

**CARACTERÍSTICAS DE HÁBITAT DE *Phyllobates terribilis* (ANURA-
DENDROBATIDAE) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO SAIJA, TIMBÍQUÍ COSTA
PACÍFICA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA: COLOMBIA.**

MILLER OLMEDO GALVEZ CERON

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN-CAUCA
2016**

**CARACTERÍSTICAS DE HÁBITAT DE *Phyllobates terribilis* (ANURA -
DENDROBATIDAE) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO SAIJA, TIMBÍQUÍ COSTA
PACÍFICA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA: COLOMBIA.**

MILLER OLMEDO GALVEZ CERON

Trabajo de grado

Para optar al título de Biólogo

Director

Manuel Gilberto Guayara Barragán. Bio

Co-director

Jimmy Alexander Guerrero Ph.D.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN-CAUCA
2016**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director
Manuel Gilberto Guayara Barragán

Firma del Codirector
Jimmy Alexander Guerrero Vargas

Firma del Jurado
Diana Rocío Cárdenas

Firma del Jurado
Andrés Felipe Liévano

Ciudad y Fecha de sustentación: Popayán _____ de _____ de _____

Dedicatoria

Una virtud hay que quiero mucho, una sola.

Se llama obstinación.

*Todas las demás, sobre las que leemos en los libros
y oímos hablar a los maestros, no me interesan tanto.*

*En el fondo se podría englobar todo ese sinfín de virtudes
que ha inventado el hombre en un solo nombre.*

Virtud es: obediencia. La cuestión es a quien se obedece.

*La obstinación también es obediencia. Todas las demás virtudes,
tan apreciadas y ensalzadas, son obediencia a leyes
dictadas por los hombres.*

Tan sólo la obstinación no pregunta por esas leyes.

*El que es obstinado obedece a otra ley, a una sola,
absolutamente sagrada, a la ley que lleva en sí mismo,
al "propio sentido".*

Hermann Hesse, Obstinación

AGRADECIMIENTOS

No sería lo suficiente sincero si empezara dándole las gracias a cosas materiales y sin sentido. Por tal razón, gracias a Dios por darme la fuerza, la sabiduría y las herramientas necesarias para seguir adelante a pesar de las dificultades. Aquellas herramientas como mi familia que cada uno con su granito de arena han aportado grandes cosas en mi vida y en mi carrera, a mis padres Amelia cerón y Olmedo Gálvez que con su gran esfuerzo y apoyo me han sabido acompañar paso a paso, a mis hermanos y hermanas, sobrinos y cada familiar que con su fortaleza me supieron dar la mano cuando desfallecía por algún motivo. A mis tutores al igual que a todos mis profesores, que con la sabiduría que les brindaste, supieron impregnar el conocimiento y forjar ese espíritu de curiosidad en mi ser. Gracias Dios porque con ayuda del amor supiste mostrarme la caridad que tienes hacia mí, mandándome en cada una de mis etapas una persona que me supiera valorar y me brindara esa gran oportunidad de quererla y que me quisiera como tú lo disponías. Y por último gracias señor porque en cada dificultad me dejaste ver tu infinita misericordia dándome unos cuantos miles de amigos que se encargaron de mostrarme con sus locuras, risas y llanto, lo mucho y lo importante que soy para ellos y dejarme mostrarles que tan especiales son en mi vida, ya que cada uno aportó en cierta medida un mililitro de sabiduría en la construcción de este gran frasco de conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a por esta gran universidad la Universidad del Cauca que poco a poco me supo forjar y guiar por ese buen camino del saber y la investigación, y forjar a un futuro Biólogo profesional que aportará su conocimiento en pro del progreso ambiental.

A Botas al campo por su apoyo con la beca “Botas al campo”, que con su aporte financiero apoyó en cierta medida los gastos en campo y con su experiencia como fundación van a saber transmitir y mostrar el conocimiento adquirido en este trabajo.

A la empresa WSP por su aporte financiero en las salidas de campo.

Gracias a mis directores Jimmy Guerrero y Manuel Guayara, por sus aportes y gran conocimiento.

Gracias mis profesores y tutores, que sin tener responsabilidad me supieron dar el apoyo y las respectivas correcciones a mi trabajo.

Gracias a mis amigos y compañeros Gustavo Piso y Luis López que me apoyaron en las salidas de campo y sus conocimientos.

Gracias a la unidad de microscopía electrónica y cada uno de sus miembros, por su amistad apoyo y conocimiento.

Gracias a cada uno de los estudiantes amigos y demás personas que pusieron su granito de arena en este gran proceso.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 2. JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| 3. ANTECEDENTES..... | 6 |
| 4. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 3.1 HÁBITAT..... | 7 |
| 3.2 MICROHÁBITAT EN ANFIBIOS | 8 |
| 3.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE <i>Pyillobates terribilis</i> | 9 |
| 3.4 ADAPTACIONES CONDUCTUALES | 9 |
| 5. OBJETIVOS | 11 |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL: | 11 |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 11 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| 6.1 SITIOS Y ÉPOCAS DEL MUESTREO | 12 |
| 6.2 DISEÑO DEL MUESTREO | 14 |
| 6.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN O FASE DE CAMPO..... | 15 |
| 6.3.1 Variables de hábitat..... | 16 |

| | |
|---|----|
| 6.3.2 Uso de microhábitat | 17 |
| a. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA AL HÁBITAT Y MICROHÁBITAT..... | 17 |
| b. DISEÑO EXPERIMENTAL | 19 |
| 7. RESULTADOS..... | 20 |
| 7.3 Variables de hábitat | 20 |
| 7.3.1 Características generales de hábitat y microhábitat..... | 26 |
| a. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA AL HÁBITAT Y MICROHÁBITAT..... | 30 |
| 8. DISCUSIÓN..... | 34 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 39 |
| 10. RECOMENDACIONES | 40 |
| 11. BIBLIOGRAFIA..... | 41 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | |
|--|----|
| <u>Gráfica 1. Comparación del número de plantas del estrato rasante en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.</u> | 21 |
| <u>Gráfica 2. Comparación del número de plantas del estrato arbustivo en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.</u> | 22 |
| <u>Gráfica 3. Comparación del número de plantas del estrato herbáceo en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.</u> | 22 |
| <u>Gráfica 4. Comparación de la temperatura de hábitat en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.</u> | 23 |
| <u>Gráfica 5. Comparación de la humedad relativa en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.</u> | 24 |
| <u>Gráfica 6. Relación de las características ambientales y estratos vegetales con la presencia y ausencia de la rana. (1) y (2) señalan la presencia y ausencia de la rana respectivamente en las diferentes parcelas donde se realizaron los muestreos. Los ejes de ordenación son: horizontal 1 = Componente principal 1 (43.24 % de la varianza explicada) y vertical 2 = Componente principal 2 (25.02 %) de la varianza explicada), sumando ambas el 68.26 % de la proporción acumulativa.</u> | 25 |
| <u>Gráfica 7. Relación de las características ambientales y estratos vegetales con la presencia de la rana. Los ejes de ordenación son: horizontal 1 = Componente principal 1 (38.26 % de la varianza explicada) y vertical 2 = Componente principal 2 (31.12 % de la varianza explicada), sumando ambas el 69.37 % de la proporción acumulativa.</u> | 27 |
| <u>Gráfica 8. Relación de las características ambientales y estratos vegetales con los diferentes tipos de sustrato hojarasca, troco, tierra, bromélias, musgo.</u> | 29 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <u>Figura 1. Mapas de la ubicación geográfica del municipio de Timbiquí y sitios de muestreo</u> | 12 |
| <u>Figura 2. Medición de las características ambientales y canto. A) Grabadora Sony activada para capturar posibles cantos. B) Termómetro infrarrojo cerca de <i>P. terribilis</i> C) Con ayuda de los guías de la zona determinando características ambientales</u> | 14 |
| <u>Figura 3. Marcación y colocación de parcelas de manera aleatoria en el interior del bosque en la cuenca baja del río Saija, en donde se colocaron 68 parcelas de 5 x 5 metros.</u> | 15 |
| <u>Figura 4. Marcación y ubicación de 35 transectos de 10 m de largo colocados de manera aleatoria en el territorio de la Brea.</u> | 15 |
| <u>Figura 5. Estratificación vegetal, según el método propuesto por Rangel y Lozano 1986.</u> | 16 |
| <u>Figura 6. Caracterización y recopilación de datos vegetales en la zona de la Brea. A) reconocimiento de vegetación con ayuda de los guías de la zona. B) Registro fotográfico de la estructura vegetal. C) ubicación de las transectos aleatoriamente</u> | 18 |
| <u>Figura 7. Frecuencia de la especie respecto a la asociación al tipo de sustrato</u> | 28 |
| <u>Figura 8. Relación del número de Géneros por cada familia en la zona de la Brea.</u> | 30 |
| <u>Figura 9. Perfiles idealizados de la estructura horizontal del bosque de la quebrada La Brea</u> | 31 |

Figura 10. Perfiles idealizados de la estructura vertical del bosque de la quebrada La Brea.32

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| <u>Tabla 1. Tabla general de las variables ambientales y vegetación con relación a la presencia y ausencia de la especie.</u> | 20 |
| <u>Tabla 2. Tabla de cargas respecto a los componentes principales con relación a la presencia y ausencia de la especie.</u> | 25 |
| <u>Tabla 3. Tabla de cargas respecto a los componentes principales con relación a la presencia de la rana.</u> | 26 |
| <u>Tabla 4. Relación de cargas de las correlaciones canónicas en los dos principales ejes.</u> | 29 |

RESUMEN

En particular, el andén del Pacífico se caracteriza por su alta diversidad de ranas venenosas pertenecientes a la familia Dendrobatidae, ya que sus colores vistosos han despertado todo tipo de interés. Ahora bien, uno de los problemas ambientales más notables a nivel mundial es la disminución de la diversidad biológica asociada a la pérdida, fragmentación y transformación del hábitat y sus efectos. De este modo es importante determinar las características del hábitat de *Phyllobates terribilis*, una de las especies más vulnerables y con una tasa de disminución grande en el mundo.

Para determinar las características ambientales y vegetales asociadas al hábitat de la rana, se contaron y describieron estos parámetros, asociándolos entre ellos y al tipo de sustrato, determinando así que al parecer *P. terribilis* está explotando una combinación de condiciones ecológicas en los bosques de la costa pacífica del municipio de Timibiquí Cauca y se estaría relacionando tanto a un conjunto de características ambientales del bosque en general como a variables climáticas.

Este estudio resalta la importancia de conservar bosques que se encuentran en proceso de regeneración, como los bosques de la quebrada la Brea y la Sierpe, ya que estos son hábitats exclusivos para muchas especies de organismos incluida la especie de estudio, y en el caso de bosques tropicales, éstos son sitios que presentan la mayor diversidad y endemismo en el mundo.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los estudios sobre diversidad biológica, muestran la importancia ecológica que tiene el Chocó biogeográfico por su función trascendental en el flujo genético que ha propiciado la especiación de los anfibios en las tierras bajas del occidente Colombiano (Lynch, 2001; Duellman, y Burrowes, 1989; Lynch y Suarez. 2004). En particular, el andén del Pacífico se caracteriza por su alta diversidad de ranas venenosas pertenecientes a la familia Dendrobatidae, ya que sus colores vistosos han despertado todo tipo de interés resaltando una serie de investigaciones principalmente sobre las especies de los géneros *Dendrobates*, *Oophaga* y *Phyllobates*, orientados al conocimiento del origen de los polimorfismos, variación en la toxicidad, características de los venenos, estudios comportamentales, fisiológicos y sistemáticos (Myers, *et al.*, 1978; Posada 1909, Frost 2016, Ruíz-Carranza *et al.*, 1996, Acosta-Galvis 2000).

Ahora bien, uno de los problemas ambientales más relevantes a escala global es la reducción de la diversidad biológica asociada a los efectos de pérdida, fragmentación y transformación del hábitat como consecuencia de las actividades humanas (Hanken 1999; Knutson *et al.*, 1999). En el mundo entero las transformaciones de hábitat han afectado el establecimiento de especies de fauna como los anfibios, De este modo en América la mayoría de estas especies con poblaciones en declive se ubican en áreas montañosas de Centroamérica y los Andes (Pounds *et al.*, 1999, Young *et al.*, 2001, Lips *et al.*, 2005).

El hábitat de los anfibios cada vez es más reducido, la contaminación por efecto de las prácticas agrícolas y mineras presionan más las poblaciones de las ranas venenosas, esto sin tener en cuenta el tráfico ilegal al cual están expuestas (WSP 2014). En Colombia, la conservación de especies amenazadas ha sido acogida como una prioridad de trabajo en el Plan de Acción Nacional en Biodiversidad (PANB), mediante la ratificación de tratados como el Convenio de Diversidad biológica, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y La Unión Internacional para la Conservación

de la Naturaleza (IUCN), adoptados en la legislación nacional mediante las Leyes 17/1981, 99/1993, 165/1994, 357/1997, 812/2003 y 216/2003. En estos acuerdos y actos legislativos, se definen claramente las acciones, los responsables, los recursos y la infraestructura para su ejecución y evaluación (Kattan, *et al.*, 2005).

La rana dardo dorada (*Phyllobates terribilis*), está categorizada a nivel mundial como una especie en peligro de acuerdo con los criterios de la UICN (2012), y a nivel nacional protegida por el decreto 383 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial bajo categoría en peligro crítico, mientras que el CITES la incluye en el apéndice II junto con todas las especies del género. Adicionalmente, en el año 2012, la Alianza para la Cero Extinción, a través de un proceso de votación entre los ambientalistas a nivel mundial incluyó la especie dentro del grupo de las siete maravillas del mundo natural. Sin embargo, la información que se conoce sobre la especie es deficiente para poder generar una verdadera estrategia de conservación. El desconocimiento es tal que los caracteres morfológicos de identificación están en discusión actualmente (Márquez, *et al.*, 2012), dificultando los estudios sobre los rasgos poblacionales y ecología reproductiva de la especie. Esta situación, evidencia el desconocimiento acerca de la ecología de una especie que puede verse en una condición de alta vulnerabilidad, con pocas alternativas de conservación en un ecosistema con tasas de transformación cada vez más aceleradas (WSP 2014).

2. JUSTIFICACIÓN

Las tasas de extinción de plantas y animales se han acelerado durante los últimos años, y en la mayoría de los casos esto se ha debido a actividades humanas que han destruido o fragmentado hábitats adecuados para las especies (Blaustein *et al.*, 1994). Los anfibios son uno de los grupos animales que han sufrido fuertes disminuciones en sus poblaciones desde hace varios años atrás hasta la actualidad, así como de extinciones a nivel local y mundial (Blaustein y Wake 1994, Alford y Richards 1999, Houlahan *et al.*, 2000).

Uno de los retos actuales para la conservación es enfrentar simultáneamente las necesidades económicas que estimulan la expansión agrícola y la protección de la integridad de los ecosistemas y variables de las especies, ya que la mayoría de las prácticas agrícolas tienen a reducir la biodiversidad mediante el deterioro del hábitat natural (Perfecto *et al.*, 1996)

Desafortunadamente las razones de la disminución en poblaciones de anfibios no están claras, y se han propuesto una serie de factores que de forma individual o en conjunto serían los causantes de este fenómeno. Dentro de estos sobresalen la destrucción de hábitats por actividades humanas, el calentamiento global, la radiación ultravioleta, e infecciones por patógenos principalmente (Pechman *et al.*, 1991, Green 1997, Seckmeyer y Mckenzie 1992, Stuart *et al.*, 2008, Hof *et al.*, 2011). Este fenómeno ha sido más severo en zonas de elevaciones altas e intermedias, y se piensa que esto se debe a una mayor influencia del calentamiento global, la radiación ultravioleta, ya que en altitudes intermedias el cambio climático es un factor clave para la desaparición de poblaciones de anfibios, que promueve un gradiente termal cercano al intervalo de 17 a 25 °C, el cual es adecuado para el crecimiento de patógenos (Pounds *et al.*, 2006)

La principal causa del declive de poblaciones y especies amenazadas a nivel mundial es la pérdida y fragmentación de hábitat, ya que a través de este proceso se transforman los paisajes naturales en una matriz seminatural (Marsh y Pearman

1997). De esta manera, se ha identificado que las especies más vulnerables a la pérdida y fragmentación del hábitat son las que se distribuyen preferencialmente en el interior de los bosques y son muy dependientes de la alta calidad del hábitat (Urbina-Cardona *et al.*, 2006). Por su parte la tasa de disminución los anfibios ha ido en aumento en las últimas décadas y esto se ha asociado principalmente a la pérdida de hábitat (Blaustein *et al.*, 1994, Gardner *et al.*, 2007, Urbina-Cardona 2008). Ahora bien, *Phyllobates terribilis* es uno de los miembros de la familia Dendrobatidae menos conocidos, ya que los estudios realizados por Myers *et al.* 1978 acerca de la especie, necesitan ser continuamente actualizados, soportándose en la idea de que en el transcurso de 35 años las características ecológico-ambientales han cambiado por factores antrópicos antes mencionados, y los más recientes estudios realizados por Márquez *et al.* en 2012, siguen la secuencia del género con reportes y características, mas no especifican las características de hábitat para la especie.

De igual manera Bolívar y Lotters en 2004 y Stewart en 2010, precisan los hallazgos de la especie en bosques primarios, y enfatizan en la importancia de la posibilidad de encontrar la especie en bosques secundarios u otro tipo de hábitat. De esta manera los aportes que se hagan proveerán de gran información a los estudios preliminares de la especie, y en general de la familia de los dendrobátidos. Además aportará conocimiento de hábitat, al igual que su relación con el medio en el que viven, evidenciando la importancia de los elementos del hábitat en la dinámica poblacional de *P. terribilis*, e identificando situaciones de sensibilidad; se podría detectar de cierta manera las amenazas que se ciernen sobre la especie, al igual que se podría generar estrategias efectivas de conservación.

3. ANTECEDENTES

Las primeras investigaciones sobre *P. terribilis* se conocen desde 1978 cuando Myers *et al.* describieron la especie y realizaron una serie de anotaciones sobre la sistemática, ecología y toxicología, resaltando aspectos como la cantidad de veneno que produce, las cuales son relativamente grandes y es al menos veinte veces más tóxico que el de otras ranas venenosas, al igual que aspectos morfológicos, canto, características específicas de comportamiento, y su utilidad por los Indígenas Embera en los dardos para la cacería.

Adicionalmente Myers *et al.* en 1978 reportan a *Liophis epinephelus* como principal depredador, sin embargo esta información debe ser validada, ya que existe incertidumbre acerca de la veracidad de esta hipótesis (Com. Pers. Lynch 2014).

Bolívar y Lötters en 2004 hacen una revisión bibliográfica sobre la especie, colocándola en la lista roja de la UICN de especies amenazadas, ya que su distribución es menos de 5.000 km², y hay tendencia a la disminución en la extensión y calidad de su toda su área de distribución.

Los estudios de Acosta – Galvis en 2000, Ruiz – Carraza *et al.* en 1996, Grant *et al.*, 2006, entre otros, mencionan a la especie, dando referencias de distribución y aspectos generales del género.

Recientemente, Márquez *et al.*, en 2012 hacen una gran contribución hacia la actualización de datos de *P. terribilis* considerando su estado actual, sus posibles causas de peligro crítico, se amplía su rango de distribución, y con base en los datos moleculares, presentan alternativas de comparación con *Phyllobates bicolor* en diferentes localidades. De esta manera se discute la identidad de otras poblaciones del género *Phyllobates* en el oeste de Colombia, así como sus criterios morfológicos.

4. MARCO TEÓRICO

3.1 HÁBITAT

Las definiciones presentadas por Morrison *et al.* en 1992 y Block y Brennan en 1993 determinan "hábitat" como los recursos y las condiciones que presenta un área, para facilitar la ocupación incluyendo la supervivencia y la reproducción por un determinado microorganismo. Esta definición concuerda y se complementa con postulados de biólogos-ecólogos como Grinnell en 1917, Leopold en 1933, Hutchinson en 1957, Daubenmire en 1968, y Odum en 1971, con lo cual se define que Hábitat implica más que vegetación o estructura de la vegetación; es la suma de los recursos específicos que son necesarios por los organismos. Resumiendo el hábitat es específico del organismo; características físicas y biológicas de la zona se relaciona con la presencia de una especie, población o individuo (animal o planta).

Los microhábitats son divididos entre especies por factores como competencia, tolerancia fisiológica al ambiente y reproducción (Pough *et al.*, 2004). Las temperaturas en microhábitats pueden variar considerablemente respecto a temperaturas ambientales generales, como en el caso del interior de bromelias y plantas de banano que son habitadas por varios anuros en el neotrópico (Duellman y Trueb 1994).

Factores ambientales como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa del aire determinan distribución ecológica y geográfica de los anfibios (Duellman y Thomas 1996, Osorno-Muñoz 1999; Pough *et al.*, 2004). Durante noches lluviosas se observa mayor actividad en anuros como alimentación y forrajeo. Estos aparecen sobre troncos y hojas de árboles y arbustos, los cuales prefieren como sitios de alimentación por la alta diversidad y abundancia de insectos (Pough *et al.*, 2004).

3.2 MICROHÁBITAT EN ANFIBIOS

Según Inger en 1994, los anfibios se distribuyen en un hábitat de forma heterogénea, ocupando microhábitats, que son considerados los lugares precisos donde cada individuo se encuentra dentro del ambiente general. Esta distribución, promueve la disminución de la competencia interespecífica, debido a que utilizan microhábitats específicos que les permiten una explotación óptima de los recursos, manteniendo la riqueza y densidad poblacional (Schoener, 1974).

Myers *et al.* en 1978 toman como punto de análisis el hábitat de *P. terribilis* como una extensión de tierra, que rompe la uniformidad, con árboles grandes que han reforzado raíces, y altas palmas con raíces de zanco; en la parte baja habitan pequeñas palmas, plantas herbáceas y helechos, que conviven con una densa población de bromelias que se encuentran en los árboles y en el suelo, junto con los característicos cultivos de plátano que abundan principalmente en los alrededores de las casas.

Stewar en 2010, y Myers *et al.* en 1978 argumenta que *P. terribilis* se encuentra en la selva tropical de tierras bajas, la cual presenta, paisajes de colinas al pie occidental de un espolón inclinado hacia el norte de la Cordillera Occidental. Se cree que el bosque húmedo puede recibir por lo menos 5 metros de lluvia al año. Éste tiende a ser abierto en las laderas de grava que son generalmente húmedas debido a la filtración; éstas son suelos escarpados y laderas que se cubren a menudo en la grava. La hojarasca en su medida es escasa. La principal vegetación del suelo se compone de árboles jóvenes y arbolitos, pequeñas palmeras, plantas herbáceas y helechos (Myers *et al.*, 1978).

3.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE *Phyllobates terribilis*

Phyllobates terribilis fue descrita por Myers *et al.* (1978), sobre la base especímenes colectados en la quebrada Guanguí (localidad tipo) y La Brea, a unos 8 km al oeste en el Departamento del Cauca, Colombia, la cual fue la única conocida durante casi 20 años. Se informó más tarde de la especie cerca de la desembocadura del río Saija, sobre 15 km al oeste de la quebrada Guanguí al igual que dos especies de ranas *Phyllobates* se colectaron a unos 50 km al sur de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca (Márquez, *et al.* 2012). De este modo, las poblaciones de rana dorada están catalogadas en peligro de extinción debido a que su extensión de presencia es inferior a 5.000 km², todos los individuos están en menos de cinco localidades, y hay tendencia a la disminución en el alcance y la calidad de su hábitat en el departamento del Cauca, Colombia (Bolívar y Lötters, 2004).

3.4 ADAPTACIONES CONDUCTUALES

Con pocas excepciones en anuros, los anfibios terrestres son generalmente nocturnos, para evitar así las altas temperaturas y la baja humedad atmosférica que ocurren durante el día. En este periodo de luz solar permanecen en sitios que conserven la humedad, bajo piedras, en el interior de troncos, sumergidos en la hojarasca, en grietas con sombra y en las axilas de las hojas de bromelias y otras plantas, así como dentro de madrigueras en la tierra; estos refugios diurnos son comunes para anfibios terrestres y algunos arborícolas. Estos animales se establecen cómodamente en bromelias con acumulaciones de agua o alta humedad, así como también, en troncos podridos (Duellman y Trueb, 1994).

Durante la actividad nocturna, algunos anuros pueden perder hasta el 23% de su masa corporal en agua (Duellman y Trueb, 1994), así que durante el día es

necesario que el animal permanezca en un refugio con suficiente humedad para lograr rehidratarse, de lo contrario pueden llegar a morir.

Según Duellman y Trueb en 1994, muchos anfibios suelen presentar actividad diurna, en varios casos; durante y después de fuertes lluvias, si habitan en un sitio con alta humedad atmosférica, y en lugares muy fríos o hábitats montanos, pero solo si existe un gradiente de humedad positiva lo suficientemente alto como para contrarrestar la pérdida de agua por evapotranspiración. Se dice que la humedad es el factor principal que afecta la distribución ecológica en anfibios.

La reducción de la cantidad de la superficie corporal expuesta a la evaporación es una forma importante para reducir la pérdida de agua (Moore 1964). Muchos anuros que se caracterizan por ser arborícolas durante el día se mantienen en las ramas y hojas de los árboles; eligen un sitio sombreado y encorvan el limbo de la hoja enclaustrándose, resguardando las extremidades en su región ventral; de este modo las ranas arborícolas reducen la superficie corporal expuesta al aire, y la pérdida de agua por evaporación (Pough *et al.*, 2004). Hay ranas que son característicamente estáticas, posiblemente por la lentitud del proceso metabólico, resultan en una baja frecuencia ventilatoria y menor pérdida de humedad a través de la respiración. *Eleutherodactylus coqui* y *Agalychnis sp.*, asumen posturas especiales para conservar agua en periodos secos del día y de la noche, pero no son estáticas (Duellman y Trueb, 1994).

En anfibios, la aclimatación térmica es un cambio compensatorio, usualmente en respuesta a prolongados cambios en la temperatura ambiental por un ajuste en su tolerancia térmica corporal. Existe una temperatura crítica mínima y máxima en las cuales el 50% de individuos pueden sobrevivir (Duellman y Trueb, 1994).

5. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar las características del hábitat de la rana dardo dorada (*Phylllobates terribilis*) en la cuenca baja del río Saija municipio Timbiquí.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Caracterizar y comparar las variables de hábitat asociadas a la presencia - ausencia de *P. terribilis*.

Definir el uso de microhábitat a partir de la frecuencia de uso del sustrato disponible.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 SITIOS Y ÉPOCAS DEL MUESTREO

El municipio de Timbiquí se ubica en la costa del pacífico colombiano, se encuentra a 50 metros sobre el nivel del mar y presenta una temperatura media de 27°C, la mayor parte del territorio es plano a ligeramente ondulado y hace parte de la llanura del pacífico que presenta un litoral cubierto de manglares; su parte montañosa se encuentra hacia el oriente del municipio y corresponde a la cordillera occidental (Sierra *et al.*, 2006).

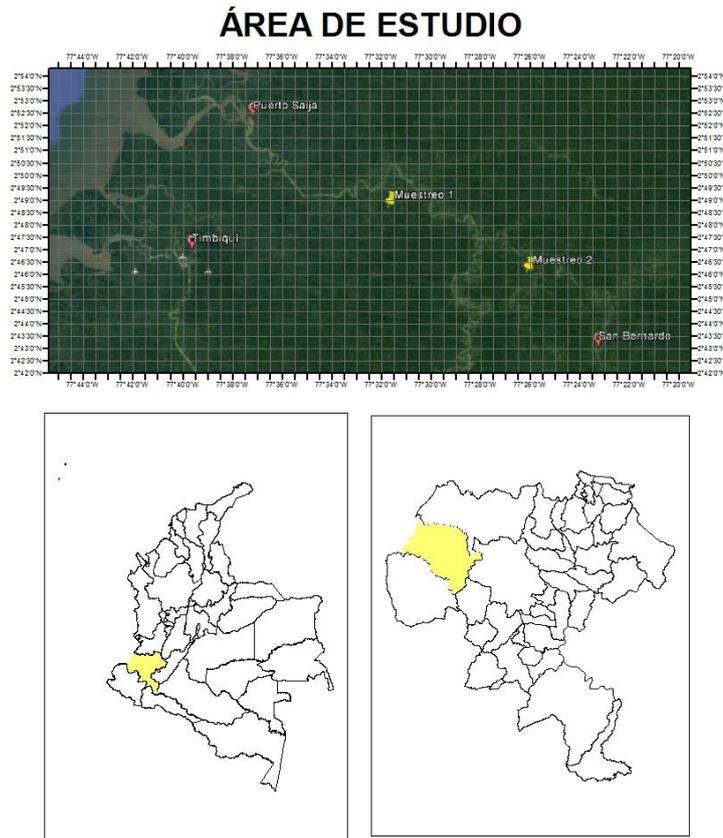


Figura 1. Mapas de la ubicación geográfica del municipio de Timbiquí y sitios de muestreo

Se realizó un pre-muestreo el cual consistió en ubicar sitios de manera aleatoria, se tuvieron en cuenta las referencias de investigaciones previas (Myers Daly y Malkin, 1978) y la información suministrada por las comunidades indígenas y afro locales, con el fin de definir los lugares de muestreo.

Se realizaron dos tipos de muestreos con diferente metodología (parcelas y transectos) ya que las características iniciales del proyecto “Plan de conservación de la rana dorada (*Phyllobates terribilis*, Myers Daly y Malkin, 1978) en la cuenca del río Saija en la comunidad indígena de la Sierpe y el corregimiento la Brea del municipio de Timbiquí al cual pertenece este trabajo de grado así lo disponían.

Según los estudios realizados en los meses de febrero y septiembre de 2014 en el municipio de Timbiquí costa pacífica Cauca, se registraron un total de 87 individuos, de los cuales se colectaron 3 especímenes, depositados en la Colección de Referencia de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Los Sitios en donde se efectuaron los registros fueron en la comunidad indígena de la Sierpe y la comunidad afro de la Brea.

Se realizaron muestreos durante enero - febrero y septiembre - octubre del 2014 en las áreas de la cuenca baja del río Saija (N 02°48'30" – W 77°36'32") y (N 02°46'56" – W 77°25'57"), y en el corregimiento de la Brea (N 2°46'35,3"-W 77°26'9,9" y N 2°47'5,3"-W 77°26'23,3") respectivamente. Cada uno de los sitios de muestreo corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo tropical (bmh – T) de acuerdo a Holdrige (1971), con precipitaciones entre 4000 – 7263 mm distribuidas en cuatro periodos de lluvia: diciembre-marzo, abril-mayo, junio-agosto (verano), septiembre-noviembre fuerte oleada invernal (WSP 2014), temperaturas promedio que oscila entre 23.5 y 27.5 °C, y con elevaciones comprendidas entre 20-130 msnm.

Las variables microclimáticas registradas en cada sitio de muestreo fueron: a) temperatura del aire (°C); b) temperatura del suelo (°C); c) humedad relativa (%). La temperatura y humedad se midió con un termohigrometro LWH - HTC-2 con rangos entre -10 a 60°C y de 5 a 99% HR. Del mismo modo, con el fin de optimizar los recursos disponibles se utilizaron dos datalogger EITECH RHT -10, uno ubicado en

transectos en el interior del bosque y otro en el borde de este, con el fin de registrar las fluctuaciones diarias de humedad y temperatura. La temperatura del suelo se tomó con un termómetro infrarrojo Infrared Dt8380.



Figura 2. Medición de las características ambientales y canto. A) Grabadora Sony activada para capturar posibles cantos. B) Termómetro infrarrojo cerca de *P. terribilis* C) Con ayuda de los guías de la zona determinando características ambientales

6.2 DISEÑO DEL MUESTREO

Para la primera salida y dar cumplimiento al primer objetivo se ubicaron 68 parcelas de 5 x 5 metros aleatoriamente ubicadas y georeferenciadas, en donde se registraron las variables de hábitat y el número de individuos de la especie que se encontraron en la parcela o en sitios aledaños a ésta. Este método sirve para monitorear cambios a través del tiempo, para medir las diferencias entre diversas áreas (o tipos de hábitats) en un tiempo dado (Rueda *et al.*, 2006).



Figura 3. Marcación y colocación de parcelas de manera aleatoria en el interior del bosque en la cuenca baja del río Saija, en donde se colocaron 68 parcelas de 5 x 5 metros.

En la segunda salida de campo se ubicaron 35 transectos de 10 metros y se midió a partir de esta los 5 m correspondientes a cada lado aleatoriamente ubicados, siguiendo la apreciación de Heyer *et al.* en 1994. De esta manera se realizó un conteo del número de ranas encontradas y se midieron sus características de hábitat y microhábitat.

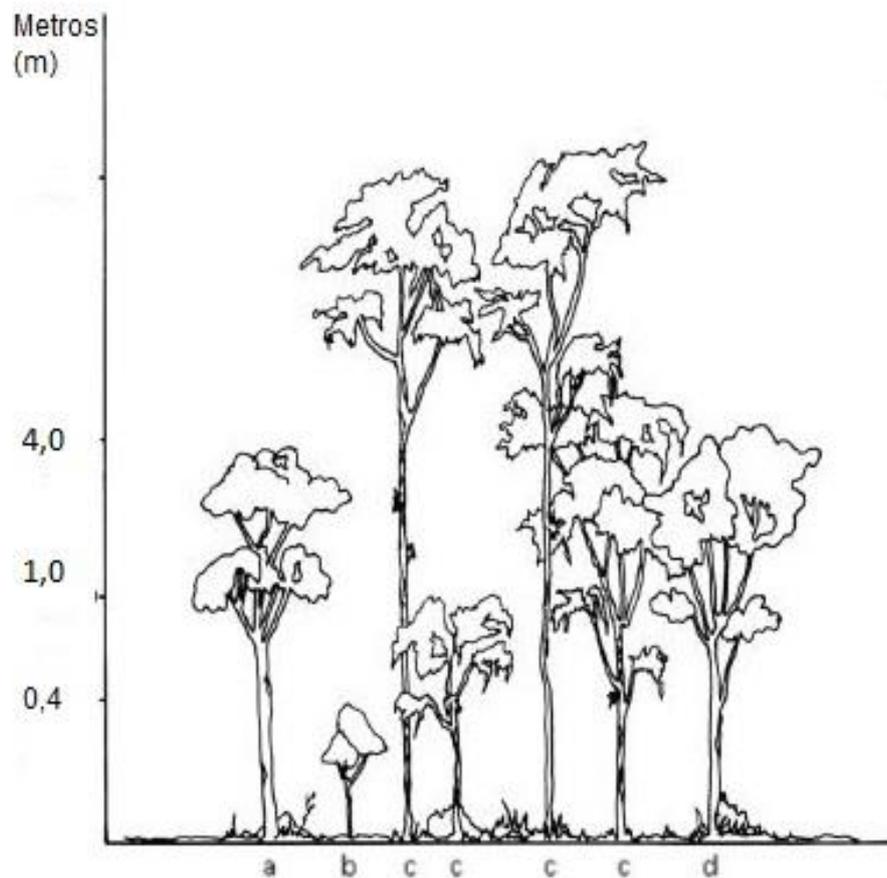


Figura 4. Marcación y ubicación de 35 transectos de 10 m de largo colocados de manera aleatoria en el territorio de la Brea.

6.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN O FASE DE CAMPO.

6.3.1 Variables de hábitat.

Para la estratificación de la comunidad vegetal, se utilizó el método propuesto por Rangel y Lozano en 1986 con las siguientes modificaciones, que contempla los siguientes intervalos: estrato rasante (r): 0-0.40 m; estrato herbáceo (h): 0.40-1 m; estrato arbustivo (ar): 1-4 m; estrato arbóreo (Ar): > 4 m; b) Densidad de individuos en cada uno de los estratos, éstos se evaluaron por el conteo directo de los individuos encontrados en cada una de las parcelas y transeptos utilizados (Rangel y Velásquez 1997).



Tomada de Vanegas *et al.*, (2012). Mod.

Figura 5. Estratificación vegetal, según el método propuesto por Rangel y Lozano 1986.

De acuerdo con la metodología empleada por García *et al.* en 2005, en cada parcela a los individuos observados hasta una altura de dos metros, se registró la siguiente información: a) Fecha y hora de captura; b) Parcela evaluada; c) Altura o posición vertical en la que fue encontrado el individuo (I = 0-40 cm; II = 41-80 cm; III = 81-120 cm; IV = 121-160 cm; V = 161-200).

6.3.2 Uso de microhábitat

Para determinar las variables microclimáticas registradas en cada parcela y transecto se midieron los siguientes parámetros: a) temperatura del aire (°C); b) temperatura del suelo (°C); c) humedad relativa (%). La temperatura y humedad se midieron con un termohigrometro LWH - HTC-2 con rangos entre -10 a 60°C y de 5 a 99% HR, la temperatura del suelo se tomó con un termómetro infrarrojo Infrared Dt8380. Para determinar la frecuencia de asociación se contabilizó el tipo de sustrato sobre el que fue encontrado (Sobre hojas (H); hojarasca (HOJ); roca (RC); rama (RM); musgo (MG)).

a. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA AL HÁBITAT Y MICROHÁBITAT.

Esta caracterización se realizó basándose en los resultados del estudio “Estructura y composición de la vegetación asociada al hábitat y microhábitat de la rana dorada (*Phyllobates terribilis*) en el área de influencia del proyecto de interconexión eléctrica Cauca-Nariño en el municipio de Timbiquí-Cauca” realizado por el López 2014 en la zona de la Brea para aplicar los métodos concernientes al estudio de la rana dardo dorada. Para cada uno de estos sitios se estableció una parcela de 20 * 50 m donde se censaron individuos > 10 cm de DAP, esto con el objetivo de caracterizar el hábitat de *P. terribilis*; para el estudio del microhábitat se realizaron 2 parcelas de 10 * 10 m para cada uno de estos sitios y 2 de 2 * 2 m, donde se colectaron y cuantificaron las especies presentes en la parcela, con el fin de evaluar las tres coberturas (Fustales, Latizales y Brinzales).



Figura 6.Caracterización y recopilación de datos vegetales en la zona de la Brea. A) reconocimiento de vegetación con ayuda de los guías de la zona. B) Registro fotográfico de la estructura vegetal. C) ubicación de las transectos aleatoriamente

Posteriormente, se procedió a coleccionar, estimar la altura del fuste y la altura total, se registró el hábito de crecimiento y las características que permitieran reconocerlas (látex, corteza, aroma, entre otras), así como el nombre común de la especie dado por las comunidades de la región. En punto de muestreo se hizo un reconocimiento visual, recogiendo hojarasca y frutos para facilitar la determinación taxonómica.

La determinación taxonómica se realizó en el herbario del Museo de Historia Natural de la universidad del Cauca.

b. DISEÑO EXPERIMENTAL

A todas las variables de hábitat medidas se les realizó estadística descriptiva (media, mediana, moda, desviación estándar), para resumir datos y determinar si hay tendencias en las variables y en los datos. Se compararon las variables ambientales medidas en las parcelas donde se colectaron los individuos y en donde no se colectaron, y de igual manera en cada uno de los transectos.

Para todos los datos obtenidos se revisaron todos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas por medio de la pruebas de Shapiro Wilk. De esta manera. Posteriormente debido a que estas pruebas mostraron que éstos supuestos no se cumplían se aplicaron las pruebas de contrastes de homogeneidad con la prueba no paramétrica de U de Mann – Whitney para comparar cada una de las variables entre las parcelas con presencia y ausencia para dar cumplimiento al primer objetivo. Estos datos se tomaron del primer muestreo en la zona de la Sierpe.

Se realizaron análisis multivariados para relacionar variables ambientales y estratos vegetales, se usó un modelo de Componentes Principales (ACP) y Correspondencia Canónica (ACC) respectivamente para la relación con los sustratos y dar cumplimiento al segundo objetivo. Para el ACP se tuvo en cuenta omitir variables redundantes o con multicolinealidad. Este análisis se realizó con la combinación de ambas zonas de muestreo (La Sierpe y La Brea), ya que la cantidad de datos era representativa para el tipo de análisis a utilizar.

Se utilizaron los paquetes estadísticos PAST, Biostat para realizar el análisis de datos y para las gráficas pertinentes.

7. RESULTADOS

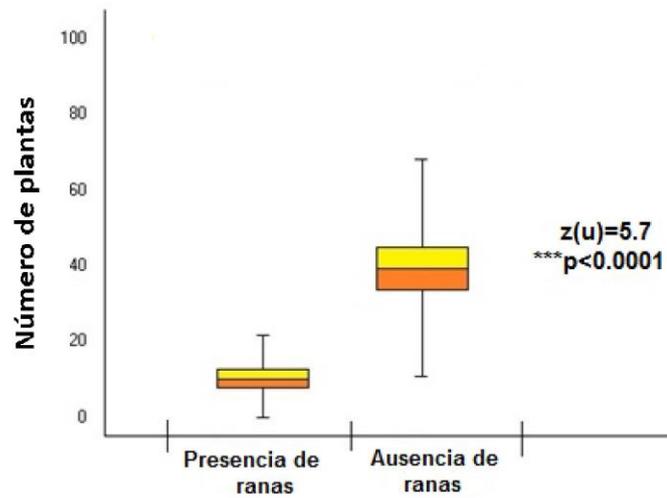
7.3 Variables de hábitat

Tabla 1. Tabla general de las variables ambientales y vegetación con relación a la presencia y ausencia de la especie.

| Variables | La Sierpe | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|
| | Presencia | | | Ausencia | | |
| | \bar{x} | SD | Rango | \bar{x} | SD | Rango |
| Número de parcelas | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Temperatura Hábitat (°C) | 27.93 | 1.581 | 25-31.8 | 28.41 | 0.949 | 25.8-29.7 |
| Temperatura Microhábitat (°C) | 25.54 | 0.471 | 24.8-26.4 | 26.02 | 0.692 | 24.8-28.4 |
| Humedad Relativa (%) | 88.28 | 7.645 | 69-99 | 85.11 | 5.301 | 77-99 |
| Rasantes (N°) | 20.18 | 20.68 | 3-73 | 52.82 | 19.74 | 22-98 |
| Herbáceas (N°) | 26.94 | 22.17 | 8-117 | 88.47 | 35.55 | 29-185 |
| Arbustivas (N°) | 15.15 | 11.22 | 4-53 | 32.12 | 15.35 | 14-90 |
| Arbóreas (N°) | 3.971 | 1.623 | 2-8 | 5.412 | 1.956 | 2-10 |

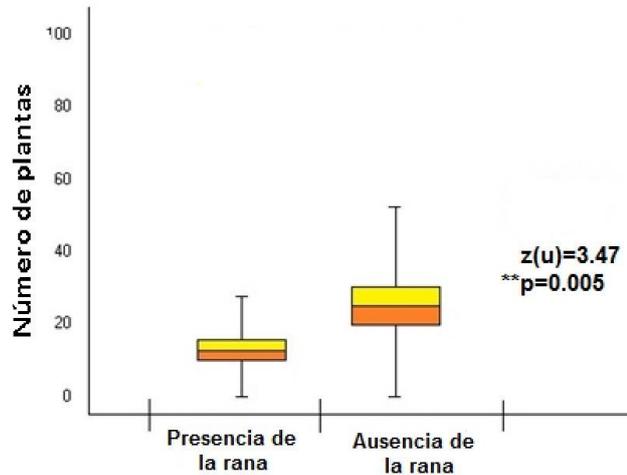
En esta gráfica encontramos las variables ambientales: temperatura de hábitat, temperatura de microhábitat, humedad relativa, estratos vegetales: número de plantas rasantes, herbáceas, arbustivas y arbóreas. A todas las variables se les calculó la media (\bar{x}), desviación estándar (SD), y el rango en el que se encontraba cada variable. Estas características se compararon entre las parcelas donde había presencia y ausencia de la especie.

Gráfica 1. Comparación del número de plantas del estrato rasante en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.



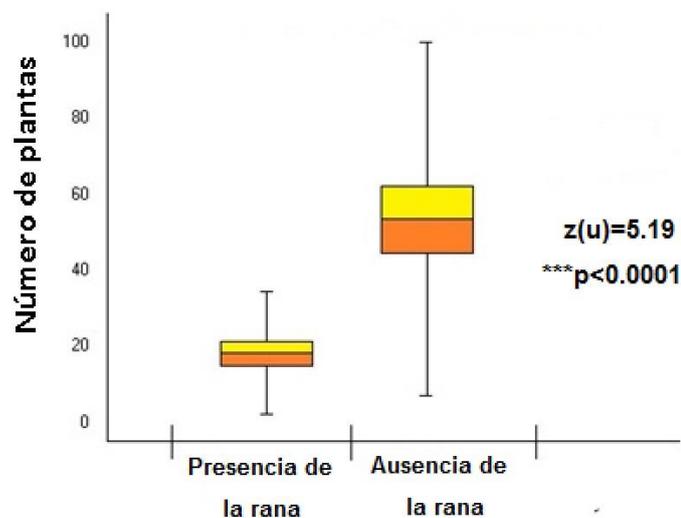
Al comparar el número de plantas rasantes encontradas en las parcelas donde se hallaron individuos y las parcelas en donde hubo ausencia de individuos, se evidencia una clara inclinación hacia ambientes donde el número de rasantes es menor, siendo estos resultados evidentemente significativos en la importancia de un estrato tan a fin con el nivel en el que se encuentra la rana (Gráfica 1).

Gráfica 2. Comparación del número de plantas del estrato arbustivo en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.



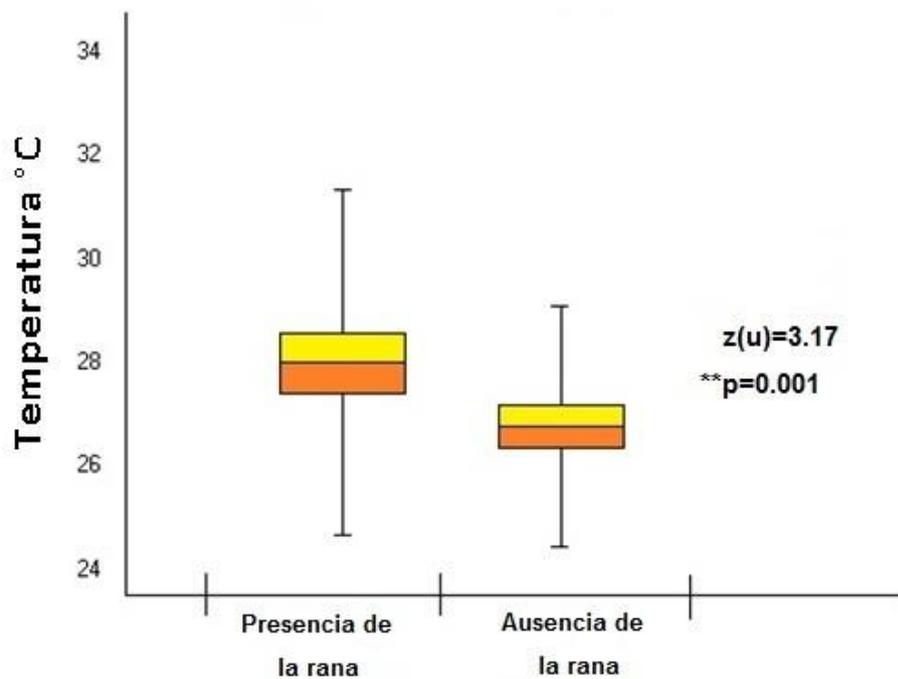
Para las plantas de estrato Arbustivo se evidencia que las ranas prefieren hábitats donde el número de plantas arbustivas sea menor, identificando una relación significativa a nivel de este estrato vegetal.

Gráfica 3. Comparación del número de plantas del estrato herbáceo en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.



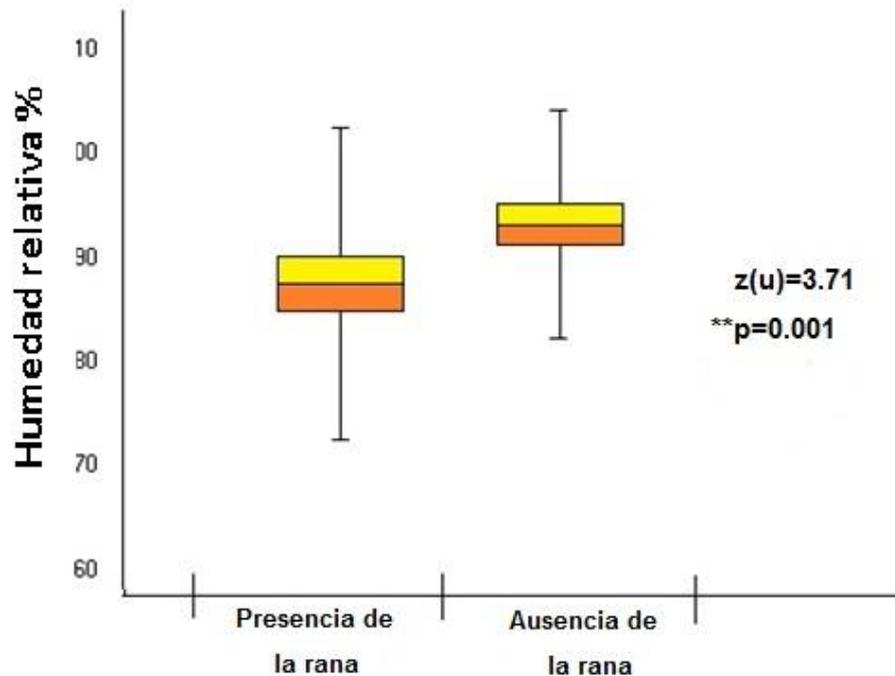
En este estrato vegetal se evidencia que la rana dardo dorada tiene preferencia por estratos en las que las plantas herbáceas están en menor número, y se demuestra con la significancia ($P < 0,0001$) que tiene al comparar los hábitats en donde había presencia y ausencia de la rana.

Gráfica 4. Comparación de la temperatura de hábitat en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.



Respecto a las variables ambientales en la prueba estadística de U de Mann – Whitney, se encontró que al comparar las parcelas con presencia y ausencia de la rana en relación a la temperatura, existe una marcada diferencia significativa ($p=0,001$), siendo común encontrar la rana en las parcelas donde la temperatura tiene un valor medio de 28°C.

Gráfica 5. Comparación de la humedad relativa en relación a la presencia y ausencia de los individuos encontrados.



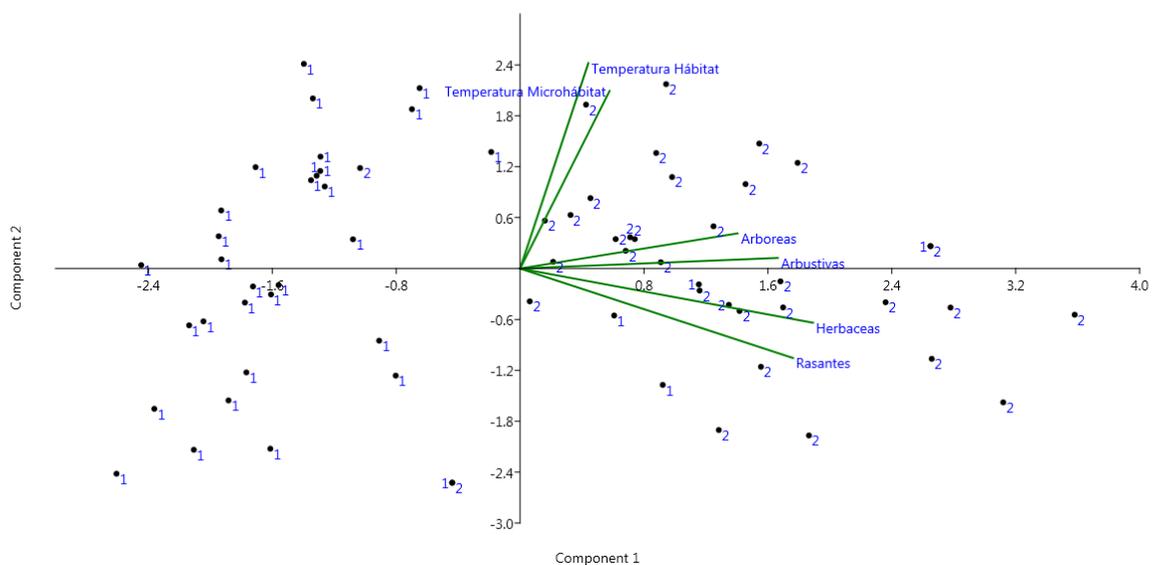
Con relación a la humedad en la prueba estadística de U de Mann – Whitney, se encontró que al comparar las parcelas con presencia y ausencia de la rana en relación a la humedad relativa, existe una marcada diferencia significativa ($p=0,001$), siendo común encontrar la rana en las parcelas donde la humedad relativa tiene un valor medio de 91,03 %.

Hay que tener en cuenta que la significancia para la variable ambiental de temperatura de microhábitat fue $z(u)=0,98$ $p=0.32$ y por esta razón no se colocó la gráfica correspondiente.

Tabla 2. Tabla de cargas respecto a los componentes principales con relación a la presencia y ausencia de la especie.

| | Componente 1 | Componente 2 |
|------------------------|--------------|--------------|
| Rasantes | 0.50974 | -0.30499 |
| Herbáceas | 0.54705 | -0.18475 |
| Arbustivas | 0.48135 | 0.036136 |
| Arbóreas | 0.40622 | 0.11977 |
| T. Hábitat | 0.12745 | 0.70027 |
| T. Microhábitat | 0.16715 | 0.60566 |

Gráfica 6. Relación de las características ambientales y estratos vegetales con la presencia y ausencia de la rana. (1) y (2) señalan la presencia y ausencia de la rana respectivamente en las diferentes parcelas donde se realizaron los muestreos. Los ejes de ordenación son: horizontal 1 = Componente principal 1 (43.24 % de la varianza explicada) y vertical 2 = Componente principal 2 (25.02 % de la varianza explicada), sumando ambas el 68.26 % de la proporción acumulativa.



Al comparar las parcelas con presencia o ausencia de la rana, se evidencia en el análisis de componentes principales una clara inclinación hacia hábitats en los que la presencia de plantas arbóreas y arbustivas son las variables más importantes para el componente 1, el cual discrimina en mayor medida las parcelas con presencia y ausencia. Es de resaltar que el aumento en las variables del componente 1 se agrupan con las parcelas en las que no se registraron ranas y las parcelas con presencia de ranas se ubicaron hacia los valores negativos del componente 1, indicando que a menor densidad vegetal, mayor probabilidad de encontrar ranas. Entre las características ambientales se omitió la variable de humedad relativa ya que había multicolinealidad entre las variables de temperatura de hábitat y microhábitat, siendo estas últimas discriminantes en mayor medida para el componente 2.

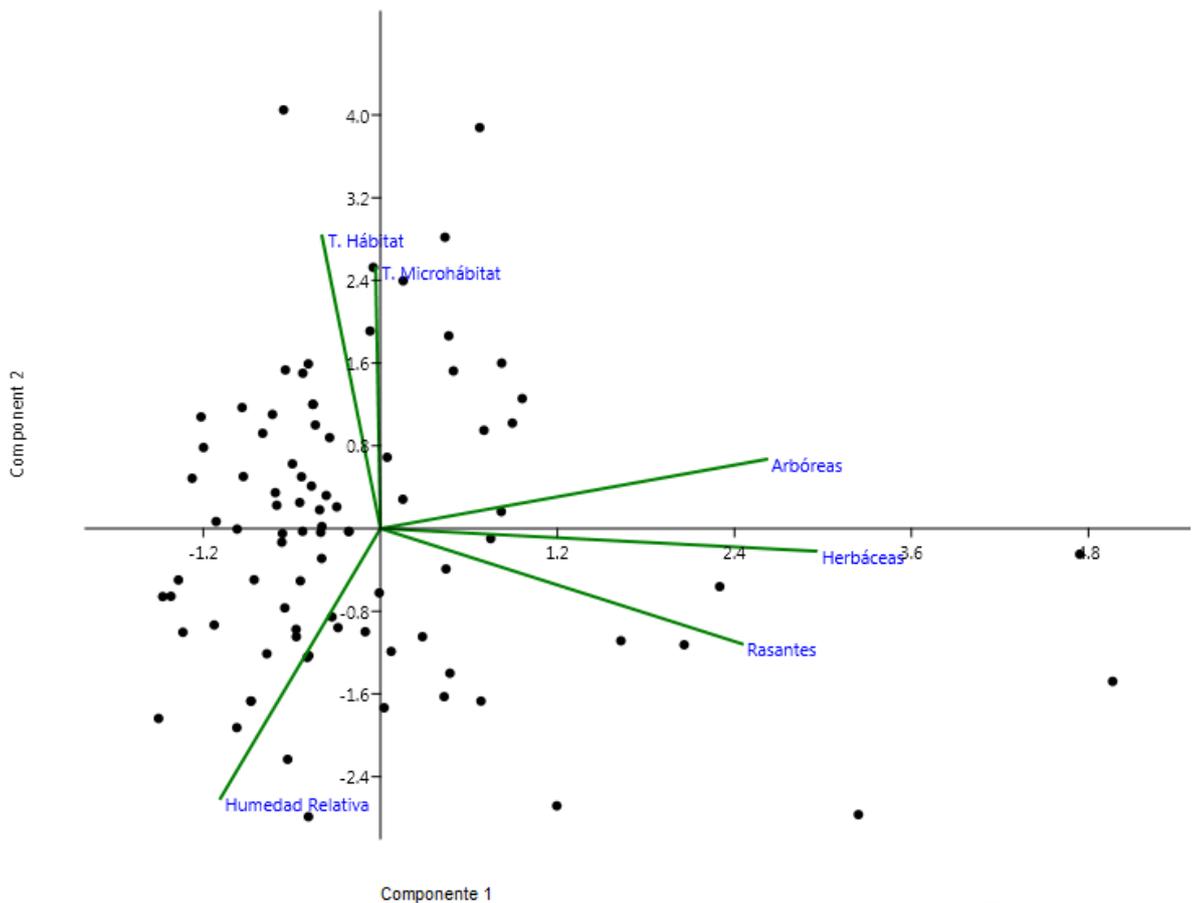
7.3.1 Características generales de hábitat y microhábitat.

Relación especie-ambiente y estratos vegetales

Tabla 3. Tabla de cargas respecto a los componentes principales con relación a la presencia de la rana.

| | Componente 1 | Componente 2 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| T. Hábitat | -0.082778 | 0.59096 |
| Humedad Relativa | -0.22664 | -0.54543 |
| T. Microhábitat | -0.0067716 | 0.52656 |
| Rasantes | 0.5122 | -0.23314 |
| Herbáceas | 0.61676 | -0.045723 |
| Arbóreas | 0.5468 | 0.13987 |

Grafica 7. Relación de las características ambientales y estratos vegetales con la presencia de la rana. Los ejes de ordenación son: horizontal 1 = Componente principal 1 (38.26 % de la varianza explicada) y vertical 2 = Componente principal 2 (31.12 % de la varianza explicada), sumando ambas el 69.37 % de la proporción acumulativa.



Teniendo en cuenta las características de los resultados, las plantas arbóreas y herbáceas son las variables más importantes para el componente 1, las cuales discriminan en mayor medida entre las diferentes características ambientales. De igual manera en el componente 2 la variable de temperatura de microhábitat y temperatura de hábitat discriminan de las otras variables. En este caso se omitió la

variable de estratos arbustivos porque las gráficas iniciales mostraban redundancia con la variable de plantas arbustivas.

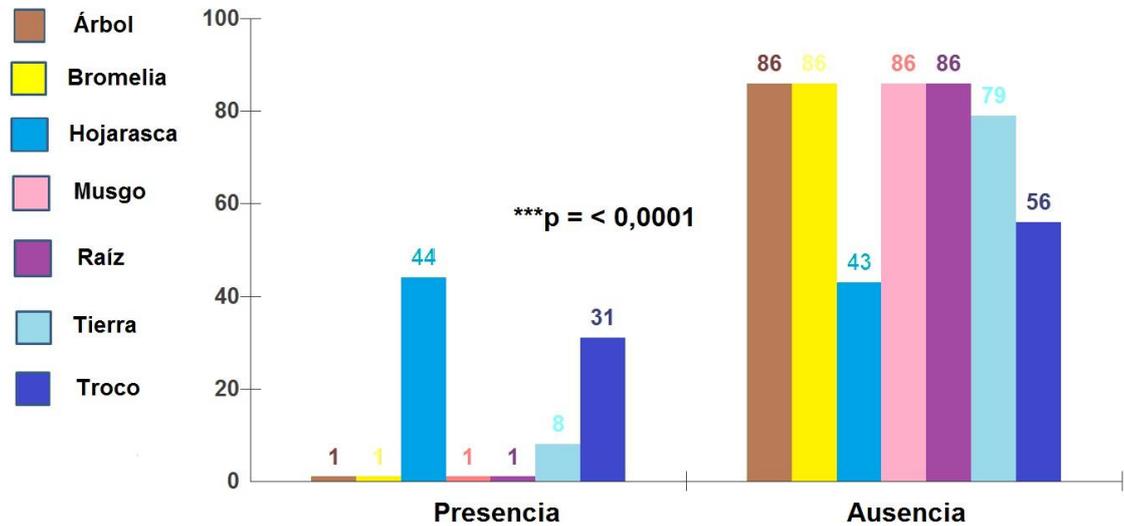


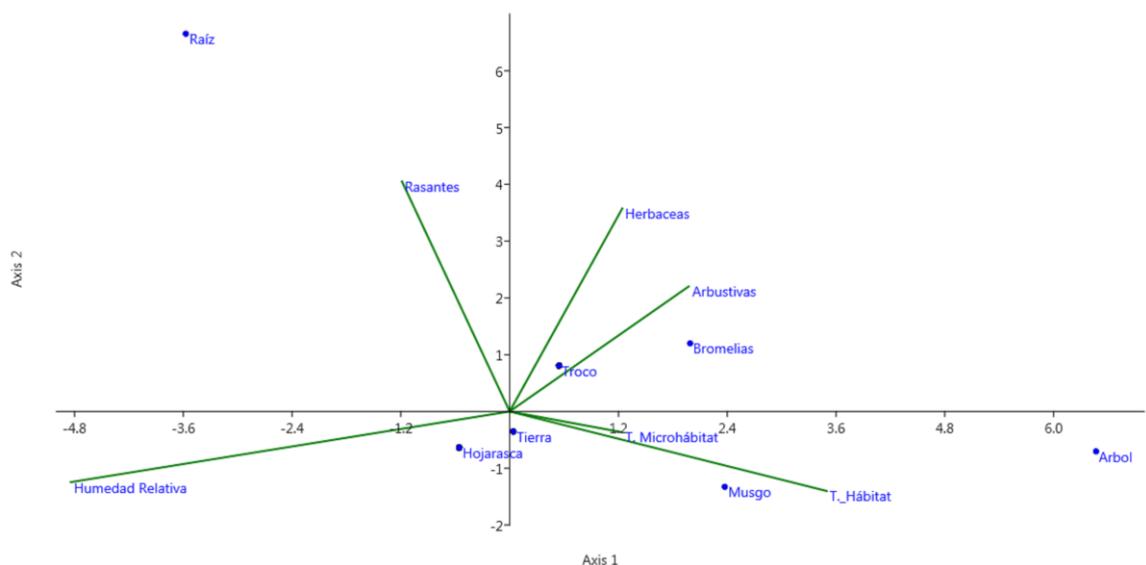
Figura 7. Frecuencia de la especie respecto a la asociación al tipo de sustrato

En estas grafica de χ^2 se observa la preferencia por el sustrato hojarasca y troco, presentando también cierta tendencia a otros sustratos. Esta especie mostró una tendencia hacia hojarasca y trocos caídos ($X^2= 233.690$, $***P < 0.0001$) diferenciándose estadísticamente su presencia en estos dos substratos respecto a los demás señalados.

Tabla 4. Relación de cargas de las correlaciones canónicas en los dos principales ejes.

| | Axis 1 | Axis 2 |
|-------------------------|-----------|------------|
| T. Hábitat | 0.368027 | -0.147526 |
| Humedad Relativa | -0.509604 | -0.131093 |
| T. Microhábitat | 0.12994 | -0.0383666 |
| Rasantes | -0.125124 | 0.426644 |
| Herbáceas | 0.130725 | 0.376485 |
| Arbóreas | 0.207879 | 0.231889 |

Gráfica 8. Relación de las características ambientales y estratos vegetales con los diferentes tipos de sustrato hojarasca, troco, tierra, bromelias, musgo.



En la gráfica 8 evidenciamos que el análisis de correlación canónica el sustrato más frecuentado es la hojarasca seguido por los troncos. De esta manera la humedad relativa está relacionada con la Hojarasca y las plantas arbustivas y herbáceas están relacionadas con el sustrato troco.

a. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA AL HÁBITAT Y MICROHÁBITAT.

Para la quebrada la Brea la flora vascular presentó un total de 69 especies, correspondiente a 50 géneros y 28 familias.

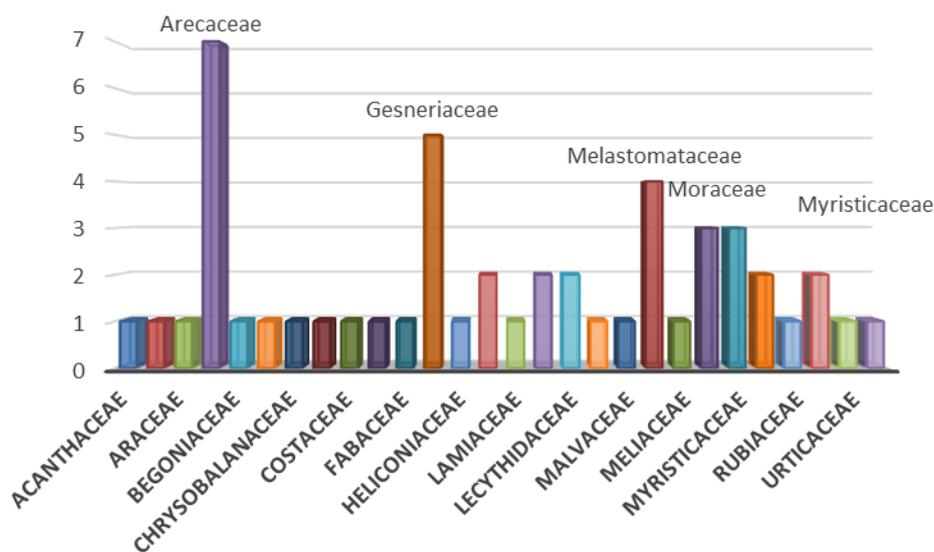
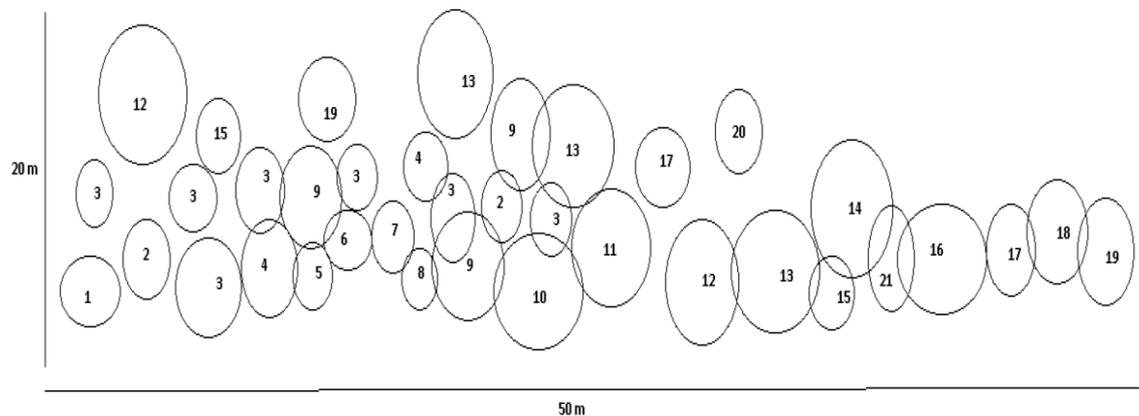


Figura 8. Relación del número de Géneros por cada familia en la zona de la Brea.

En el estudio cabe resaltar la importancia y representatividad de las familias Rubiaceae, Myristicaceae, Araceae, Moraceae y Melastomataceae, debido a la suculencia de sus diásporas.

La vegetación presente en La Brea, está conformada en su gran mayoría por arboles de porte mediano y arbustos, con comunidades de palmas agrupadas en sectores de las inmediaciones del bosque, haciendo parte del dosel, subdosel y sotobosque. Estas características se complementan con los análisis de vegetación de los estratos arbustivo y arbóreo que tuvieron influencia en los análisis estadísticos.

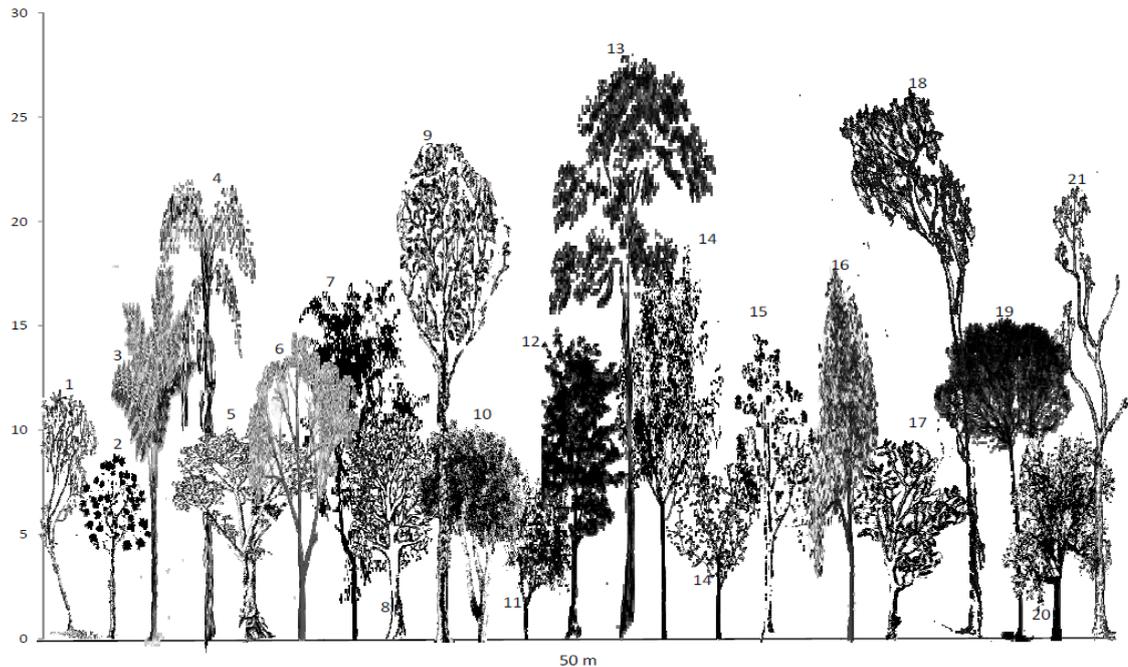


Brosimum rubescens 2. *Chrysophyllum* sp 3. *Wettinia quinaria* 4. *Euterpe oleracea* 5. *Miconia centrodesma* 6. *Carapa guianensis* 7. *Inga coruscans* 8. *Clidemia capitellata* 9. *Humirastrum* sp 10. *Piper cinereum* sp 11. *Endlicheria* sp 12. *Endlicheria rubiflora* 13. *Virola dixonii*. 14. *Grias* sp 15. *Nectandra* Sp 16. *Pourouma* sp. 17. *Psychotria timbiquiensis* 18 *Spondias radlkoferi* 19. *Iryanthera* sp. 20. *Pourouma* sp 21. *I. nobilis*.

(Fuente: WSP 2014)

Figura 9. Perfiles idealizados de la estructura horizontal del bosque de la quebrada La Brea

En los valores de la Figura 9 las especies más representativas y con mayor peso ecológico fueron: *Virola dixonii*, *Inga nobilis*, *Pseudolmedia* spp y *Spondias radlkoferi*. Es importante mencionar que estas especies producen frutos con pericarpios succulentos, y son parte importante en la dinámica ecológica del bosque por presentar una gran variedad de nichos ecológicos.



1. *Brosimum rubescens* 2. *Chrysophyllum* sp 3. *Wettinia quinaria* 4. *Euterpe oleracea* 5. *Miconia centrodesma* 6. *Carapa guianensis* 7. *Inga coruscans* 8. *Clidemia capitellata* 9. *Humiriastrum* sp 10. *Piper cinereum* 11. *Endlicheria* sp 12. *Endlicheria rubiflora* 13. *Virola dixonii*. 14. *Grias* sp 15. *Nectandra* Sp 16. *Purouma* sp. 17. *Psychotria timbiquiensis* 18 *Spondias radlkoferi* 19. *Iryanthera* sp. 20. *Pseudolmedia* spp 21. *I. nobilis*.

(Fuente: WSP 2014)

Figura 10. Perfiles idealizados de la estructura vertical del bosque de la quebrada La Brea.

Estructuralmente, se distinguen 3 estratos: herbáceo (Brinzal), arbustivo (Latizal) y arbóreo (Fustal) (Figura 2). El estrato herbáceo, se levanta hasta los 1.30 m y está conformado básicamente por: plántulas de *Byrsonima adenophylla*, *Spondias radlkoferi*, *Symphonia globulifera*, *Brosimum rubescens*, *Carapa guianensis*, *Chrysophyllum* sp., *Licania macrocarpa*, *Nectandra* Sp y *Wettinia quinaria*, que se presentaron en los tres estratos y hacen parte importante en la regeneración de estos bosques. Igualmente se presentaron especies que son propias de este estrato como lo son: *Justicia comata*, *Justicia nematophylla*, *Begonia semiovata*, *Begonia* sp, *Hyptis recurvata*, *H. obtusiflora*, *Pavonia fruticosa*, *Anthurium* sp, *A.*

roemerianum, *Pitcairnia* sp, *Costus laevis*, *Cyclanthus bipartitus*, *Heliconia spathocircinata* y *Peperomia urocarpa*.

El estrato arbustivo esta desde los 1.30 a 3 m. de altura; donde sobresalen especies en estados juveniles de las especies arbóreas como: *Byrsonima adenophylla*, *Spondias radlkoferi*, *Symphonia globulifera*, *Brosimum rubescens*, *Carapa guianensis*, *Chrysophyllum* sp., *Licania macrocarpa*, *Nectandra* Sp y *Wettinia quinaria*. Así mismo se presentan especies propias de este estrato como: *Attalea cuatrecasana*, *Bactris* sp, *Euterpe oleracea*, *Geonoma calyptrogynoidea*, *G. procumbens*, *Conostegia* sp, *Miconia centrodesma*, *Aciotis ornata*, *Leandra granatensis*, *Clidemia capitellata*, *Piper cinereum*, *P. hispidum*, *Psychotria timbiquiensis*, *P. cincta*, y *Glossoloma panamensis*.

El estrato arbóreo está representado por plantas entre 5 y 30 m de altura y un DAP > 10 cm; donde este se puede subdividir en 3 estratos, el estrato subarbóreo con especies entre 5 y 12 m (*Brosimum rubescens*, *Chrysophyllum* sp., *Eschweilera pittieri*, *Grias* sp., *Licania macrocarpa*, *Nectandra* Sp., *Virola dixonii* y *Wettinia quinaria*.), arbóreo inferior con individuos entre 12 y 25 m (*Brosimum* sp., *Byrsonima adenophylla*, *Brosimum rubescens*, *Carapa guianensis*, *Chrysophyllum* sp., *Dialyanthera macrophylla*, *Endlicheria rubiflora*, *Humiriastrum* sp., *Inga coruscans*, *I. nobilis*, *Iryanthera juruensis*, *Jessenia* sp., *Nectandra* Sp., *Oenocarpus bataua*, *pourouma* sp., *Pouteria caimito*, *Pseudolmedia* spp.) y arbóreo superior con especies entre 25 y 30 m (*Brosimum* sp, *Spondias radlkoferi*, *Iryanthera* sp., *Pourouma* sp., *Pseudolmedia* spp, *Sorocea* sp. *Vochysia macrophylla*).

8. DISCUSIÓN

Pyllobates terribilis parece estar explotando una combinación de condiciones ecológicas en los bosques de la costa pacífica del municipio de Timibiquí Cauca, y se estarían relacionando tanto a un conjunto de características particulares ambientales del bosque como a variables climáticas y vegetación, los cuales se traducirían en refugio, alimento y sitios adecuados para la reproducción y oviposición, específicamente para dendrobatidos y como puede afectar estos factores en especialización de dieta, protección de territorio y comportamientos reproductivos. (Scott 1976).

De esta manera al comparar los hábitats donde había presencia de la rana y donde había ausencia de ella, en las Gráficas 1, 2 y 3, se determina que *P. terribilis* tiene preferencia hacia hábitats donde el número de plantas rasantes, herbáceas y arbustivas es menor. Estas preferencias se ven reflejadas en la Gráfica 6, donde se evidencia un mayor número de plantas de los cuatro estratos en donde había presencia de la especie, siendo el estrato arbóreo y arbustivo uno de los más representativos en el análisis de componentes principales dado que sus valores se aproximan a uno de los componentes primarios del estudio. Sin embargo aunque el estrato arbóreo no fue estadísticamente significativo en la prueba estadística de U de Mann – Whitney en el análisis de componentes principales de la Gráfica 6 se evidencia la importancia de este estrato. Ahora bien, cuando se unen los datos de las dos zonas de muestreo y se realizan los análisis estadísticos, en la Gráfica 7, se evidencia que el estrato herbáceo y arbóreo tienen prioridad entre las características ambientales de la rana, siendo éste último uno de los factores de relevancia en estudio de presencia y ausencia de la rana, al igual que la temperatura de hábitat y humedad relativa. Estos factores se puede deducir de cierta manera ya que la presencia de árboles con un tamaño mayor a 4 metros y un dosel mayor a 3 metros, en donde se encuentran algunos árboles del estrato arbustivo y árboles del estrato arbóreo, determinan la cantidad de luz que se proyecta sobre el suelo, ayudando a que emerjan especies de estratos arbóreos inferiores. De este modo, la madurez de

los bosques parece afectar la presencia y abundancia de la especie y por lo tanto sus características ambientales en un nivel de micro y macro hábitat, ya que los bosques de sucesión más temprana poseen ciertas particularidades físicas como el tamaño de dosel y la homogeneidad, que producirían un menor número de ambientes y perchas, además el hecho de que sea un sitio más abierto haría de este bosque un sitio con mayor variación microclimática durante el día, contrario a los otros bosques más cerrados y por ello con microclimas más estables (Perry 1985). Esto se apoyan con la caracterización vegetal que se realizó en la zona, encontrando así estructuras vegetales correspondientes a bosques naturales y en estado secundario avanzado de regeneración, en los cuales se ven reflejadas las actividades antrópicas, que siguen presentes en el área, como lo son los cultivos y entresaca selectiva de madera. Según la comunidad estos bosques presentan una regeneración de aproximadamente 25 a 35 años, por la desaparición de cultivos ilícitos y cultivos a gran escala de Cacao y otras especies de pan coger. El hecho de haber encontrado en estos bosques plantas de las familias Myristecaeae, Moraceae, Fabaceae entre otras, como lo señala la Figura 8, entre la cuales encontramos especies causantes de un dosel representativo como *Piper cinereum* sp, *Endlicheria* sp, *Endlicheria rubiflora*, *Virola dixonii*, *Pourouma* sp, como se observa en los perfiles de estructura horizontal de las Figuras 9, hace evidente las características de bosques secundarios ya que en gran parte estos determinan la cantidad de luz que penetra dentro del bosque y por tanto sus características vegetales y ambientales. Esta cantidad de luz que penetra en la vegetación y que puede llegar al suelo varía tanto por la densidad como por la posición de las hojas (Chadzon y Pearcy, 1991).

Conjuntamente con los factores bióticos, debe tenerse en cuenta la medición de factores abióticos (García *et al.*, 2005), por tal motivo no sólo basta sugerir que factores abióticos influyen sobre los anuros (i.e. la temperatura, la humedad, etc.) sino que deben ser verificados cuantitativamente para conocer en que magnitud. Por ejemplo la humedad del aire varia poco de forma microespacial de acuerdo a los valores obtenidos en campo a través de mediciones higrométricas en los sitios donde fueron reportados los individuos, presentándose, por esta razón como un

factor estadístico representativo para algunos resultados y poco relevante para otros análisis (García *et al.*, 2005).

De este modo, las variables ambientales medidas en los sitios donde frecuentaba la especie reflejan que *P. terribilis*, tienen unas características específicas en donde habitar, ya que sus condiciones ambientales tienen unos rangos específicos que la hacen situarse en lugares determinados. De esta manera las variables microclimáticas, muestran una temperatura de hábitat media de 28.1402 °C, la cual presentó una variación de SD=1.3035, así en la Gráfica (4) se evidencia que hay preferencia por hábitats con mayor temperatura en comparación a las parcelas en donde no había presencia de las ranas. La temperatura media del microhábitat fue de 25.6103 °C, variando SD=0.7404; y una humedad relativa media de 91.0345 %, con una variación del SD=6.0376. Así en la Gráfica 5 se observa una clara preferencia hacia hábitats en donde la humedad relativa es menor en comparación a las parcelas en donde no hubo presencia de la rana. Esto se puede relacionar con el hecho de que la humedad relativa del ambiente es importante para la supervivencia de los anfibios porque de ésta depende su respiración cutánea, y su presencia, distribución, movilidad y termorregulación (Stebbins y Cohen 1998, Duellman y Trueb 1986, Sinsch 1990, Blaustein *et al.*, 1994). Estas condiciones se pueden reforzar al comparar estos resultados con el análisis de la prueba estadística de U de Mann – Whitney en la, Gráficas 4 y 5 en donde factores ambientales como temperatura de hábitat alta y humedad relativa baja, son característicos de parcelas donde se encuentra la rana. Estos resultados se complementan con el análisis de componentes principales de la Gráfica 6, donde la ausencia de la rana se relaciona positivamente con la temperatura de hábitat y microhábitat en el componente 2. De igual manera puede observarse que las variables ambientales presentaron una mínima variación respecto a la media a excepción de la humedad relativa. Estas observaciones se refuerzan con el hecho de que las especies de anfibios que habitan áreas abiertas (e.g. cultivos de coco y áreas de prisión con alto flujo de visitantes) se encuentran más influenciadas por los gradientes de temperatura en sus microhábitat; mientras que la distribución de las especies en la selva se ve más influenciada por la cobertura vegetal y la humedad

en sus microhábitats. (Urbina-Cardona y Londoño 2003). De este modo estas variables ambientales se relacionan con variables de vegetación en donde señalan que existe mayor número de individuos de la especie donde hay disminución del número de plantas del estrato herbáceo y arbustivo, que ciertamente hacen que las características ambientales se modifiquen y en algunos casos la estratificación suele estar poco definida, ya que el plan de crecimiento de muchas especies puede ocupar más de un estrato a la vez, como en el caso de las plantas epífitas, lianas y estranguladoras (Golley, 1983).

Con relación las características de los sustratos donde se encontraba la especie, son particularmente importantes la cobertura de hojarasca y trocos caídos. Posiblemente, estas variables ofrecen un medio propicio para la satisfacción de los requerimientos de nicho de las especies de ranas registradas que minimizan la competencia interespecífica e intraespecífica; por ejemplo, la proporción de troncos caídos además de proveer un microhábitat adecuado cercano al suelo, contribuye a suministrar una cobertura para la supervivencia y reproducción de ranas con hábitos predominantemente terrestres, así mismo, la cantidad de hojarasca y briofitos en el suelo ayudan a retener el agua y a mantener una alta humedad en las zonas bajas del bosque (García *et al.*, 2005). Estas variables justifican la ausencia de algunos anuros en los matorrales, debido a la falta de sustratos de apoyo para las especies, la incidencia directa del sol sobre el suelo y la baja humedad microambiental, causando la desecación sobre los individuos y sus posturas. Pareciera entonces que esto se debe a que la eclosión de subadultos en los que se desarrollan sus huevos y larvas (Savage 2002, Norman 1998) depende de cierto grado de humedad en el ambiente, pues otras especies de este género que habitan en bosques con características ambientales parecidas requieren de un gradiente de humedad definido en el ambiente cuando son juveniles (Pough *et al.*, 1983), y al parecer este tipo de sustratos proporcionan esas características ambientales definidas.

De esta manera, en la descripción de los bosques se mencionó que los árboles de gran altura y un DAP considerable son los que dominan el dosel del bosque secundario, y éstos no aportan realmente gran cantidad de sustrato al mantillo, pues sus hojuelas son muy pequeñas y finas, pero además estos árboles en el proceso

de fijación de nitrógeno por sus raíces bajan considerablemente el pH del suelo, y esto dificulta el crecimiento de plántulas de otras especies cerca de estos árboles (Parker 1994). Con la prueba de chi cuadrado ($\chi^2 = 233.690$, $P < 0.001$,) se determinó que la especie tiene una fuerte tendencia a frecuentar sustratos específicos como la hojarasca y los trocos caídos. En contraste a esto, en la Gráfica 8 se comparan los diferentes tipos de sustrato con las características ambientales y vegetales con la prueba de correlación de correspondencia canónica (ACC), la cual nos señala que en la variable ambiental de humedad relativa se logró determinar una asociación positiva con la cantidad de hojarasca del bosque. Ahora bien se podría relacionar a este sustrato con la disponibilidad, diversidad y abundancia de alimento (Pearman 1997).

9. CONCLUSIONES.

El hábitat de la especie tiene áreas con variabilidad de estratos vegetales y condiciones ambientales específicas como humedad relativa alta, baja temperatura de hábitat y microhábitat de igual manera poca cobertura vegetal en los diferentes estratos vegetales y particularmente frecuente sustratos de hojarasca y troncos caídos como sitios de percha.

La humedad relativa que en este estudio se inclinó hacia porcentajes relativamente mayores con relación a los sitios donde no se registró la rana. Ahora bien la temperatura de hábitat y microhábitat que son fundamentales en la preferencia de sitios específicos de supervivencia, se complementaron con variables de vegetación concretas como lo son las plantas arbustivas y arbóreas, estas por su parte se relacionan con sitios específicos de percha como los sustratos de hojarasca y trocos caídos, que forman un complejo de características específicas para la especie.

En lo que se refiere a las variables de vegetación, la variable con mayor peso estadístico según el análisis, fue la vegetación herbácea, seguida de la plantas del estrato arbóreo, estratos que se comportan de una manera crucial para los componentes que están por debajo de esta altura. De igual manera también pueden influenciar de cierta manera con algunas características ambientales como la humedad y la temperatura.

10. RECOMENDACIONES

Para comprender las características ambientales y vegetales específicas sobre la especie, es importante realizar estudios más definidos principalmente de las variables ambientales (temperatura, humedad relativa, precipitación), y de variables vegetales y tipos de sustratos, con el fin de determinar los cambios en el microclima y el uso y preferencia de microhábitat por parte de la especie.

Realizar estudios en épocas diferentes, para así discriminar entre variables ambientes e interpretar de una manera más amplia estas características.

Realizar y ejecutar planes de manejo para la especie, inclinándose hacia factores de riesgo y conservación de la rana.

Realizar estudios sobre la historia natural y biología de las especie aledañas, y especialmente en *P. terribilis*, para evaluar sus estrategias reproductiva y tener un mejor entendimiento de su dinámica y comportamiento.

Realizar estudios sobre genética poblacional y estudios moleculares para actualizar y reportar características más específicas de la especie.

Realizar comparaciones a nivel genético y molecular con las morfoespecies encontradas.

Comparar y determinar la dieta y sus necesidades específicas con relación al entorno en donde se encuentra.

11. BIBLIOGRAFIA

Acosta-Galvis A.R. (2000). Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(3):p. 289-319.

Alford A. Ross y Stephen J. Richards (1999), Global amphibian declines: A problem in applied ecology, *annual review of ecology and systematics*, Vol. 30. (1999), p. 133-165.

Blaustein A. R., D. B. Wake y W. P. Sousa (1994). Amphibian declines: Judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, 8(1): p 60-71

Block W. M. y L. A. Brennan (1993). The habitat concept in ornithology: Theory and applications. In: D.M. Power (ed). *Current Ornithology*. Plenum Press, New York. 11: p 35-91.

Bolívar W. y S. Lötters (2004). "*Phyllobates terribilis*" (en línea). Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2010.4. Consultado el 07 de mayo 2011 a las <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/55264/0>.

Chadzon R.L. y Percy R.W. (1991). The importance of sunflecks for forest understory plants. *Bioscience* 41: p. 760 – 765.

Daubenmire R. (1968). *Plant Communities: A Textbook of Plant Synecology*. Harper and Row, New York.

Duellman W. E. y P. A. Burrowes (1989). New species of frogs, *Centrolenella*, from the Pacific versant of Ecuador and southern Colombia. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, The University of Kansas, Lawrence* p 132: 1-14.

Duellman W. y Thomas R. (1996). Anuran amphibians from a tropical dry forest in southeastern Peru and comparisons of the anurans among sites in the upper

Amazon Basin. Occasional Papers of the Museum of Natural History. University of Kansas (180): p 1-34.

Duellman W.E. y Trueb L. (1994). *Biology of Amphibians*. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Duellman W.E. y L. Trueb (1986). *Biology of amphibians*. McGraw-Hill, New York. p.670.

Frost, R. 2016. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6. American Museum of Natural History, New York, Estados Unidos. [consulta: 48 Noviembre 2016]. Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.

Gardner T.A., Barlow J. y C.A. Peres (2007). Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation* 138: p 166-179.

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

Golley F.B. (ed) (1983). *Tropical rain forest ecosystems: Structure and function* Ecosystems of the world. Amsterdam. Elsevier Scientific Pub. Co. No. 14.A. p 381.

Grant T., D. R. Frost J. P. Caldwell R. Gagliardo, C. F. B. Haddad, P. J. R. Kok, D. B. Means, B. P. Noonan, W. E. Schargely W.C. Wheeler (2006). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 299: p 1-262.

Green D.M., (1997), Perspective on amphibian population declines: defining the problem and searching for answers. P 291-308.

Grinnel J. (1917). The niche-relationship of the California thrasher. *Auk* 34: p 427-433.

Hanken J. (1999). Why are there so many new amphibian species when amphibians are declining?. TREE 14 (1): p 7-8.

Heyer W. R., M. A. Donnelly R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. (1994). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Houlahan JE, Findlay CS, Schmidt BR, Myer AH, Kuzmin SL. (2000). Quantitative evidence for global amphibian population declines. Nature 404: p752–755

Hutchinson G.E. (1957). Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biol. 22: p 415-427

Inger R. F. (1994). Microhabitat description. en: W. R Heyer, A. Donnelly, R. W, McDiarmid, L. A. Hayek y M. S. Foster (eds.). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian. Institution Press, Washington, D.C. p 60-66

Kattan G., P. A. Mejía y C. Valderrama. (2005). Protocolo para la formulación de planes de conservación y manejo de especies focales. Fundación EcoAndina/WCS Programa Colombia. Cali. p 81.

Kiesecker, J. M., A. R. Blaustein, y I. K. Belden. (2001). Complex causes of amphibian population declines. Nature 410 (6829):p. 681-684.

Knutson M., J.R. Sauer, D.A. Olsen, M.J. Mossman, L.M. Hemesath y M. J. Lannoo. (1999). Effects of landscape composition y wetland fragmentation on frog y toad abundance y species richness in Iowa y Wisconsin, USA. Conserv. Biol. 13 (6): p 1437-1446.

Leopold A.(1933).Game Management. Charles Scribner's Sons, New York.

Lieberman S.S. (1986). Ecology of the leaf litter herpetofauna of a Neotropical rain forest: La Selva, Costa Rica. Acta Zoológica Mexicana p 15:1-72.

Lips, K., P. Burrowes, J. Mendelson, y G. Parraolea. (2005). Amphibian declines in Latin America: widespread population decline, extinctions, and impacts. *Biotropica* 37 (2): p.163-165.

Lynch J. D. (2001). Three new rainfrogs of the *Eleutherodactylus diastema* group from Colombia and Panamá. *Revista Acad. Colomb. Cien. Exact.* p 25 (95): 287-297.

Lynch J.D. y Suarez A.M. (2004). Anfibios en el Chocó biogeográfico. 633-668 pp. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.), *Diversidad Biótica IV. El chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Conservación Internacional. Bogotá, D.C. p.997.

Marsh D.M. y Pearman, P.B., (1997). The effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of terrestrial Leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conservation Biology* 11: p 1323 1328.

Marquez Pizano R, Corredor G., Galvis C., Gomez D., Amezcua Torres A. (2012)., "Range extension of the critically endangered true poison-dart frog, *Phyllobates terribilis* (Anura: Dendrobatidae), in western Colombia" . En: *Italia Acta Herpetologica* ISSN: 1827-9635 ed: v.7 fasc.2 p.341 – 345.

Moore J.A. (1964). *Physiology of the amphibian*. Academic Press. EE.UU. p. 654

Morrison M.L., B.G. Marcot and R.W. Mannan. (1992). *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications*. Univ. of Wisconsin Press, Madison, Wis.

Myers C. W, Daly, JW, y Malkin B. (1978). A dangerously toxic new frog (*Phyllobates*) used by Embera Indians of western Colombia, With discussion of blowgun Fabrication and dart poisoning, *Bulletin Of The American Museum Of Natural History*, 161: p 307-366.

Norman D. (1998). *Anfibios comunes de Costa Rica*. David Norman, Heredia, Costa Rica. p. 96.

Odum E. P. (1971). Fundamentals of ecology. W. B. Sanders Co., Philadelphia, Penn.

Hof C, Araújo MB, Jetz W, Rahbek C. (2011). Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. Nature p 480: 516-519.

Osorno – Muñoz M. (1999) Evaluación para el efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Amphibia – Anura – Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. Herpetológica. p 347-356.

Pechman J.H.K., Scott D.E., Semlitsch, R.D., Calewell J.P., Vitt J.P. y Gibbons J.W., (1991), Declining amphibian population: the problem of separating human impacts natural fluctuations. Science, p 253: 892-895

Perfecto I., Rice R.A., Greenberg R. and Van der Voort M.E. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. BioScience 46: 598–608

Perry D. R., (1985).- Ecología de la selva tropical húmeda. Investigación y Ciencia, p 100: 64-73

Posada A. (1909). El veneno de rana de los indios del Chocó. En Molina, Carlos A. (ed.), Estudios científicos del doctor Andrés Posada con algunos otros escritos suyos sobre diversos temas. Medellín, Colombia, Imprenta Oficial, p. 78-88.

Pough F.H. (2004). Herpetology third edition. Pearson prentice hall. United States of America. p 726

Pough F.H., T.L. Taigen, M.M. Stewart y P.F. Brussard. (1983). Behavioral modificaton of evaporative water loss by a Puerto Rican frog. Ecology 64: p. 244-252.

Pounds J. A., J. Fogden, y J. Camphell. (1999). Biological response to climate change on a tropical mountain. Nature 398: p 611-615.

Pounds J. A., Bustamante, M. R., Coloma, L. A., Consuegra, J. A., Fogden, M. P. L., Foster, P. N.(2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, p 439, 161–167.

Rangel J.O. y A. Velásquez. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel J. O., P. D. Lowy, y M. Aguilar. *Colombia Diversidad Biótica II: Tipos de vegetación en Colombia*. Editorial Guadalupe Ltda., Santafé de Bogotá. p 59-87.

Rangel J.O. y G. Lozano. (1986). Un perfil de vegetación entre la Plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia* 14: p 503-547.

Rivera C.; von May, R.; Aguilar, C.; Arista, I.; Curo, A.; Schulte, R. (2003). Una evaluación preliminar de la herpetofauna en la Zona Reservada Allpahuayo - Mishana, Loreto. Perú. *Folia Amazónica* 14(1): p 139-148.

Rueda Almonacid, J.V., Lynch., J.D. y Amezcuita, A. (eds). (2004). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D. C. Colombia. p 384.

Rueda J. V., Castro F. y Cortez C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una Compilación. 135-172, En Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez Maecha y E. La Marca, Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo Nº 2, Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia.

Ruíz-Carranza P. M., M.C. Ardila-Robayo, J.D. Lynch. (1996). Lista actualizada de la fauna de amphibia de Colombia. *Revista Academia Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 20(77):p. 65-415.

Savage J.M. (2002). The amphibians and reptiles of Costa Rica: A herpetofauna between two continents, between two seas. The University of Chicago. p 934

Schoener W. Thomas, (1974). Resource Partitioning in Ecological Communities Research on how similar species divide resources helps reveal the natural regulation of species diversity. p 7 – 10.

Seckmeyer G. y R. L. Mckenzie, (1992), Increase ultraviolet in new Zeland (45 oS) relative to Germany (48 oN) Nature. p 359.

Schlaepfer M.A. y T.A. Gavin. (2001). Edge effects on lizards and frogs in tropical forest fragments. Conservation Biology 15(4): p 1079-1090.

Scott N.J.,Jr. (1976). The abundance and diversity of the herpetofauna of tropical forest litter. Biotropica 8(1): p 41-58.

Sierra Correa P, López A. Sánchez A. Rodríguez Peláez J. (2006). Ordenamiento Ambiental De Los Manglares Del Municipio De Timbiquí, Departamento Del Cauca (Pacífico Colombiano), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés – INVEMAR, p 26-29.

Sinsch U. (1990). Migration and orientation in anuran Amphibians, Ethology, Ecology y Evolution.2: p 65 – 69.

Stewart S. (2010). "The True Poison-Dart Frog: The Golden Poison Frog *Phyllobates terribilis*" (On-line). Accessed February 20, 2011 <http://www.herpetologic.net/frogs/caresheets/terribilis.html>.

Stebbins R.C. y N.W. Cohen. (1997). A Natural History of Amphibians. Princeton University, New Jersey. p. 316.

Stuart SN, Hoffmann M, Chanson JS, Cox N, Berridge R, Ramani P, Young BE. (2008). Threatened Amphibians of the world. Lynx edition. IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, Arlington, Virginia, USA, Barcelona (Spain).

Urbina–Cardona J. N., M. Olivares–Pérez y V. H. Reynoso. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture–edge–interior ecotone in

tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 132: p 61–75.

Urbina-Cardona J Y Londoño-M, M. (2003). Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente Grado de perturbación en la Isla Gorgona, pacífico Colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 27(102): p 105-113.

Urbina-Cardona J. N. (2011). Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: posibles respuestas al cambio climático. 7, (1): p 74 – 91

Urbina-Cardona J. N. y Reynoso V. H. (2006) Recambio De Anfibios Y Reptiles En El Gradiente Potrero-Borde-Interior En Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Conacyt*. 4: p 191 – 207.

Urbina-Cardona J. N. y Londoño M. C. (2003), Distribución De La Comunidad De Herpetofauna Asociada A Cuatro Áreas Con Diferente Grado De Perturbación En La Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Ecología, Acad. Colomb. Cienc.* 27: p 105-113.

Urbina-Cardona J.N. (2008). Conservation of Neotropical herpetofauna: research trends and challenges. *Tropical Conservation Sciences* Vol.1 (4): p 359-375.

WSP COLOMBIA S.A.S.(2014), Plan de conservación de la rana dorada (*Phyllobates terribilis*, Myers Daly y Malkin, 1978) en la cuenca del río Saija en la comunidad indígena de la Sierpe y el corregimiento la Brea del municipio de Timbiquí. Servicios especializados para el estudio de fauna y flora. CO-CANA 4500038924.

Young, B. E., K. R. Lips, j. K. Reaser, R. Ibáñez, A. W. Salas, J. R. Cedeño, I. A. Coloma, S. Ron, E. La marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves, y D. Romo. (2001). Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15 (5): p. 1213-1223