percentage of the variance. The a posteriori test of the Analysis of Variance shows that Monte Zerpa differs from the rest of the localities in relation to the temperature and the height of the plants in which the salamanders were located. Finally, in the principal components analysis, the first three components represent 81.75% of the total variance. Environmental variables, such as temperature, relative humidity, and altitude, have the greatest weight in the first component. While the relative density, the body length and the height of the plant, are represented in the second component. In conclusion, temperature and relative humidity are the variables that seem to have the greatest influence on the presence of salamanders in these cloud forest environments.

**Palabras claves:** Salamandras, *Bolitoglossa orestes*, selvas nubladas, Sierra La Culata (Mérida-Venezuela), *microhábitat*.

**Keywords:** Salamanders, *Bolitoglossa orestes*, cloud forest, Sierra La Culata (Mérida-Venezuela), *microhabitat*.

**Agradecimientos:**

A mi tutora, Profesora Amelia Díaz de Pascual, por enseñarme el enigmático mundo de los anfibios, especialmente el de las salamandras andinas. Le agradezco también su abnegada instrucción académica conmigo, durante toda mi carrera universitaria.

A mi cotutor y amigo, Profesor Javier García Gutiérrez, por acompañarme en esta carrera académica de principio a fin. También quisiera expresarle entrañable gratitud, por todas las experiencias compartidas durante incontables excursiones y salidas de campo.

Al Profesor Juan Leonardo Márquez por su inestimable ayuda con los cálculos estadísticos, y a los Profesores Roxibell Pelayo y Samuel Segnini por las valiosas sugerencias que me hicieron para mejorar este trabajo especial de grado.

A Juan Quevedo, Crismil Marsh, Diego Medina, Rodolfo Corredor y Yanasasha Pacheco, por su apoyo incondicional durante el trabajo de campo.

**Dedicatoria:**

A mi Padre, Jesús Mora Contreras, por ser mi guía, mi tutor y mentor de vida.

A mi Madre, Laura Saldivia, por su amor, por motivarme e impulsarme siempre a seguir adelante.

A mi hermano, Fernando Mora, por su compañía, su amistad y apoyo inquebrantable.

A mi abuela, Gladys Saldivia, a quien adoro infinitamente. No hay palabras que describan el privilegio que he tenido de contar con sus amorosas bendiciones en mi vida.

## ÍNDICE

<b>1.- Introducción</b>	5
1.1.- Los anfibios	5
1.2.- El Orden Caudata	7
1.3.- Diversidad del orden Caudata en Venezuela	9
1.4.- El género <i>Bolitoglossa</i> en el Estado Mérida	11
1.5.- Densidad poblacional	13
<b>2.- Objetivo general</b>	15
<b>3.- Objetivos específicos</b>	15
<b>4.- Metodología</b>	16
<b>5.- Resultados</b>	31
<b>6.- Discusión</b>	40
<b>7.- Conclusiones</b>	47
<b>8.- Bibliografía</b>	49
<b>9. Anexo 1</b>	61

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1.- Los anfibios

Desde los tiempos de Linneo y sus concepciones erróneas sobre los anfibios, los biólogos han descubierto que estos animales, sin duda alguna, son de los más fascinantes y numerosos entre los vertebrados terrestres (Duellman & Trueb, 1994). Su historia evolutiva y filogenética se remonta al devónico medio, hace aproximadamente 365 millones de años (Carroll, 1992). Múltiples eventos de extinción ocurrieron a través del proceso evolutivo de los anfibios, particularmente en los períodos carbonífero, pérmico y jurásico temprano, dejando finalmente a un puñado de reliquias evolutivas y anfibios altamente derivados (Carroll, 2009).

En la actualidad, existen alrededor de 8285 especies descritas de anfibios, que habitan ambientes increíblemente variados. Son animales cosmopolitas, ya que puede encontrárseles tanto en ciudades como en múltiples ecosistemas del planeta tierra (Amphibia web, 2021).

La clase Amphibia se subdivide en tres órdenes, compuestos por organismos que exhiben características anatómicas notablemente disímiles: (1) el orden Anura, que incluye a los comúnmente conocidos como sapos y/o ranas, (2) el orden Gymnophiona, que se compone de las cecilias, y (3) el orden Caudata,

que reúne a salamandras y tritones. Los anuros poseen una distribución muy amplia y se encuentran en múltiples regiones biogeográficas, predominantemente en las orientales, neo-tropicales y afro-tropicales. Las cecilias, por su parte, se asocian a biomas húmedos y tropicales. La diversidad de caudados es preponderante en las regiones neo-árticas y neo-tropicales (Duellman y Sweet 1999, Sweet y Pianka 2007).

Los anfibios son especialmente susceptibles a la degradación de los ambientes. Esto se debe, entre otras razones, a sus delicadas características morfológicas y fisiológicas; entre ellas, a su tamaño corporal, que es típicamente pequeño, y a su condición fisiológica ectotérmica, que limita en cierto modo su capacidad metabólica. También son organismos que dependen de ambientes acuáticos y húmedos usualmente límpidos. En general, las características inherentes a su biología, ecología y etología hacen de los anfibios un grupo de animales particularmente susceptibles a las perturbaciones y transformaciones ambientales (Wells, 2007).

De hecho, a pesar de estar ampliamente distribuidos por los confines terrestres del planeta, los anfibios atraviesan actualmente una crisis tan dramática y extendida que ya se denomina “declinación mundial”. Ésta se debe a un conjunto de fenómenos que inducen disminuciones poblacionales severas en un gran número de especies. Entre los factores causantes de estos decrecimientos

poblacionales abruptos se incluyen: el aumento de la radiación ultravioleta (Blaustein *et al.*, 1994), el cambio climático global, la introducción de especies exóticas (Kats & Ferrer, 2003), los contaminantes químicos (Boone and Bridges, 2003), las enfermedades emergentes (Daszak *et al.*, 2003) y una sinergia, producto de la interacción entre todos estos factores mencionados (Pounds *et al.*, 2006).

Algunas evaluaciones sobre los anfibios del mundo (Stuart *et al.*, 2004), manifiestan que el 32% de las especies conocidas se encuentran amenazadas y que, al menos, 43% han experimentado disminuciones poblacionales dramáticas. Estos declives son más drásticos que los reportados en aves, mamíferos o reptiles, hechos que han llevado a múltiples investigadores a pronosticar extinciones de un gran número de especies en el transcurso de las próximas décadas (Wake & Vredenburg, 2008).

## **1.2.- El Orden Caudata**

Dentro de la clase Amphibia, las salamandras y tritones (Orden Caudata) presentan niveles de riesgo bastante críticos: 234 especies, de las 508 descritas, se encuentran amenazadas, lo cual representa un 46 % del total (Stuart *et al.*, 2004).

En el orden Caudata existen familias enormemente diversas, como Plethodontidae. Esta familia está compuesta por pequeñas salamandras terrestres y sin pulmones (respiración cutánea). La familia se subdivide filogenéticamente en dos subfamilias: Plethodontinae (7 géneros y 96 especies) y Hemidactyliinae (20 géneros y 322 especies). Esta última subfamilia comprende los géneros *Batrachoseps*, *Eurycea*, *Gyrinophilus*, *Hemidactylum*, *Pseudotryton*, *Stereochilus* y *Urspelerpes*; además de *Bradytriton*, ***Bolitoglossa***, *Chiropterotriton*, *Cryptotriton*, *Dendrotriton*, *Ixalotriton*, *Lineatriton*, *Nototriton*, *Nyctanolis*, *Oedipina*, *Parvimolge*, *Pseudoeurycea* y *Thorius* (Blackburn & Wake, 2011).

De todos los géneros mencionados anteriormente, *Bolitoglossa* es el que contiene la mayor diversidad. Incluye alrededor del 40% de las especies reconocidas de salamandras (AmphibiaWeb, 2019) y es también el género que abarca una distribución geográfica más extensa, con la mayor riqueza de especies en América Central (Wake & Lynch, 1976; Parra-Olea *et al.*, 2004).

*Bolitoglossa* (Duméril *et al.*, 1854) es un género de salamandras con tallas pequeñas, esencialmente asociadas a sectores montañosos. Sus hábitos son generalmente terrestres o arborícolas y su desarrollo es directo (sin metamorfosis). Ocupan ambientes muy húmedos, como los de selva nublada o selvas húmedas de alta montaña. Presentan una lengua larga y redondeada, con

forma de hongo en la zona distal. Poseen ojos funcionales, surco nasolabial acentuado y dedos de sus miembros palmados y muy planos. La mayoría de sus especies se encuentran en hábitats selváticos y boscosos, principalmente entre la hojarasca y perchadas en la vegetación del sotobosque (Duellman, 1978; Ortega *et al.*, 2009; Neckel-Oliveira *et al.*, 2011).

### **1.3.- Diversidad del orden Caudata en Venezuela**

Venezuela posee ambientes increíbles desde el punto de vista biológico, ya que se encuentra entre los países denominados megadiversos. Debido a su amplia diversidad de ecosistemas tropicales, ocupa posiciones elitistas en contextos mundiales relacionados con la riqueza de especies de algunos grupos de fauna y flora. En particular, el país exhibe una extraordinaria diversidad de anfibios, compuesta de al menos 387 especies: 370 anuros (sapos y ranas), 10 cecilias y 7 salamandras, pertenecientes a la familia Plethodontidae (AmphibiaWeb, 2019; Barrio-Amorós *et al.*, 2019).

De las 7 especies de salamandras del género *Bolitoglossa* reportadas en Venezuela: cuatro son endémicas (*B. borburata*, *B. orestes*, *B. guaramacalensis* y *B. mucuyensis*), dos se comparten con Colombia (*B. tamaense* y *B. leandre*) y una con Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (*B. altamazónica*). A pesar de lo enigmáticos e interesantes que son estos anfibios, ellos han pasado inadvertidos para la ciencia y la sociedad en general. La mayoría de las especies

anteriormente mencionadas son bastante desconocidas, tanto es así que para algunas de ellas sólo existen descripciones (Barrio-Amorós *et al.*, 2019).

El registro taxonómico de las especies de salamandras que habitan en territorio venezolano aconteció de la manera siguiente: Trapido (1942) describió a *Bolitoglossa borburata*, una especie aparentemente restringida al centro de Venezuela, en la Cordillera de la Costa, entre los estados Aragua, Carabobo y Yaracuy. Las poblaciones de esta especie habitan en un rango altitudinal comprendido entre 800 y 1300 m s.n.m.

Posteriormente, los eminentes Brame & Wake (1962) describieron la primera especie de salamandra de la región andina de Venezuela. La nombraron *Bolitoglossa orestes*, y su localidad típica fue referida al sector La Culata, a una elevación de 3000 m s.n.m.

Seguidamente, Brame & Wake (1963) sugirieron la presencia de *B. savagei*, también en Los Andes venezolanos. Sin embargo, este registro se ha considerado dudoso, puesto que esta especie se encuentra aparentemente confinada a la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia.

Luego, Barrio-Amorós & Fuentes-Ramos (1999) identificaron una segunda especie, *B. spongai*, en La Carbonera (a 2200 m s.n.m.), un sector que también pertenece a la Sierra de La Culata. No obstante, estudios posteriores, con base

en evidencias moleculares y una serie de revisiones de caracteres morfológicos y diagnósticos de ambas especies de la Sierra de La Culata, permitieron designar a *B. spongai* como sinónimo de *B. orestes* (Fermín *et al.*, 2012), y establecieron que la distribución de esta última comprende distintos sectores de la selva nublada de la Sierra de La Culata.

En esta misma bioregión, pero en el Estado Trujillo, Shargel *et al* (2002) describieron a *Bolitoglossa guaramacalensis*, una especie cuyos hábitats preferidos son los montanos húmedos tropicales y subtropicales.

Schargel y Rivas (2003) reportaron también la presencia de *B. altamazonica*, pero en las inmediaciones de la quebrada Doradas del distrito Uribante, en el Estado Táchira.

García-Gutiérrez *et al* (2013) describieron otra especie de salamandra andina, en otro ramal de la Cordillera de Mérida, *Bolitoglossa mucuyensis* (en alusión al Parque La Mucuy), descrita a partir de ejemplares encontrados en el Parque Nacional (PN) Sierra Nevada, Mérida-Venezuela.

#### **1.4.- El género *Bolitoglossa* en el Estado Mérida**

Las especies presentes en el estado Mérida, *Bolitoglossa mucuyensis* (PN Sierra Nevada) y *Bolitoglossa orestes* (Sierra de La Culata), habitan en la unidad ecológica de selva nublada. Esta unidad ecológica ocurre entre los 2000 y 3000

m s.n.m., en las vertientes húmedas de la Cordillera de Mérida (Ataroff & Sarmiento, 2004). Las selvas nubladas han sido objeto de profundas perturbaciones, principalmente a causa de la desmedida expansión de la frontera agrícola. Estas perturbaciones, además del declive mundial de las poblaciones de anfibios (Stuart *et al*, 2004), dieron origen a la iniciativa de catalogar estas salamandras andinas dentro de las listas rojas de la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, por sus siglas en inglés) y los libros rojos de los anfibios de Venezuela.

*Bolitoglossa orestes* (de Bolito ‘hongo’, del latino tardío *glossa*, y este del griego *glôssa* ‘lengua’, y del griego *orestes* ‘montañera’) habita en lugares específicos, en ambientes de selvas nubladas de la Sierra de La Culata, desligada de grandes cuerpos de agua. Como algunos reptiles, posee la capacidad de realizar autotomía completa de su cola, como mecanismo de defensa ante posibles encuentros con depredadores. Durante el día, ellas se ocultan entre la capa de hojarasca y la matriz de raíces, debajo de rocas pequeñas, musgos, líquenes o troncos caídos, escondidas entre la necromasa. Al caer la noche, inician sus actividades: generalmente trepando por los tallos de algunas plantas (géneros *Pitkairnia*, *Anthurium*, *Cavendishia*, *Clusia*) para posarse sobre sus hojas (Barrio-Amorós *et al.*, 2010) y empezar la caza de insectos trepadores y voladores y alimentarse de arácnidos, como los

pseudoescorpiones, e insectos, como coleópteros, hormigas, ... entre otros (Díaz de Pascual *et al.*, 2010).

*Bolitoglossa orestes* figura bajo la categoría de Vulnerable (VU), según los criterios utilizados por la IUCN (La Marca & García-Pérez, 2004). Sin embargo, son muy pocos los estudios de ecología de poblaciones existentes de esta especie que cumplen con los criterios establecidos por la misma IUCN para asignarla en alguna de las categorías de riesgo de extinción. Estos criterios requieren básicamente información actualizada sobre el estatus poblacional de las especies.

### **1.5.- Densidad poblacional**

Los tamaños poblacionales indican la salud reproductiva de una población (Olgun *et al.*, 2001). De acuerdo con Krebs (2009), el atributo más utilizado para los censos de animales es la propiedad de la densidad poblacional, que puede expresarse en términos de densidad relativa (número de individuos por unidad de esfuerzo) o densidad absoluta (número de individuos o biomasa por unidad de área o volumen). A menudo, la densidad absoluta es complicada de estimar, puesto que supone contar todos los individuos de una especie en un área determinada (Rueda *et al.*, 2006).

La información disponible sobre densidad poblacional de salamandras es bastante limitada. Para las salamandras del neo trópico, se ha investigado este aspecto cuantitativo en unas pocas especies, entre las cuales están: *B. subpalmata* (Vial, 1968; Burton & Likens, 1975), *B. orestes* (Cadenas *et al.*, 2009) y *B. altamazonica* (Gutierrez-Lamus, 2011). Entre los anfibios más difíciles de observar en Venezuela, se encuentran las salamandras, sin duda alguna (Barrio-Amorós, 2004, 2009). En el único estudio publicado hasta ahora sobre parámetros poblacionales de caudados en el país, en salidas de campo durante un año, se encontraron tan solo 12 ejemplares de *Bolitoglossa orestes*, a partir de muestreos realizados a lo largo de quebradas de Monte Zerpa, en la Sierra de La Culata (Cadenas *et al.*, 2009). En otras investigaciones (Díaz de Pascual *et al.*, 2010; Fermín *et al.*, 2012), el número de individuos encontrados por salida de campo fue muchísimo mayor (entre 1 y 12 ejemplares), pero estos estudios no trataban de dilucidar el estado poblacional de *Bolitoglossa orestes*.

En esta tesis de grado, nos planteamos determinar la densidad relativa de *Bolitoglossa orestes* en selvas nubladas de la Sierra de La Culata, utilizando datos obtenidos por el autor, en 2019 y en proyectos de años anteriores (2011, 2017 y 2018), cuyos resultados no han sido publicados, pero han sido conseguidos con las mismas metodologías. Además, nos proponemos

caracterizar algunas variables del micro hábitat de estas salamandras, con base en los datos que surgieron del encuentro con cada ejemplar.

## **2.- OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la densidad relativa de *Bolitoglossa orestes* (Caudata: Plethodontidae) y caracterizar algunas variables de su micro hábitat en distintas localidades de Selva nublada en la Sierra de La Culata, Mérida, Venezuela.

www.bdigital.ula.ve

## **3.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Muestrear (en 2019), cuatro (4) localidades distintas de selva nublada, ubicadas en la Sierra de La Culata (Mérida, Venezuela), a fin de detectar ejemplares de *Bolitoglossa orestes*, siguiendo una serie de criterios específicos de su biología, ecología e historia natural.
- Registrar algunas variables micro climáticas (temperatura y humedad relativa), morfométricas (de los ejemplares) y ecológicas (hora de avistamiento, tipo de sustrato, altura de la planta, entre otras) de los sitios de encuentro de los individuos de *Bolitoglossa orestes*.

- Recopilar datos de avistamientos de ejemplares de *Bolitoglossa orestes* y de las características de su micro hábitat, en campañas de muestreo realizadas en 2011, 2017 y 2018.
- Describir y analizar los resultados.

## 4.- METODOLOGÍA

### **Descripción del área de estudio.**

La Cordillera de Los Andes es una larga cadena montañosa que atraviesa el continente suramericano y se divide en dos ramales en Venezuela: la Sierra de Perijá y la Cordillera de Mérida. Esta última está compuesta por la Sierra Nevada y la Sierra de La Culata, ambas separadas por una fosa tectónica del sistema de fallas de Boconó (Cárdenas *et al.*, 2000).

La Sierra de La Culata se ubica en plena zona intertropical, al occidente de Venezuela y al noreste del Estado Mérida. Comprende un poco más de 2000 km<sup>2</sup> y se extiende entre los 8° 35' 22" y los 9° 10' 4" de Latitud Norte y entre los 70° 34' 34" y los 71° 27' 47" de Longitud Oeste. Limita, por el norte, con el piedemonte andino lacustre (Estado Zulia); por el sur, con las vertientes orográficas de las cuencas de los ríos Chama y Mucujún (Estado Mérida); por

el este, con las cuencas de los ríos Motatán (Estado Trujillo) y Santo Domingo (Estado Mérida); y, por el oeste, con la cuenca del río Mucujepe (Estado Mérida).

La Sierra de La Culata forma parte de doce (12) municipios del Estado Mérida y tres (3) del Estado Trujillo. Presenta un clima cálido en las zonas bajas (piedemonte andino lacustre), templado en las laderas medias y hasta gélido en las zonas más elevadas. Esta montaña tropical exhibe, como rasgo característico, una fisiografía abrupta. Y de grandes desniveles altitudinales, que oscilan entre los 800 y los 4760 m s.n.m. Con vertientes empinadas o de fuertes pendientes, que rodean valles estrechos y perfiles longitudinales muy inclinados, y que incrementan el torrente de los cursos fluviales que drenan sus aguas a las regiones más bajas (Aldana & Bosque, 2008).

En el gradiente altitudinal de la Sierra de La Culata se alojan una serie de unidades ecológicas con una enorme riqueza de flora y fauna. Una de estas unidades está representada por las selvas nubladas andinas: una unidad forestal que ocupa la franja horizontal comprendida entre los 1800 y los 3000 m s.n.m. en las vertientes húmedas del sistema montañoso del Estado Mérida, altitud que constituye el límite superior de bosque continuo de Los Andes venezolanos. En función de la altitud, pueden diferenciarse dos tipos de selvas nubladas: la Selva Nublada montano baja y la Selva Nublada montano alta. Ambas, en conjunto,

conforman una franja gruesa de selvas húmedas, con temperaturas relativamente bajas. Su principal característica climática es la alta nubosidad diaria, que ocasiona una baja insolación y una elevada humedad relativa. La vegetación muestra una estructura compleja, con estratos difíciles de definir, dominada por árboles siempreverdes, de dosel alto y con gran diversidad de epífitas. Esta unidad no presenta meses secos, pues las precipitaciones son elevadas durante todo el año, y su total varía entre 1000 y 3000 mm (Ataroff & Sarmiento, 2004).

En estas selvas nubladas habitan numerosas especies de anfibios, muchos de los cuales son endémicos de esta región andina. Entre ellas, se encuentra la salamandra *Bolitoglossa orestes*, objeto de este estudio.

### **Clima.**

Las características climáticas de temperatura, humedad y circulación atmosférica, están fuertemente influenciadas por la topografía y los vientos provenientes de la cuenca del Lago de Maracaibo (Osorio & Andrade, 1984).

Las temperaturas medias anuales de las selvas nubladas merideñas varían entre 13 y 19 °C, en la selva nublada montano baja, y entre 9 y 14 °C, en la selva nublada montano alta (Ataroff & Sarmiento, 2004). Sin embargo, datos suministrados por una estación climatológica cercana a La Cuchilla, ubicada a 2270 m s.n.m., informan que la temperatura es de 14,9°C, con variaciones

máximas y mínimas de 20,3 y 9,4°C, respectivamente. En relación a la precipitación, presenta un régimen bimodal, con dos picos máximos de precipitación anual: uno, correspondiente a los meses de abril y mayo y, otro, a septiembre y octubre (Rivas y Delgado, 1980). La estación seca se presenta entre diciembre y marzo, con una pequeña disminución de la precipitación entre junio y julio. Datos suministrados por la estación La Cuchilla señalan que la precipitación anual de la localidad es de 1550 mm (Osorio & Andrade, 1984).

### **Localidades seleccionadas y descritas para hacer el trabajo de campo en el 2019.**

Por razones de tipo logístico, se seleccionaron cuatro localidades de selva nublada (A, B, C y D) para hacer el trabajo de campo en el 2019 (véase Figura

1). En la figura 1 se ubican también las otras 3 localidades (E, F y G) visitadas en campañas de muestreo en años anteriores (2011, 2017 y 2018).



**Figura 1.** Ubicación georelativa de las localidades seleccionadas para hacer el trabajo de campo de esta tesis: A) Reserva Forestal de San Eusebio, B) Macho-Capaz, C) Monte Zerpa, D) San Javier del Valle, E) Chorotal, F) Miraflores y G) La Bravera.

**Fuente:** *Google Earth* 2020. Consultado el 2 de diciembre de 2020.

A continuación, se describen algunas de las características más resaltantes de las localidades seleccionadas para hacer el trabajo de campo en el 2019:

#### **Sitio A: Reserva Forestal de San Eusebio.**

La Estación Experimental Bosque de San Eusebio se localiza en las laderas noroccidentales de la Sierra de Mérida, cordillera del Norte de La Culata, con latitud norte de  $8^{\circ} 37' 40''$  y  $8^{\circ} 37' 10''$  y longitud oeste de  $71^{\circ} 21' 00''$  y  $71^{\circ} 22' 10''$ , a una altitud de 2250 a 2550 m s.n.m. (Figura 1, letra A). La Estación se encuentra ubicada en la unidad ecológica de Selva Nublada Montano Baja, con una precipitación promedio cercana a los 2000 mm, distribuida entre una

estación lluviosa de marzo a noviembre y otra menos lluviosa de diciembre a febrero. Político-territorialmente, forma parte del Municipio Autónomo Andrés Bello del Estado Mérida. La Estación tiene una superficie de 369 ha, dentro de las cuales se tienen aproximadamente 7 ha bajo plantación de especies nativas y exóticas (pinos y cipreses), 10 ha aproximadamente con vegetación menor y el resto es una densa selva nublada. La estación presenta un relieve de colinas redondeadas con pendientes que varían entre 5 y 25%, atravesadas por algunos arroyos o quebradas tributarias del Río Capaz. La topografía es muy irregular (INDEFOR.ULA.Ve.<sup>a</sup>)

#### **Sitio B: Macho-Capaz.**

Macho-Capaz es una localidad que se encuentra ubicada en la cuenca del Río Capaz (Figura 1, letra B), Estado Mérida de Los Andes venezolanos. Forma parte de los municipios Andrés Bello, Campo Elías y Obispo Ramos de Lora. Macho-Capaz se localiza en la vertiente norte de la Sierra de La Culata de la cordillera de Mérida, entre los 8° 46'12" y 8° 36'24" latitud norte y entre 71° 27'12" y 71° 13'38" latitud oeste. Se extiende desde los 100 hasta los 4200 m s.n.m., aproximadamente, en el páramo de La Atravesada (Rivas y Delgado, 1980).

### **Sitio C: Sector Monte Zerpa (Parque Nacional Sierra La Culata).**

El sector Monte Zerpa se encuentra en una formación montañosa ubicada al noreste de la ciudad de Mérida, Estado Mérida (Figura 1, letra C). Cuenta con una frondosa Selva Nublada que va desde los 1980 hasta los 2800 m s.n.m. Monte Zerpa se sitúa dentro del Parque Nacional Sierra de La Culata y dentro de la zona protectora de la cuenca del río Albarregas, y tiene una extensión cercana a las 1400 ha (Akirov, 2009).

Monte Zerpa, en términos de unidades ecológicas, es una selva nublada (Ataroff & Sarmiento, 2004), que se inicia a unos 2100 m s.n.m. Esta selva está ubicada entre el límite superior de los bosques semidecídúos y el límite inferior de la franja paramera, comprende parte de la zona protectora del río Albarregas, y tiene una extensión de unas 1400 ha (Akirov, 2009). Presenta un régimen de temperatura isotérmico, con promedio mensual de 17°C. Las precipitaciones muestran un promedio anual de unos 2150 mm. Ambas variables fueron estimadas durante el período 1980-2001, según los datos recolectados en la Estación Climática de Santa Rosa, IIAP-ULA, de acuerdo a un patrón tetraestacional de dos períodos de bajas precipitaciones (diciembre-marzo y junio-agosto) y dos períodos de altas precipitaciones (abril-mayo y septiembre-noviembre), influenciado (el patrón) por el clima predominante de la cuenca del Lago de Maracaibo. Además, también hay un aporte adicional de agua por

precipitación horizontal (Piñero Bonilla & La Marca, 1996; Ataroff & Sarmiento, 2003; Cadenas *et al.*, 2009).

#### **Sitio D: San Javier del Valle (Parque Nacional Sierra de la Culata).**

La cuarta y última localidad seleccionada para hacer el trabajo de campo se encuentra ubicada en las cercanías del sector La Caña, en el Valle de San Javier (Valle Grande), a aproximadamente 2300 m s.n.m., y al NE de la ciudad de Mérida: 8°43'N y 71°05'W (Figura 1, letra D). El río principal de la cuenca es el Mucujún, que aporta un 80% del caudal de agua potable que surte a la ciudad de Mérida (Schneider *et al.*, 2003).

Adicionalmente, se utilizaron datos de otras tres localidades, ubicadas e identificadas en la figura 1 con las letras E, F y G (*vid supra* p. 20), pero muestreadas en campañas de años anteriores (con participación del autor de este trabajo especial de grado), y llevadas a cabo con la misma metodología, a fin de evitar cualquier distorsión.

Dichas localidades, E, F y G, se mencionan a continuación, y se describen sucintamente dos de ellas:

#### **Sitio E: El Chorotal**

Los datos fueron obtenidos en una campaña de muestro por el profesor Javier García Gutiérrez en 2017.

**Sitio D: Finca Miraflores**

La finca Miraflores colinda con la Reserva Forestal de San Eusebio, antes mencionada, y pertenece al señor Edecio Angulo, quién nos permitió el acceso a su propiedad y, además, nos sirvió como guía en la excursión que hicimos. Caminamos alrededor de 5 kilómetros, a lo largo de una franja de selva nublada, notablemente intervenida. El muestreo se realizó específicamente en un claro de bosque, en los alrededores de una pequeña cabaña de madera dentro de esta propiedad.

**Sitio D: Estancia La Bravera**

Estancia La Bravera está ubicada a 2360 m s.n.m., en plena selva nublada de San Eusebio, en el kilómetro 18 de la vía que conduce de Jají a La Azulita en el Estado Mérida. Se localiza al pie del páramo del Tambor, y tiene una temperatura promedio de 11 °C. Estancia La Bravera es una posada bajo el concepto de turismo de naturaleza, donde se practica la observación de aves (colibríes, predominantemente), y que cuenta con un recorrido dentro de una pequeña franja de selva nublada, reforestada con algunas especies típicas de esta unidad ecológica. Entre estas especies, son muy abundantes las del género *Pitkairnia*.

### **Descripción del trabajo de campo.**

Para aproximarnos experimentalmente al cálculo poblacional de las salamandras *Bolitoglossa orestes* en las localidades seleccionadas, descartamos intentar estimar su densidad absoluta, porque para hacerlo, los métodos más comunes y menos costosos - económicamente hablando - requerían marcar o mutilar alguna falange de las extremidades de cada ejemplar encontrado, sin saber con exactitud cuáles podrían ser los efectos que estos métodos tendrían sobre su supervivencia individual y, por consiguiente, sobre el tamaño poblacional de la especie. Por estas razones de conservación y bioética, el trabajo de campo se limitó a estimar la densidad poblacional relativa de las salamandras *Bolitoglossa orestes* en las localidades seleccionadas.

En 2019, se realizaron cuatro (4) salidas de campo, correspondientes a cuatro (4) noches de muestreo exhaustivo. Cada una de las localidades seleccionadas en el estudio se visitó una vez. El esfuerzo de muestreo invertido se homogeneizó. En cada salida de campo participaron cinco (5) operadores con experiencia en búsqueda y rastreo de salamandras de la especie bajo estudio. Los muestreos se realizaron durante cuatro (4) horas consecutivas, desde las 19:00 horas hasta las 23:00 horas de cada noche de trabajo de campo, para totalizar 4 horas-hombre (h/hombre) por localidad. Por consiguiente, la

sumatoria del esfuerzo global fue de 80 h-hombre para todas las localidades seleccionadas y evaluadas.

#### Nomenclatura de las localidades y de los ejemplares:

Se usaron dos letras para cada localidad. Así: SE (San Eusebio), MC (Macho-Capaz), MZ (Monte Zerpa) y SJ (San Javier).

A cada ejemplar encontrado en cada localidad se le asignó un número ordinal, en el orden en que se iba encontrando, precedido por las dos siglas que identifican a cada localidad. Así: MZ1, MZ2, MZ3,... y así sucesivamente.

#### **Primera salida de campo: Macho-Capaz**

La primera salida de campo se realizó en la finca de Francisco León, en las inmediaciones del Río Ron, el día 22/03/2019. El muestro se hizo en ambos márgenes de ese cuerpo de agua. El recorrido se hizo a campo traviesa, pues no existía un sendero marcado. La noche estuvo despejada y típicamente húmeda. En ambas márgenes del río había evidencia de actividad de extracción de arena y tala de árboles, es decir, el ambiente estaba notoriamente transformado en comparación con visitas anteriores.

### **Segunda salida de campo: Reserva Forestal San Eusebio**

La segunda salida de campo se realizó en la Reserva Forestal de San Eusebio, el día 23/03/2019. En esta jornada se recorrió un sendero, que existe en esa Reserva y que tiene una extensión de 3 kilómetros aproximadamente. A través del sendero, nos adentramos en la Selva Nublada.

### **Tercera salida de campo: Monte Zerpa**

La tercera jornada de muestreo se llevó a cabo en Monte Zerpa, dentro del Parque Nacional Sierra La Culata, el día 11/06/2019. En esta ocasión, tomamos el camino ancestral, conocido localmente como “el Alto”, que conduce al “Paramito”, cerca de la Laguna Albarregas. El muestreo se efectuó entre las quebradas el Macanal y la Honda. Se tomaron muestras a ambos lados del sendero y dentro de la selva, adentrándonos hasta 50 metros de profundidad.



**Leyenda:** Salida de campo a Monte Zerpa, 11/06/2019.

### **Cuarta salida de campo: San Javier del Valle**

La cuarta y última jornada de muestreo se realizó en la franja de Selva Nublada, aledaña a la hospedería de San Javier del Valle, el día 25/06/2019.

### **Métodos de muestreo.**

Para el registro de anfibios en ecosistemas naturales e intervenidos se empleó el método de búsqueda libre y sin restricción (Rueda *et al.*, 2006), a fin de garantizar el encuentro de la máxima cantidad de ejemplares.

El muestreo consistió en las búsquedas nocturnas de ejemplares en cada sitio de estudio, haciendo uso de lámparas y/o linternas frontales para propiciar el encuentro por avistamiento.

Para ello, y caminando lentamente, se recorrieron sendas y caminos a campo traviesa, sin límite de distancia, en cada una de las localidades seleccionadas. Se puso énfasis en los criterios conocidos y mencionados previamente sobre el hábitat y el comportamiento de estas salamandras (Barrio-Amoros, 2009; Díaz *et al.*, 2010; Fermín *et al.*, 2012). Además de estos criterios útiles referenciados en la bibliografía, se contó con la experiencia y la pericia de los operadores de campo en la búsqueda de salamandras en las mismas localidades seleccionadas (¡más de 10 años en algunos casos!), cualidades que fueron particularmente útiles al momento de planificar las salidas de campo y seleccionar los sitios de búsqueda.

Una vez encontrado un ejemplar, lo fotografiamos en su estado natural, haciendo uso de una cámara Nikon 5600 DSLR. Luego, iniciamos inmediatamente el protocolo de toma de datos morfométricos y microambientales. Medimos longitud hocico-cloaca (SVL) y determinamos la longitud de la cola (LC) con la ayuda de un vernier digital (Neiko 01407A). También determinamos el sexo de cada ejemplar.



**Leyenda:** Preparando ejemplar de *Bolitoglossa orestes* para la toma de datos.

Todos los datos del trabajo de campo y las observaciones se registraron en una planilla con los campos requeridos, como la que se adjunta en el anexo 1 (*vid infra*, p. 61).

#### Análisis y procesamiento de datos

Con la información obtenida, se elaboraron tablas de datos y se procedió a realizar los cálculos estadísticos con el programa SPAD (Bécue M., Lebart L., Salem A. 2002). Los resultados de densidad relativa, en cada una de las localidades seleccionadas, se obtuvieron dividiendo el número de ejemplares entre 4 horas-hombre (h/hombre). Se realizaron tablas con el universo de datos

(de 2011, 2017, 2018 y 2019) para su análisis estadístico. Con los datos de densidad relativa y los valores de las variables ambientales se efectuó una matriz de correlación de Spearman, con el propósito de evidenciar asociaciones entre las variables anteriormente señaladas. Se realizó un análisis de varianza, para comparar los valores promedio de las variables entre localidades. A posteriori, se realizó un análisis de componentes principales, para evaluar de manera gráfica las posibles asociaciones entre las variables ambientales y las localidades.

## 5.- RESULTADOS

Durante cuatro años - 2011, 2017, 2018 y 2019 - se han llevado a cabo campañas nocturnas de búsqueda de *Bolitoglossa orestes* en siete (7) localidades de selva nublada en Mérida, Venezuela. En ellas, se han logrado avistar 72 ejemplares de esta enigmática especie (42 machos y 30 hembras). Estos ejemplares se han observado en una diversa gama de micro-hábitats. Unos, han sido encontrados sobre troncos caídos y en descomposición; y, otros, moraban reposados sobre largas y enormes hojas de Bromelias, enraizadas en el suelo. Sin embargo, las *B. orestes* son expertas en la actividad de trepar, y algunos ejemplares fueron

vistos inmóviles en plantas sobre hojas que estaban a 80 cm de altura (*vid infra*, Tabla 1. p. 33).

La mayoría de estas plantas pertenecían a los géneros *Pitcairnia*, *Bromelia* y *Anthurium*. Y en menor grado, a las familias *Aracea* y *Rubiacea*. Algunos ejemplares también fueron avistados sobre hojas de pteridofitos (helechos).



**Leyenda:** Ejemplar de *Bolitoglossa orestes* posado sobre una hoja de una planta perteneciente a la familia Rubiaceae.

En la tabla 1 se pueden observar las variaciones de los parámetros ambientales y de la densidad relativa de las salamandras en las localidades en donde se llevaron a cabo las campañas de muestreo. La densidad relativa más alta de *Bolitoglossa orestes* se ha evidenciado en tres localidades: Monte Zerpa, La Bravera y El Chorotal. Cabe destacar que Monte Zerpa es la localidad más baja

a nivel de altitud y la que presenta la temperatura más elevada. La Bravera y El Chorotal son localidades bastante similares en cuanto a altitud y temperatura. Pero Monte Zerpa, San Javier y La Bravera muestran, desde el punto de vista de los parámetros ambientales, los valores más altos de temperatura y humedad relativa.

**Tabla 1. Promedios de las variables ambientales y morfométricas medidas en diferentes localidades de selva nublada de la Sierra La Culata y en ejemplares capturados de *B. orestes*.**

Localidad (nombre)	Altitud (m s.n.m.)	Longitud Planta (cm)	Temperatura (° C)	Humedad (%)	Longitud Corporal (cm)	Densidad Relativa (h/hombre)
Monte Zerpa	2217	49.80	17.41	88.93	4.24	0.50
Bravera	2351	80.67	14.61	84.67	14.61	0.46
Chorotal	2335	70.00	12.90	79.71	3.39	0.44
Miraflores	2335	63.58	12.59	80.11	4.11	0.22
Macho-Capaz	2459	75.36	12.69	80.43	3.37	0.15
San Eusebio	2391	78.17	13.17	81.17	3.39	0.04
San Javier del Valle	2500	63.33	15.50	85.66	4.23	0.04
<b>TOTAL</b> (promedio)	2350	69.09	14.19	83.43	4.41	0.32

Los resultados del análisis de correlación muestran asociaciones entre las variables del hábitat, ciertos rasgos morfológicos de las salamandras y su densidad relativa (*vid infra*, Tabla 2). Entre estas asociaciones resalta que: a) la densidad relativa de las salamandras se correlaciona positivamente con la

humedad relativa ( $r=0.73$ ,  $P<0.001$ ), la altitud, la temperatura y su longitud corporal; b) que la altura de las plantas, en las que se han observado las salamandras, se correlaciona negativamente con la temperatura ( $r= -0.44$ ,  $P<0.05$ ); c) que la longitud corporal de las salamandras se correlaciona positivamente con la altura de la planta, y d) que la densidad relativa de las salamandras se correlaciona positivamente con la humedad relativa y negativamente con la altitud.

**Tabla 2. Valores del coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables ambientales y morfo métricas.**

	Altitud	Altura de la Planta	Temperatura	Humedad	Longitud Corporal	Densidad Relativa
Altitud	X	0.25*	-0.70****	-0.29*	0.13	-0.54****
Altura de la Planta	0.25*	X	-0.44**	-0.09	0.37**	-0.01
Temperatura	-0.70****	-0.44**	X	0.37*	-0.20	0.50****
Humedad	-0.29*	-0.09	0.37**	X	-0.11	0.73****
Longitud Corporal	0.13	0.37**	-0.20	0.11	X	0.37**
Densidad relativa	-0.54****	-0.01	0.50****	0.73****	0.37**	X

Para comparar los valores promedio de las variables entre las localidades en donde se realizó el muestreo de *B. orestes*, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de Fisher. El resultado del ANOVA muestra que las variables con mayores diferencias, a un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , fueron: altitud,

temperatura, humedad, longitud corporal y densidad relativa, a excepción de la altura de la planta (como se muestra en la Tabla 3).

**TABLA 3. Análisis de varianza.**

Variable	Media de cuadrados	Grados de Libertad	F
Altitud	850,31	6	19,94**
Temperatura	1569,83	6	21,58**
Humedad	40,02	6	21,85**
Altura de la planta	141,58	6	0,99 No Sig.
Longitud corporal	17,87	6	17,87**
Densidad	69,11	6	69,11**

A través de la prueba estadística de comparaciones Múltiples de Bonferroni (Tabla 4, p. 36), a cada una de las variables que dieron diferencias significativas en el Análisis de Varianza, se puede establecer cuáles de las localidades en las que se hicieron campañas de búsquedas de *Bolitoglossa orestes* son diferentes a las demás. Los resultados muestran que Monte Zerpa ( $>0.05$ ) se diferencia conspicuamente del resto de las localidades, en cuanto a las variables altura de la planta y temperatura. La densidad relativa de las salamandras muestra las mayores variaciones entre localidades, y enseña que Chorotal, Monte Zerpa, Miraflores y Macho-Capaz son las que presentan las variaciones mayores en comparación con el resto de las localidades.

**TABLA 4. Comparaciones Múltiples de Bonferroni de las variables por localidad (P<0.059).**

Variable	Localidad (i)	Localidades (j)
Altitud	MAC	BRA, MIR, CHO, MOZ, SAE.
Altura de La Planta	MOZ	BRA, MIR, CHO, MOZ, SAE, SAJ.
Temperatura	MOZ	MAC, BRA, MIR, CHO, SAE, SJA.
Longitud Corporal	BRA	MAC, MOZ.
Densidad Relativa	MAC	BRA, CHO, MOZ
“	BRA	MIR, SAJ, SAE.
“	MIR	BRA, CHO, MOZ, SAE.
“	MOZ	MAC, MIR, SAE, SAJ.

**Notas:** i: localidad distinta; j: localidades agrupadas.

Para explorar las interrelaciones de *Bolitoglossa orestes* con las variables estandarizadas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). La estandarización de las variables consiste en transformar una distribución  $N(\mu, \sigma)$  en otra normal  $N(0,1)$  (Tabla 5, p. 37).

La correlación de las variables es el punto de partida del Análisis de Componentes Principales. El coeficiente de correlación más alto, en términos absolutos, se obtuvo con la altitud y la temperatura (-0.70). Por su parte, la densidad relativa está altamente correlacionada con la altitud (-0.54) y la temperatura (0.50).

**Tabla 5. Matriz de correlación de las variables normalizadas.**

	ALT	ALP	TMP	HUM	LONG	DEN
ALT	1					
ALP	0.25	1				
TMP	-0.7	-0.44	1			
HUM	-0.29	-0.09	0.37	1		
LONG	0.13	0.37	-0.2	-0.11	1	
DEN	-0.54	0	0.5	0.09	0.37	1

La etapa siguiente de este análisis de resultados consiste en cuantificar la varianza explicada o valores propios de los componentes (Tabla 6).

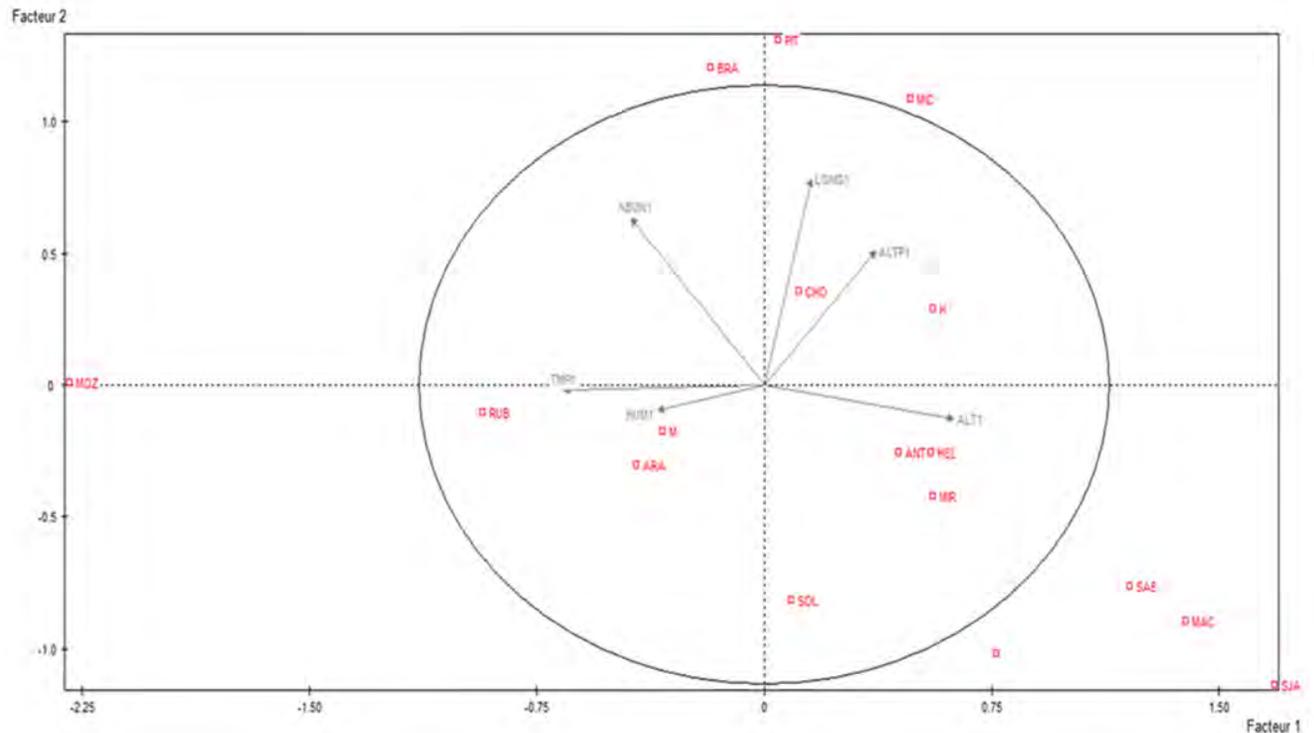
**Tabla 6. Varianza explicada por cada uno de los componentes principales.**

Componente 1	2.4664	41.11	41.11
Componente 2	1.5389	25.65	66.75
Componente 3	0.8999	15	81.75
Componente 4	0.5812	9.69	91.44

La última etapa de este análisis de resultados consiste en examinar las proyecciones de las variables continuas y categóricas, en el plano de las combinaciones lineales de los componentes que aportan la mayor varianza explicada.

En la figura 2 se representan los componentes 1 y 2 (*vid infra*), que explican el 66,75% de la varianza total.

**Figura 2. Inferencia gráfica sobre la caracterización del hábitat (componente 1) y de algunos rasgos morfológicos de los ejemplares capturados de *Bolitoglossa orestes* (componente 2).**



La humedad, la temperatura y la altitud se proyectan en el primer componente, lo que podría indicar que él caracteriza el hábitat de las salamandras. Mientras que, la densidad relativa, la longitud corporal y la altura de la planta (a la cual fue localizada cada salamandra), se encuentran resumidas en el segundo componente, que podría representar las características de las salamandras.

En el cuadrante superior izquierdo se encuentra el vector que representa la variable densidad relativa, que se proyecta en sentido contrario al vector que representa la altitud, dando evidencia de la correlación negativa entre ambas variables. Esta correlación podría describir el hecho de que la densidad relativa más elevada fue encontrada en Monte Zerpa, que es la localidad más baja, en términos de altitud (*vid supra*, Tabla 1. p. 34).

Monte Zerpa en la figura 2 se encuentra como un punto distante en el cuadrante izquierdo, debido a que en términos generales (variables y densidad relativa) es una localidad notablemente distinta entre las demás.

En el cuadrante superior derecho de la figura 2, se halla la longitud corporal y la altura de la planta que se correlacionan positivamente, lo que podría indicar que las salamandras de mayor tamaño tienen capacidad para trepar hasta puntos más altos durante sus horas de cacería nocturna.

En la parte inferior de la figura 2 se ubican las variables ambientales: la temperatura coincide con el primer componente y la altitud en menor proporción con el mismo componente, pero en sentido opuesto. De la misma manera, la humedad relativa tiene una proyección menor sobre el mismo componente.

También se puede apreciar que Machos, Araceas y Rubiaceas, se agrupan relativamente cerca de los vectores de temperatura y humedad.

## 6.- DISCUSIÓN

El principal interés de este estudio es determinar la densidad relativa de *Bolitoglossa orestes*, especie endémica de la Sierra de la Culata en los Andes de Venezuela, y caracterizar algunas variables de su hábitat (*vid supra* Resumen, p. 2).

La densidad relativa de *Bolitoglossa orestes*, cuantificada en esta investigación, oscila en un rango que va entre 0.04 y 0.50 ejemplares/horas/hombre. Así, mientras que San Javier del Valle figura como la localidad con el valor inferior, Monte Zerpa muestra la del valor superior. En el trabajo realizado por Cadenas *et al* 2009, la densidad relativa encontrada en Monte Zerpa, fue considerablemente menor. Esto, posiblemente se debe a que, en dicha investigación, se planificó el método de muestreo en zonas muy cercanas a los cursos de agua adyacentes al cauce principal del Rio Albarregas. En esta investigación y durante diez años de experiencia en campo con estos organismos (*B. orestes*), hemos detectado su aparente preferencia por ambientes

húmedos, pero también su aversión a ambientes anegados, acaudalados o en los cuales exista exposición de su cuerpo al contacto directo con el agua.

En vista de que Monte Zerpa fue la localidad en la que se encontró una mayor densidad relativa, cabe pormenorizar entonces, algunas de sus características ambientales, diferentes del resto de las localidades en tres aspectos: *i*) En términos de altitud, Monte Zerpa es la localidad más baja; *ii*) También es la localidad en la que las salamandras fueron encontradas posadas sobre hojas a mayor altura; y, *iii*) es la localidad en la que, además, las temperaturas registradas de los sitios donde se encontraban las salamandras fueron mayores

(*vid supra* Tabla 1. p. 33).

*Bolitoglossa orestes*, como la mayoría de los miembros de la familia Plethodontidae, respira a través de la piel. Esta característica las constriñe a habitar en microclimas con humedad relativa alta, como ya hemos constatado, y a temperaturas de clima templado (entre 12 y 17 °C), pues para realizar el intercambio gaseoso con el ambiente, deben mantener la piel hidratada y permeable.

Cuando abandonan sus refugios, pierden humedad, aunque se encuentren en ambientes frescos (Feder, 1983). Por eso, para restringir la pérdida de agua, limitan su actividad a alimentarse y aparearse en periodos de alta humedad.

Durante el día, *Bolitoglossa orestes* permanece bajo la hojarasca, troncos en descomposición, bajo piedras, musgos u otros elementos de la selva nublada que ellas encuentren disponibles en el suelo para albergarse. Por las noches - típicamente las no muy lluviosas -, dejan sus refugios y trepan sobre plantas herbáceas, principalmente bromelias (Pitcairnioidea y Bromelidae), y sobre la vegetación arbórea para posarse y capturar pequeñas presas con su rápida lengua protractil.

Los estudios sobre la dieta de *B. orestes* (Díaz de Pascual *et al*, 2010; Cadenas *et al*, 2009) han demostrado que ésta consiste principalmente en invertebrados hipogeos y epigeos, que pululan normalmente sobre la hojarasca.

Pero además de ser depredadoras, estas salamandras (*B. orestes*) son también presas de otros depredadores y han desarrollado mecanismos de defensa. Uno de estos es la autotomía completa de su cola. En diferentes ocasiones, durante las salidas de campo de este trabajo especial de grado, este mecanismo de defensa fue documentado, así como se muestra en el ejemplar de la fotografía siguiente.



**Leyenda:** Ejemplar de *Bolitoglossa orestes* que ha realizado autotomía de su cola.

La sobrevivencia de las salamandras de la familia Plethodontidae está ligada en gran medida a las condiciones del ambiente. El dosel del bosque y la cobertura del suelo son factores sumamente importantes (Fraser, 1976; Jaeger, 1981). La humedad y la cobertura vegetal influyen también en el éxito que puedan tener los individuos en la búsqueda de sus alimentos. De hecho, su masa corporal se correlaciona positivamente con la cobertura (Grover, 1998). Se ha encontrado asimismo (Cruz *et. al.*, 2016) que la temperatura corporal de las salamandras se correlaciona con la temperatura del sustrato.

Los resultados obtenidos en esta tesis muestran que la humedad relativa y la temperatura son dos variables ambientales importantes que parecieran influir sobre la presencia de estas salamandras. En esta tesis también se encontró que la densidad relativa de las salamandras se correlaciona positivamente con la temperatura y la humedad.

Para entender los patrones de uso del hábitat de esta especie de salamandras, es importante predecir las respuestas a los cambios naturales del ambiente y a aquellos introducidos por el hombre, pues ya se ha demostrado el efecto negativo que sobre ellas ejercen la tala y la remoción de la cobertura vegetal (Petranka, 1999).

*Bolitoglossa orestes*, al igual que otras especies de anfibios, está siendo afectada, como especie, por la rápida degradación de las selvas nubladas de la región andina, debido al avance de la agricultura y la ganadería de altura, desarrolladas de manera creciente en los últimos años. Esa degradación afecta las condiciones ambientales requeridas para la subsistencia de la especie, pues la tala de árboles y la introducción de especies vegetales exóticas, junto a los otros factores ya mencionados, están produciendo cambios desfavorables de condiciones físicas y químicas de los ambientes forestales de selva nublada.

Los impactos del cambio climático sobre anfibios pueden ocurrir de forma directa o indirecta. Los efectos directos incluyen variaciones fisiológicas, fenológicas, reproductivas y de comportamiento. Y los efectos indirectos impactan principalmente la disponibilidad de alimento y el cambio en su hábitat (Blaustein *et al.*, 2010).

La temperatura en los anfibios actúa como un factor de regulación de muchos procesos fisiológicos, incluyendo las tasas de consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca, la locomoción, el balance hídrico y la digestión (Rome *et al.*, 1992). En la mayoría de las especies, la piel es un órgano respiratorio y osmoregulador, a través de la cual el agua se mueve libremente. Por consiguiente, las altas tasas de evaporación, la disminución de la precipitación y la humedad, podrían alterar su fisiología y comprometer su supervivencia. Este es precisamente el caso de las salamandras, que carecen de pulmones y dependen de la respiración cutánea, característica que las hace más susceptibles a los cambios en la precipitación y la temperatura (Blaustein *et al.*, 2010).

Además, el aumento de la temperatura y los cambios en la humedad hacen que algunos anfibios reduzcan su actividad y alteren sus patrones de dispersión o migración (Blaustein *et al.*, 2010), hechos que los podrían hacer más sensibles a la acción de patógenos.

Sin embargo, hay que llamar la atención que en esta tesis la mayor densidad relativa de *Bolitoglossa orestes* se detectó precisamente en la selva nublada de Monte Zerpa, localidad que se diferencia significativamente del resto de las localidades listadas en este trabajo por poseer la menor altitud y la temperatura más alta. Ese es un resultado cuantitativo y cualitativo notable de este estudio, pero él no pretende ser concluyente ni fue ese su propósito, aunque si da pie para sugerir estudios más detallados que permitirían conocer los mecanismos de adaptación de estos organismos a los cambios bruscos de las condiciones del ambiente, a fin de implementar medidas para la protección de las diferentes especies.

La disminución de la cobertura del suelo altera la humedad y la distribución de micro hábitats apropiados para la sobrevivencia de las salamandras (Semlitsch *et al.*, 2008).

Vale resaltar que aquellas especies de anfibios que habitan ambientes andinos y páramos, con rangos altitudinales estrechos, exhiben un mayor riesgo ante el cambio climático (Blaustein *et al.*, 2010). Esto ha sido documentado por Lawler *et al.* (2010).

Por consiguiente, importa destacar que parece necesario y conveniente estudiar simultáneamente un mayor número de variables ambientales. Entre ellas, por

ejemplo, la cobertura vegetal, la estructura y la calidad del suelo, la estructura del hábitat, ...y otras. Ya que los cambios de la densidad relativa de estas especies de anfibios en las localidades estudiadas en esta tesis, permitirían evaluar el efecto de los cambios producidos por la intervención del hombre.

Las salamandras de la familia Plethodontidae son fuertemente afectadas por la desecación, factor que en gran medida puede ser causado por el aumento de la temperatura global (Bernardo & Spotila, 2006).

## 7.- CONCLUSIONES

*Bolitoglossa orestes* habita en las entrañas de las selvas nubladas de la Sierra La Culata, en Mérida-Venezuela. Su densidad relativa varía de localidad en localidad, debido probablemente a las características ambientales que oferta el micro hábitat donde ellas residen. Entre las variables ambientales más importantes que parecen influir en el tamaño poblacional de esta especie en las localidades visitadas, se encuentran la temperatura y la humedad relativa.

Estos delicados animales aprovechan su nicho ecológico de manera muy específica, porque están limitados por un modo de vida finamente adaptado al ecosistema de selva nublada. Por ende, las transformaciones naturales o

inducidas por el ser humano en esta unidad ecológica influyen en la sobrevivencia de *B. orestes*.

*B. orestes* ha sido catalogada por la IUCN como una especie vulnerable, debido entre otras razones a la declinación mundial de los anfibios y a la transformación de las selvas nubladas donde habita esta especie. Ciertamente, durante las visitas de campo realizadas en 2019 para fundamentar esta investigación, se pudo notar que, en comparación con años anteriores, las localidades se encontraban transformadas ambientalmente. Estas transformaciones se deben principalmente a la ganadería de altura, la agricultura convencional, la deforestación y la introducción de especies exóticas. Por ello, esta tesis sugiere continuar investigando sobre el rango de distribución y sobre los tamaños poblacionales de *B. orestes*, además de monitorear las transformaciones de las Selvas Nubladas a fin de generar, más temprano que tarde, estrategias de conservación que salvaguarden a esta y a muchas otras especies. Ellas nos lo agradecerán.

## 8.- BIBLIOGRAFÍA

Aldana, A. & Bosque, J. (2008). Evaluación de la zonificación de uso del Parque Nacional Sierra de La Culata, Mérida-Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana*, 43 (1), 9-34.

Akirov, I. (2009). Las pteridofitos de Monte Zerpa, Mérida, Venezuela. *Pittieria*, 33, 79-88.

AmphibiaWeb, (2021). Portal electrónico: <https://amphibiaweb.org/>

Ataroff, M. & Sarmiento, L. (2003). *Diversidad en Los Andes de Venezuela. I Mapa de unidades ecológicas del estado Mérida*. CD-ROM, Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Ataroff, M., & Sarmiento, L. (2004). Las unidades ecológicas de los Andes de Venezuela. En La Marca, E., Soriano, P. (eds.): *Reptiles de Los Andes de Venezuela*. Fundación Polar, Codepre-ULA, Fundacite-Mérida, Biogeos, Mérida, pp. 9-26.

Barrio-Amorós, C., & Fuentes-Ramos, O. (2004). Amphibia: Caudata: Plethodontidae: *Bolitoglossa spongai*.- *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 781, 1-2.

Barrio-Amorós, C. L. (2009). Riqueza y Endemismo. pp. 25-39. En: Molina, C., Señaris, J.C., Lampo, M. & A. Rial (Eds.). *Anfibios de Venezuela: Estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación*. Ediciones Grupo TEI, Caracas: 130 pp.

Barrio-Amorós, C., García, J., & Fuentes-Ramos, O. (2010). Preliminary data on the natural history and intraspecific variation of the endangered salamander *Bolitoglossa spongai* in the Venezuelan Andes. *Salamandra*, 46 (2), 108-113.

Barrio-Amorós, C., Rojas-Runjaic, F., & Señaris, C. (2019). Catalogue of the amphibians of Venezuela: Illustrated and annotated species list, distribution, and conservation. *Amphibian and Reptile Conservation*, 13 (1), 1-198.

Barrio-Amorós, C. L., & Fuentes-Ramos, O. (1999). *Bolitoglossa spongai* a new species of salamander (Caudata: Plethodontidae) of Venezuelan Andes, with comments on the genus in Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 19(4), 9-19.

Bécue M., Lebart L., Salem A. (2002) Análisis estadístico de datos textuales. Editorial Milenio.

Bernardo, Joseph & Spotila, James. (2006). Physiological constraints on organismal response to global warming: Mechanistic insights from clinally varying populations and implications for assessing endangerment. *Biology Letters*, 2 (1), 135-9.

Blaustein, A.R., Hoffman, P.D., Hokit, D.G., Kiesecker, J.M., Walls, S.C., & Hays, J.B. (1994). UV repair and resistance to solar UV-B in amphibian eggs: a link to population declines?. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91 (5), 1791-1795.

Blaustein, A. R., Walls, S.C., Bancroft, B. A., Lawler, J.J., Searle, C.L., & Gervasi, S. S. (2010). Direct and Indirect Effects of Climate Change on Amphibian Populations. *Diversity*, 2, 281-313.

Blackburn, D., & Wake, D. (2011). Class Amphibia Gray, 1825. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148, 1.8.

Boone, M. D., & C. M. Bridges. (2003). Impacts of chemical contaminants on amphibian populations. Pages 152-167 in R. D. Semlitsch, editor. *Amphibian conservation*. Smithsonian Press, Washington, D.C., USA.

Brame Jr., A. H., & Wake, D. B. (1962). A New Plethodontid Salamander (Genus *Bolitoglossa*) from Venezuela with Redescription of the Ecuadorian *B. palmata*. *Copeia*, 1962 (2), 170-177.

Brame Jr., A. H., & Wake, D. B. (1963). The salamanders of South America. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles Country*, 69, 1-73.

Burton, T., & Likens, G. (1975). Energy Flow and Nutrient Cycling in Salamander Populations in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Ecology*, 56(5), 1068-1080.

Cadenas, D. A., Pérez Sánchez, A. J., Villa, P. M., & de Ascensão, A. A. (2009). Abundancia relativa, uso del hábitat y dieta de *Bolitoglossa orestes* (Urodela: Plethodontidae) en una selva nublada andina venezolana. *Ecotrópicos*, 22, 99-109.

Cárdenas, A., Carpio, R. y Escamilla, F. (2000). *Geografía de Venezuela*. Caracas, Fondo Editorial de la Universidad Experimental Libertador. 465 pp.

Carroll, R. L. (1992). The primary radiation of terrestrial vertebrates. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 20, 45-84.

Carroll, R. L. (2009). The Rise of Amphibians: 365 Million Years of Evolution. *Integrative and Comparative Biology*, 49(6), 725-726.

Cruz, J. A., Arroyo-Cabrales, J., & Reynoso, V. H. (2016). Reconstructing the paleoenvironment of Loltún Cave, Yucatán, Mexico, with Pleistocene amphibians and reptiles and their paleobiogeographic implications. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 33(3), 342-354.

Daszak, P., Cunningham A.A., & Hyatt, A.D. (2003). Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity & Distributions*, 9, 141-150.

Díaz de Pascual, A., García, J., Mora, A., Kiyota, S. & Escalona, M. (2010). *Bolitoglossa orestes* (Culata Climbing Salamander) and *Bolitoglossa spongai* (NCN). Life history. *Herpetological Review*, 41(2), 186-187.

Duellman, W. E. (1978). The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. Miscellaneous publication (Museum of Natural History, University of Kansas), 65, 352 pp.

Duellman, W. E., & S. S. Sweet, S.S. (1999). Distribution patterns of amphibians in the Nearctic region of North America. In: Duellman, W.E. (Ed.),

*Patterns of Distribution of Amphibians, A Global Perspective*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, pp. 31-109.

Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins University Press. 670 pp.

Duméril, A. M., Bibron, G., Duméril, A. (1854). *Erpétologie générale, ou, Histoire naturelle complète des reptiles (Tome IX)*. Librairie Encyclopédique de Roret. Rue Hautefeuille, 12. Paris. 440 pp.

Feder, M. (1983). Integrating the ecology and Physiology of Plethodontid Salamanders. *Herpetologica*, 39 (3), 291–310.

Fermín, G., García-Gutiérrez, J., Escalona, M., Mora, A., & Díaz, A. (2012). Molecular taxonomic reassessment of the cloud forest's *Bolitoglossa* salamanders (Caudata: Plethodontidae) from Cordillera de Mérida (Mérida state, Venezuela). *Zootaxa*, 3356, 47–56.

Fraser, D. (1976). Empirical Evaluation of the Hypothesis of Food Competition in Salamanders of the Genus *Plethodon*. *Ecology*, 57 (3), 459-71.

García-Gutiérrez, J.; Escalona, M.; Mora, A.; Díaz, A.; Fermín, G. (2013). A new species of salamander (Caudata: Plethodontidae, *Bolitoglossa*) from Sierra Nevada de Mérida, Venezuela. *Zootaxa*, 3620 (1), 179-91.

Google Earth (2020). Consultado el 2 de Diciembre.

Grover, M. (1998). Influence of Cover and Moisture on Abundances of the Terrestrial Salamanders *Plethodon cinereus* and *Plethodon glutinosus*. *Journal of Herpetology*, 32(4), 489-497.

Gutiérrez-Lamus, D. L., Lynch, J.D., & Martínez-Villate, G. C. (2011). Population estimators and adult sex ratio for a population of *Bolitoglossa altamazonica* (Caudata: Plethodontidae). *Basic and Applied Herpetology*, 2011 (25), 43-54.

INDEFOR.ULA.Ve. Portal electrónico: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/>

INDEFOR.ULA.Ve.<sup>a</sup>. Portal electrónico: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/san-eusebio/>.

Jaeger, R. (1981). Birds as Inefficient Predators on Terrestrial Salamanders. *The American Naturalist*, 117 (5), 835-837.

Kats, L. B. & Ferrer, R. P. (2003). Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and Distributions*, 9, 99-110.

Krebs, Charles J. (2009). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*, 6th Edition. University of British Columbia, Vancouver. 655 pp.

La Marca & García-Pérez, (2004). (IUCN)

Lawler, J.J., Shafer, S.L., Bancroft, B.A. & Blaustein, A.R. (2010). Projected Climate Impacts for the Amphibians of the Western Hemisphere. *Conservation Biology*, 24 (1), 38– 50

Neckel-Oliveira, S., Sarmiento, J., Galatti, U., Suárez, P., Lima, C., Lima, A., & Fáveri, S. (2011). Reproductive Traits of the Brazilian Salamander *Bolitoglossa paraensis* (Urodela: Plethodontidae). *Copeia*, 2011 (3), 457-462.

Olgun, K., Miaud, C. & Gautier, P. (2001). Age, growth, and survivorship in the viviparous salamander *Mertensiella luschani* from southwestern Turkey. *Canadian Journal of Zoology-revue Canadienne De Zoologie - CAN J ZOOL*, 79, 1559-1567.

Ortega, J., Monares-Riaño, J., & Ramirez-Pinilla, M. P. (2009). Reproductive Activity, Diet, and Microhabitat Use in *Bolitoglossa nicefori* (Caudata: Plethodontidae). *Journal of Herpetology*, 43, 1-10.

OSORIO, B. y B. ANDRADE. (1984). Proyecto Conservacionista de las Cuenca Alta de los Ríos Macho-Capaz, Municipio Jají, Edo. Mérida. Escuela de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ing. Forestal. Mérida-Venezuela.

Parra-Olea, G., García-París, M., & Wake, D.B. (2004). Molecular diversification of salamanders of the tropical American genus *Bolitoglossa* (Caudata: Plethodontidae) and its evolutionary and biogeographical implications. *Biol. Journ. Linn. Soc. London*, 81, 325-346.

Petranka, J. (1999). Recovery of Salamanders after Clearcutting in the Southern Appalachians: A Critique of Ash's Estimates. *Conservation Biology*, 13(1), 203-205.

Piñero Bonilla, J. & La Marca, E. (1996). Hábitos alimentarios de *Nephelobates alboguttatus* (Anura: Dendrobatidae) en una selva nublada andina de Venezuela. *Revista de biología tropical*, 44 (2), 827-833.

Pounds, J. A., Bustamante, M. R., Coloma, L. A., Consuegra, J. A., Fogden, M. P., Foster, P. N., La Marca, E., Masters, K. L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., Ron, S.R., Sanchez-Azofeifa, G.A., Still, C., & Young, B. E. (2006).

Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439 (7073), 161-167.

Rivas, R., y Delgado, C. (1980). Estudio físico-geográfico del pie de monte andino lacustre del sur del lago de Maracaibo, en el sector comprendido entre los ríos Onia y Capazón (con énfasis en Geomorfología). Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales, Trabajo especial de grado para optar al título de Geógrafo, ULA, Mérida-Venezuela.

Rome, L. C., Stevens, E. D., & John-Alder, H. B. (1992). The influence of temperature and thermal acclimation on physiological function. In M. E. Feder & W. W. Burggren (Eds.), *Environmental physiology of the amphibians* (pp. 205-205). Chicago: University of Chicago Press.

Rueda, J. V., Castro, F., Cortez, C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. En Angulo, A., Rueda, J. V., Rodríguez, J. V., La Marca, E.: *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la Región Tropical Andina*. Conservación Internacional. Serie manuales de campo N° 2. Panamericana formas e impresos S. A., Bogotá D. C. 298 pp.

Schargel, W. E., Garcia-Perez, J. E., & Smith, E. N. (2002). A new species of *Bolitoglossa* (Caudata: Plethodontidae) from the Cordillera de Merida, Venezuela. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 534-542.

Schargel, W., & Rivas, G. (2003). Two new country records of salamanders of the Genus *Bolitoglossa* from Colombia and Venezuela. *Herpetozoa*, 16, 94-95.

Schneider, J., Gaviria, J., & Zizka, G. (2003). Inventario florístico de un bosque altimontano húmedo en el Valle de San Javier, Edo. Mérida, Venezuela. *PlantULA*, 3(2), 65-81.

Semlitsch, R., Conner, C., Hocking, D., Rittenhouse, T., & Harper, E. (2008). Effects of Timber Harvesting on Pond-Breeding Amphibian Persistence: Testing the Evacuation Hypothesis. *Ecological Applications*, 18(2), 283-289.

Stuart, S.N., Chanson, J.S., & Cox, N.A., Young, B.E., Rodriguez, A.S.L., Fischman, D.L., & Waller, R.W. (2004). Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Science*, 306, 1783-1786.

Sweet, S.S., & Pianka, E.R., (2007). Monitors, mammals and Wallace's Line. pp. 79-99. In Horn, H.-G., Böhme, W. & Krebs, U. (Eds.), *Advances in Monitor Research III. Mertensiella*, 16, Rheinbach,

Toft, C. A. (1980). Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia*, 45,131-141.

Trapido, H. (1942). A new salamander from Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 8, 297-301.

Vial, J. L. (1968). The ecology of the tropical salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 15, 13-115.

Wake, D., & Vredenburg, V. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 Suppl 1. 11466-73.

Wake, D. & Lynch, J. F. (1976). The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin*, 25, 1-65.

Wells, Kentwood D. (2007). *The Ecology & Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press. 1148 pp.

## ANEXO 1

Planilla usada para registrar los datos durante los muestreos de *Bolitoglossa orestes*.

Planilla N°:	Fecha:
Ejemplar N°	Localidad:
Hora del avistamiento:	Coordenadas geográficas:
<b>Características geográficas, climáticas y de microhábitat</b>	
Elevación:	Condiciones atmosféricas
Fotografías N°:	Video N°:
Sustrato donde es encontrado el ejemplar:	
Altura respecto al suelo:	
Características del hábitat:	
Características del microhábitat:	
Temperatura del sitio de encuentro:	
Humedad relativa del sitio de encuentro:	
Descripciones Muestra Botánica:	