

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA COMUNIDAD DE ANUROS
PARAMUNOS DE LA RESERVA FORESTAL DE LA SOCIEDAD CIVIL,
VEREDA PIEDRA DE LEÓN, SOTARÁ, CAUCA**

MARIA FERNANDA CEBALLOS ORDOÑEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2009**

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA COMUNIDAD DE ANUROS
PARAMUNOS DE LA RESERVA FORESTAL DE LA SOCIEDAD CIVIL,
VEREDA PIEDRA DE LEÓN, SOTARÁ, CAUCA**

MARIA FERNANDA CEBALLOS ORDOÑEZ

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
bióloga**

DIRECTOR

**M. Sc. LUÍS GERMÁN GÓMEZ BERNAL
Profesor Asistente Universidad del Cauca**

ASESORA:

**M. Sc. GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ
Profesora Universidad del Cauca**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2009**

Nota de aceptación:

Luís Germán Gómez Bernal M. Sc.
Director

Giselle Zambrano González M. Sc.
Asesor

Hernando Vergara Varela
Jurado

María Patricia Torres
Jurado

Fecha de sustentación:
28 de Agosto de 2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ayudarme a cumplir mis sueños y crear la naturaleza en donde cada elemento son un testimonio de su grandeza, a mi mamá por su constante ayuda y amor para que este ideal se realizara, a mi papá por sus consejos a mi hermana Leydi por su compañía y ayuda.

A Felipe por su apoyo, consejos, días y mañanas de inaguantable frío y por muchas cosas más... a Julián por sus explicaciones a doña Magola por su paciencia infinita durante el desarrollo de mi trabajo.

Gracias a la profesora Giselle Zambrano y Germán Gómez por dirigir mi trabajo, por sus aportes y conocimientos.

A los propietarios de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil quienes me permitieron desarrollar mi fase de campo.

Y en general a cada una de las personas que me han ayudado en mi formación académica.

RESUMEN

Entre agosto de 2007 y febrero de 2008 realicé una caracterización ecológica de la comunidad de anuros en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, vereda Piedra de León, municipio de Sotará, Cauca, ubicada a los 2° 13' 57.4" N y 76° 33' 57" W y a una altura de 3590 msnm. La zona de vida en la cual se ubica el área de muestreo corresponde al páramo (Cuatrecasas, 1934). Para el estudio de la comunidad realicé búsquedas por cuadrantes y búsqueda libre sin restricciones (Heyer *et al.*, 1994), en un área total de 2752 m., abarcando las temporadas de invierno y verano. En este trabajo estudié la composición, riqueza, diversidad de la comunidad de anuros y el sitio de percha con sus variaciones temporales. Registré 7 especies de anuros distribuidas en dos familias Leptodactylidae y Bufonidae, cada una representada por un género *Eleutherodactylus* y *Osornophryne*. *Eleutherodactylus obmutescens* fue la especie más frecuente. La diversidad fue de 1.346. Con relación al hábitat determiné 9 sitios de percha siendo la hoja de *Espeletia hartwegiana* el más usado por los individuos. Determiné una correlación positiva entre la riqueza de especies de la comunidad de anuros y la temperatura ambiental y edáfica, más no así con la humedad relativa.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1 OBJETIVOS	11
1.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LA CLASE AMPHIBIA (ORDEN ANURA).....	12
2.1.1 Características generales.....	12
2.1.2 Distribución y diversidad	13
2.1.3 Estado de conservación y amenazas.....	13
2.2 COMUNIDAD Y COMPOSICIÓN	14
2.3 RIQUEZA Y RIQUEZA ESPECÍFICA	15
2.4 DIVERSIDAD	15
2.4.1 Diversidad alfa.....	15
2.5 HÁBITAT.....	16
3 ÁREA DE ESTUDIO.....	18
3.1 UBICACIÓN DE LA VEREDA PIEDRA DE LEÓN.....	18
3.2 CLIMA DE LA VEREDA PIEDRA DE LEÓN.....	19
3.3 FISIOGRAFÍA, SUELOS E HIDROGRAFIA DE LA VEREDA PIEDRA DE LEON.....	19
3.4 CARACTERISTICAS FLORISTICAS DE LA VEREDA.....	19
3.5 CARACTERISTICAS SOCIO-CULTURALES.....	20
3.6 UBICACIÓN DE LA RESERVA FORESTAL DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LA VEREDA	20
3.7 ZONA DE VIDA E HIDROGRAFIA DE LA RESERVA FORESTAL DE LA SOCIEDAD CIVIL.....	20
3.8 CARACTERIACIÓN VEGETAL DEL AREA DE ESTUDIO.....	22
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 SITIO Y ÉPOCAS DE MUESTREO.....	23
4.2 MÉTODOS EN CAMPO.....	23

4.2.1	Diseño del muestreo	23
4.3	CAPTURA, PREPARACIÓN, PRESERVACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DEPÓSITO DE EJEMPLARES	24
4.4	TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	24
4.4.1	Composición, riqueza y diversidad.....	24
4.4.2	Variables de microhábitat.....	25
4.4.2.1	Sitio de percha	25
4.4.2.2	Factores abióticos	25
4.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	26
4.5.1	Variables de microhábitat.....	26
5	RESULTADOS	27
5.1	ESFUERZO DE MUESTREO.....	27
5.2	COMPOSICIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD.....	27
5.2.1	Riqueza esperada	29
5.2.2	Diversidad	29
5.3	MICROHÁBITAT	29
5.3.1	Sitio de percha	29
5.3.2	Variación estacional del sitio de percha	31
5.3.3	Variables físicas del hábitat.....	32
6	DISCUSIÓN	34
6.1	COMPOSICIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD.....	34
6.2	MICROHÁBITAT	36
6.3	RIQUEZA Y VARIABLES FÍSICAS DEL MICROHÁBITAT.....	37
7	CONCLUSIONES.....	38
8	RECOMENDACIONES	40
9	BIBLIOGRAFIA	41

ÍNDICE DE TABLAS

	PAG.
Tabla 1. Listado de especies de anuros encontrados en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	28
Tabla 2. Diversidad de la comunidad de anuros en las temporadas climáticas de invierno y verano en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	29
Tabla 3. Variables físicas del hábitat registrados en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	33
Tabla 4 Riqueza y composición de la comunidad de anuros registrada en diversos estudios realizados en páramo y/o subpáramo de Colombia y Ecuador._____	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG
Figura 1. Ubicación de la vereda Piedra de León en el Municipio de Sotará, departamento del Cauca, Colombia. Fuente: IGAC y DANE 2005._____	18
Figura 2. Ubicación de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Vereda Piedra de León, Sotará, Cauca. Fuente: IGAC 1984._____	21
Figura 3. Diseño de los cuadrantes en el área de muestreo._____	23
Figura 4. Especies de anuros presentes en las temporadas de invierno y verano de la comunidad frailejonal-pajonal en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca_____	28
Figura 5. Sitios de percha usados por los anuros en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	30
Figura 6. Sitios de percha usados por las especies de anuros en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	31
Figura 7. Sitios de percha usados en invierno por las especies de anuros de la comunidad frailejonal-pajonal en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	32
Figura 8. Sitios de percha usados en verano por las especies de anuros de la comunidad frailejonal-pajonal en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	32
Figura 9. Comportamiento de la riqueza de la comunidad de anuros vs la humedad relativa, temperatura ambiental y temperatura edáfica en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca._____	33

INTRODUCCIÓN

Los anfibios representan uno de los grupos zoológicos más interesantes desde el punto de vista evolutivo, ya que fueron los primeros tetrápodos que conquistaron el medio terrestre (Starr & Taggart, 2008); biogeográfico por su amplia distribución y diversidad, resultado de sus adaptaciones fisiológicas, anatómicas, ecológicas así como a factores topográficos, ambientales y de competencia entre especies (Zorro, 2007; Young *et al.*, 2004) y ecológico por las funciones que desempeñan en los diferentes ecosistemas al participar en el ciclo de nutrientes, en las interacciones predador-presa y al controlar las poblaciones de insectos (Rueda *et al.*, 2005).

Un grupo muy conocido dentro de los anfibios, son los anuros que actualmente se encuentran en peligro, existiendo a nivel global 32 especies desaparecidas y 1621 en diferentes niveles de amenaza.

En Colombia aunque no se han reportado especies extintas, 208 se encuentran amenazadas ocupando el primer lugar entre los 20 países más diversos. Esta crisis es el resultado de una sinergia de factores tales como pérdida de hábitat, el cambio climático, la expansión y patogenicidad de la chitridomycosis y la distribución restringida de muchos anuros (Angulo *et al.*, 2006).

Dada su gran dependencia a la humedad y su vulnerabilidad a tóxicos, los anuros son muy sensibles a cambios en su hábitat, por esto es urgente adelantar estudios que aporten información ecológica que sirva para monitorear el estado de conservación de las diferentes comunidades de anuros.

El número de especies de anuros disminuye con la altitud, por lo que la composición de las comunidades de anuros en los páramos de Colombia es notablemente diferente a la de las demás zonas de vida del país, encontrándose un mayor número de especies de las familias Leptodactylidae y Bufonidae (Lynch & Suarez, 2002). Además las comunidades de estas zonas altas han sido poco estudiadas, siendo la anurofauna caucana una de las menos conocidas y por lo tanto una de las más expuestas a problemas de extinción por desconocimiento de su situación actual.

Con el objetivo de conocer aspectos ecológicos de la comunidad de anuros paramunos de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil ubicada en la vereda Piedra de León, Sotará, Cauca, adelanté esta investigación, en la cual evalué la composición, riqueza y diversidad de la comunidad, así como algunos aspectos de su microhábitat, analizando los cambios temporales que sucedan en estos parámetros. Esta investigación proporciona información ecológica de los anuros en esta región, donde hasta el momento no se había llevado a cabo ninguna investigación de la fauna anura y que servirá para futuros planes de investigación en esta Reserva.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar ecológicamente la comunidad de anuros paramunos en La Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Vereda Piedra de León, municipio de Sotará, Cauca, Colombia.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición, riqueza y diversidad de la comunidad de anuros que habitan la zona de páramo de la Reserva.
- Identificar las variables del microhábitat usado por la comunidad de anuros.
- Evaluar las variaciones temporales en los parámetros ecológicos estudiados

2 MARCO TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LA CLASE AMPHIBIA (ORDEN ANURA)

2.1.1 Características generales

Los anfibios son vertebrados tetrápodos, que carecen de uñas y se caracterizan por tener la piel desnuda (exenta de escamas o pelos), muy húmeda y profusamente vascularizada, la cual les sirve como un órgano respiratorio. Se dividen en tres grandes órdenes: Anura o Salienta (ranas y sapos), Urodela (salamandras y tritones) y Gymnophiona o Apoda (cecilias) (Rueda *et al.*, 2005).

El orden anura tiene una morfología muy característica. Durante su evolución, dos huesos del tobillo (astrágalo y calcáneo) se alargaron, su columna vertebral se volvió rígida y con pocas vértebras libres (no más de 10). La última vértebra, llamada urostilo, es alargada y brinda soporte y rigidez a la mitad posterior del cuerpo. Estas características morfológicas son consideradas adaptaciones para el salto (Ron, 2008).

Se puede decir que la mayoría de las especies de anuros son pequeñas y no superan los 50 mm de longitud rostro-cloacal (CORTOLIMA, 2006), además presentan metamorfosis durante su ciclo de vida pasando de un estado larval a un adulto; entre los cambios que experimentan están la pérdida de su cola, el cambio en el aparato respiratorio y digestivo y aparecen sus extremidades.

Otro aspecto importante de la biología de los anuros son los diversos modos reproductivos que tienen. En relación a los modos reproductivos estos son el resultado de la combinación de factores de desarrollo y oviposición, que incluyen el sitio de oviposición, el tipo y duración de las fases de desarrollo, el tamaño de la cría y el cuidado parental, si lo hay. De acuerdo a estas características Duellman & Trueb (1994), han descrito 29 modos reproductivos.

De manera muy general puedo decir que estos 29 modos reproductivos se dividen en dos grandes categorías dependiendo del tipo de fecundación que puede ser externa (más común) o interna.

En la fecundación externa la hembra tiene dos sitios para la oviposición, el acuático y el terrestre y para cada uno de estos se desglosa diferentes modos reproductivos por ejemplo en los géneros *Pristimantis* y *Osornophryne* algunas especies depositan sus huevos en tierra donde tiene lugar todo el desarrollo hasta el estadio de juvenil. En la familia Dendrobatidae, los huevos son depositados a lo largo de arroyos, en la hojarasca, sobre hojas o en lugares protegidos entre la vegetación. Uno de los padres vigila la puesta para protegerla de predadores. Una vez que los renacuajos están completamente formados, el macho (aunque ocasionalmente la hembra) carga los renacuajos

en su espalda y los transporta hacia un cuerpo de agua donde puedan completar su desarrollo (Ron, 2008)

Entre tanto en la fecundación interna los modos reproductivos son los ovovivíparos (la alimentación procede solo de la yema) y los vivíparos (la nutrición maternal se da por secreciones del oviducto) (Duellman & Trueb, 1994).

2.1.2 Distribución y diversidad

Los patrones de diversidad de los anfibios son el resultado de complejas interacciones entre la historia geológica, la topografía, las condiciones ambientales y la competición entre las especies mismas. Las salamandras son más diversas en el sudeste de los Estados Unidos y Mesoamérica. Las cecilias son más diversas en la cuenca del Amazonas. Las ranas y sapos son más diversos en la cuenca superior del Amazonas y en el Brasil oriental (Young *et al.*, 2004).

Por otra parte, los anuros se han distribuido en 32 familias, 372 géneros y 5227 especies (Lynch & Suarez, 2002). En Colombia se distribuyen en todas las regiones naturales del país (Pacífica, Amazónica, Andina, Orinoquense y Caribe) desde el nivel del mar hasta el páramo (Galeano *et al.*, 2006) y están representadas por las familias Bufonidae, Centrolenidae, Dendrobatidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae, Pipidae, Pseudidae y Ranidae (Lynch & Suarez, 2002) con un total de 621 especies (Acosta, 2000). De estas 39 pertenecen a la zona de vida páramo con las familias, Bufonidae, Dendrobatidae, Hylidae y Leptodactylidae, siendo las más representativas en número de especies Leptodactylidae y Bufonidae (Lynch & Suarez, 2002).

2.1.3 Estado de conservación y amenazas

Múltiples causas se han atribuido al colapso reciente y la desaparición de un gran número de anfibios, dentro de las que se destacan la destrucción y deterioro de los hábitats naturales. Para el caso de los páramos en Colombia, con excepción de algunos inaccesibles de la Cordillera Occidental, todos los demás han sufrido alteración causada por el hombre, la introducción de especies exóticas y la sobreexplotación de algunas especies (Rueda *et al.*, 2004). Sin embargo en los últimos años los científicos comenzaron a hacer inexplicables observaciones. Aún en hábitat aparentemente prístino, las poblaciones de anfibios estaban disminuyendo e incluso desapareciendo misteriosamente, las declinaciones fueron documentadas en Australia, en Mesoamérica, América del Norte y del Sur, en el Caribe y más recientemente en África y Asia. Sólo en América Latina, nueve familias y 30 géneros de anfibios habían sido afectados a finales de los años 90, existen varias hipótesis a esta situación entre ellas la infección del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Young *et al.*, 2004).

En América del Sur la amenaza se concentra en las Cordilleras Central y Occidental de los Andes colombianos y continúa al sur, en las Cordilleras Occidental y Oriental de Ecuador. La fauna más segura se registra en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas (Young *et al.*, 2004).

En referencia al orden Anura se sabe que presentan el mayor nivel de amenaza con un 32,6 % de especies en categorías de amenaza o extintas en donde las familias Bufonidae, Leptodactylidae y Rhacophoridae son las que tienen más peligro.

Los Leptodactylidae, que son la familia más grande, tienen más de la mitad de sus especies amenazadas. Sumado a lo anterior los *Eleutherodactylus*, el género con mayor número de vertebrados pertenecientes a esta familia, tienen rangos de distribución muy pequeños siendo fuertemente afectados por la pérdida de hábitat, factor que constituye el mayor riesgo para los anfibios en Colombia, en donde se reportan hasta la fecha 208 especies amenazadas. Frente a esta situación son pocos los esfuerzos orientados hacia la protección de este grupo en nuestro país y tienen que ver con la implementación de una rígida estructura jurídica enmarcada dentro del Código de los Recursos Naturales Renovables que prohibió, desde 1970, toda actividad comercial sobre la fauna silvestre y la creación de los sistemas de Parques Nacionales Naturales; quedando aun por realizar muchas estrategias claves para la protección de los anfibios (Angulo *et al.*, 2006; Baillie *et al.*, 2004; Rueda *et al.*, 2004).

Esta pérdida no sólo contribuye a la crisis de la biodiversidad mundial, sino que también tiene importantes implicaciones para los ecosistemas en las que suceden. Sin anfibios se rompen eslabones en la cadena alimentaria y otros organismos son influenciados en modos, a menudo, impredecibles (Young *et al.*, 2004).

2.2 COMUNIDAD Y COMPOSICIÓN

Una comunidad incluye todas las poblaciones que ocupan un área determinada; además podría definirse como la simple descripción de la manera en que la biomasa se distribuye entre las diferentes especies presentes (Margalef, 1992; Odum *et al.*, 2006). Una de las características de las comunidades es que contienen comparativamente pocas especies comunes (representadas por grandes cantidades de individuos) y una cantidad comparativamente grande de especies raras en cualquier lugar y tiempo dados. Aunque las especies dominantes puedan representar la mayor parte de la biomasa y el metabolismo de la comunidad, esto no significa que las especies raras no sean importantes, ya que determinan la diversidad de la comunidad como un todo (Odum & Sarmiento, 1998).

Diferentes tipos de comunidades varían ampliamente en la cantidad y diversidad de especies presentes. Hasta hace poco se pensaba que la composición específica de estas comunidades era relativamente constante y se las citaba frecuentemente como ejemplos primarios de un estado de equilibrio. Se pensaba que su alta diversidad específica era función de su estabilidad. Sin embargo se ve ahora que su diversidad puede ser función no de la estabilidad sino de la frecuencia y magnitud de las perturbaciones a la cuales están sujetas (Curtis *et al.*, 2000).

2.3 RIQUEZA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

La riqueza se define como el número de tipos de componentes, en este caso especies, por unidad de espacio (Odum & Sarmiento, 1998).

La riqueza específica se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Se mide como el número de especies presentes en una comunidad (S) en censos o a través de índices.

2.4 DIVERSIDAD

La diversidad incorpora el concepto de riqueza y algún valor de abundancia (densidad, frecuencia ó cobertura) (Rangel *et al.*, 1997).

La diversidad puede estudiarse a diferentes escalas: ALFA dirigida al área ó sitio (heterogeneidad biológica de un sitio); BETA que se relaciona con la comparación de dos localidades ó sitios con base en su composición (heterogeneidad de hábitats) y GAMA cuando se comparan las diversidades ALFA Y BETA. En este trabajo solo medí la diversidad alfa.

2.4.1 Diversidad alfa

Esta referida a un nivel local y refleja la coexistencia de las especies en una comunidad (Moreno, 2001). Los distintos métodos usados para medir la diversidad alfa en función de las variables biológicas se pueden dividir en dos grandes grupos:

a. Basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) (Moreno, 2001).

b. Métodos establecidos en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie. Para evaluar la estructura de la comunidad se suelen utilizar índices de diversidad los que se clasifican según la dominancia o equidad (Moreno, 2001).

Los índices basados en la dominancia toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución de las demás. Dentro de los índices de dominancia se encuentran el índice de Simpson, la serie de números de Hill, el índice D de McIntosh y el índice de Berger-Parker (Moreno, 2001).

los Índices basados en la equidad son aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, tales como el Índice de Shannon-Wiener, el de equidad de Pielou, el Índice de Brillouin, el índice de equidad de Bulla, el Índice de equidad de Alatalo, entre otros (Moreno, 2001).

2.5 HÁBITAT

El hábitat es un área con una combinación de recursos (como alimento, cobertura, agua) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, presencia o ausencia de predadores y competidores) que le permite a los individuos de una población su supervivencia y reproducción (Morrison *et al.*, 2006). Dependiendo de la escala de aplicación del estudio se han establecido subdivisiones del hábitat como el macrohábitat y el microhábitat (Krausman, 1999).

El macrohábitat hace referencia a las características a nivel de paisaje (asociaciones vegetales) correlacionadas con la distribución y abundancia de las poblaciones (Block & Brennan, 1993). Según Johnson (1980) correspondería al rango físico y geográfico de una especie.

El microhábitat son las características reconocibles del ambiente que les permiten a los individuos su supervivencia a través del uso de los recursos que están dentro de su área de acción (Block & Brennan, 1993; Johnson, 1980).

Los anfibios presentan una alta especificidad por hábitats y microhábitats debido a su alta sensibilidad a los cambios climáticos y en general de las condiciones ambientales (Green, 2003). En anfibios, tanto el uso de hábitat como los patrones de distribución, diversidad y abundancia están fuertemente relacionados con las variaciones temporales y estacionales ya que dependiendo de la temporada del año (temporada seca ó de lluvias en el caso del neotrópico) la disponibilidad de los hábitats varia, así como la presencia y persistencia de de las especies en cada microhábitat. Debido a esto, y para poder obtener resultados más cercanos a la realidad al realizar estudios sobre diversidad, es necesario que dichos estudios se realicen no solo en un instante del tiempo sino a lo largo de un gradiente temporal (Toft, 1980; Wilbur, 1987).

Dentro de las variables del microhábitat que se han considerado importantes para la supervivencia de los anuros se encuentran las áreas con alta cobertura vegetal (dosel y sotobosque), mayor profundidad de hojarasca, alta humedad y temperaturas bajas (Crump 1974; Jaeger 1994; Marsh & Pearman, 1997; Tocher *et al.*, 1997; De Maynadier & Hunter, 1998). Sin embargo, también se ha demostrado que los anuros son especialistas en aprovechar microhábitats determinados por sus requerimientos tróficos (debido a que generalmente son oportunistas) y físicos como mecanismos de distribución que disminuyen la competencia interespecífica (Rincón & Castro, 1998). Por ejemplo, en relación a los requerimientos físicos se sabe que los tamaños corporales tienen una relación con el uso del microhábitat existiendo lugares que son ocupados por especies grandes y otros por especies pequeñas y cuando las especies tienen tamaños corporales similares difieren en la altura de la percha (Muñoz *et al.*, 2007)

La tolerancia termal y los requerimientos de humedad de las especies determinan la ocupación de los anuros en microhábitats específicos. Asimismo, la actividad de los anfibios en las temporadas climáticas está regulada

principalmente por la interacción de estas variables. Por ejemplo en noches con poca lluvia muchas ranas nocturnas arbóreas no salen de sus escondites diurnos hasta que la humedad se ha condensado en las hojas (Duellman & Trueb, 1994). Otras ranas arbóreas pueden salir si las hojas están secas pero adoptan posturas que les permiten mantener la humedad (Pough *et al.*, 1983).

Además, la humedad también afecta la distribución ecológica de los anfibios. Las tasas de pérdida de agua por evaporación y la absorción del agua del ambiente deben balancearse con relación a la actividad del anfibio. Por ejemplo un anfibio puede ser capaz de mantener una considerable pérdida de agua durante periodos de actividad si puede reponer agua entre estos periodos; si el animal no puede tolerar la pérdida de agua este puede ser activo solamente en áreas y en periodos de tiempo en los cuales la humedad ambiental sea alta (Duellman & Trueb, 1994).

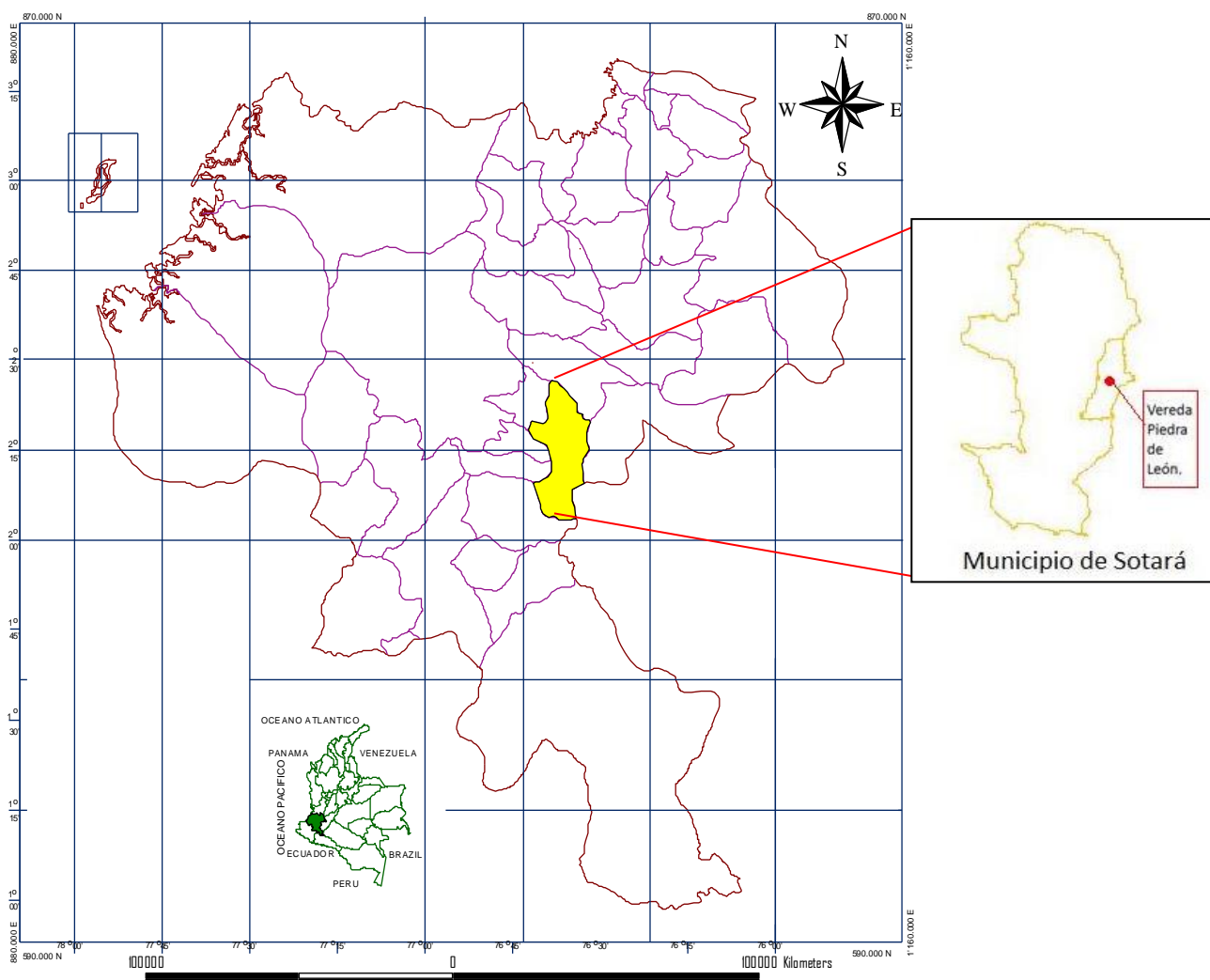
3 ÁREA DE ESTUDIO

3.1 UBICACIÓN DE LA VEREDA PIEDRA DE LEÓN

La vereda Piedra de León se ubica al oriente y en la zona rural del municipio de Sotará, departamento del Cauca, Colombia (Figura 1).

Existen tres vías de acceso a este lugar: (1) Popayán, La Esperanza, El Canelo, Casas Nuevas, Piedra de León, por carretera destapada (2) Popayán, Coconuco, Piedra de León, por carretera destapada y (3) Paispamba, Salinas, Piedra de León, por carretera destapada en mal estado (Administración Municipal de Sotará & GEOSIG Ltda. 1999).

Figura 1. Ubicación de la vereda Piedra de León en el Municipio de Sotará, departamento del Cauca, Colombia. Fuente: IGAC & DANE 2005.



3.2 CLIMA DE LA VEREDA PIEDRA DE LEÓN

La vereda Piedra de León presenta una precipitación media de 2.177 mm al año, distribuida de la siguiente forma: 70 mm/ mes promedio en el periodo de verano, que va de mayo a septiembre. En época de invierno moderado que comprende los meses de enero a abril, la precipitación promedio es de 215 mm mensuales; en los meses de octubre a diciembre, la precipitación es 296 mm/ mes en promedio. Su temperatura oscila entre 8 y 13°C (Administración Municipal de Sotará & GEOSIG Ltda., 1999; Fernández *et al.*, 2001). Según el régimen de distribución de la lluvia corresponde al tipo bimodal-tetraestacional (Rangel, 2000).

3.3 FISIOGRAFÍA, SUELOS E HIDROGRAFIA DE LA VEREDA PIEDRA DE LEON

La Vereda Piedra de León presenta pendientes entre 3-25%, observándose relieves desde ligeramente planos a ondulados. Además se encuentran paisajes desde llanuras de inundación hasta crestas ramificadas y / o redondeadas, pasando por lomeríos suaves, colinas, montañas y laderas. Los suelos se caracterizan por poseer texturas franco–arcillosas y arcillosas; siendo moderadamente profundos con grandes acumulaciones orgánicas. Pueden ser de mediano a fuertemente ácidos y con alto contenido de carbono orgánico; el primer horizonte contiene altas cantidades de aluminio. Están constituidos por cenizas volcánicas, presentando erosión principalmente por pastoreo (Fernández *et al.*, 2001).

Las principales cuencas hidrográficas de la Vereda son las quebradas El Ramal, San José, Tambor, Canelal, La Palma, y La Josefina, siendo estas afluentes del río Cauca (IGAC, 1984).

3.4 CARACTERISTICAS FLORISTICAS DE LA VEREDA

En la vereda Piedra de León se distinguen dos zonas de vida: bosque altoandino y páramo, encontrándose algunos relictos de bosque primario y secundario, los cuales se identifican por ser densos y estratificados, (Fernández *et al.*, 2001; Cuatrecasas, 1934).

Algunas de las especies que se encuentran en el bosque altoandino son *Tibouchina grossa*, *Palicourea amethystina*, *Freziera canescens*, *Hediosmum bonplandianum*, *Weinmannia mariquitae*, entre otras. En el páramo se aprecian especies como *Myrteola nummularia*, *Disterigma codonanthum*, *Diplostephium glandulosum*, *Gaiadendron punctatum*, *Hypericum aciculare*, *Pernettya prostrata*, *Blechnum auratum*, *Themistoclesia cuatrecasasii*, *Plutarchia angulata*, *Thibaudia parvifolia*, *Espeletia hartwegiana* entre otras (Fernández *et al.*, 2001).

3.5 CARACTERÍSTICAS SOCIO-CULTURALES

El corregimiento Piedra de León esta poblado por campesinos y desmovilizados del M19 aproximadamente 130 familias; con un total de 389 habitantes que se sustentan de labores pecuaria, comercializando leche por medio de la cooperativa de la región, y agrícola especialmente del cultivo de papa, la fresa, hortalizas, ulluco y arracacha. (Administración Municipal de Sotará & GEOSIG Ltda., 1999; Fernández *et al.*, 2001).

La producción del cultivo de papa y fresa es orientada a la comercialización. Estos cultivos los manejan con tecnología convencional (CV) como monocultivo, con alta dependencia de insumos, mano de obra y capital, los demás cultivos (hortalizas, ullucos, etc.) son manejados con tecnología tradicional, que orientan la producción al autoconsumo y emplean poco capital, insumos y mano de obra familiar. (Administración Municipal de Sotará & GEOSIG Ltda., 1999; Fernández *et al.*, 2001).

La actividad forestal del corregimiento y del municipio es realizada por la empresa Smurfit quienes tienen plantaciones de pino sobre terrenos a orillas de la carretera (Administración Municipal de Sotará & GEOSIG Ltda., 1999; Fernández *et al.*, 2001).

3.6 UBICACIÓN DE LA RESERVA FORESTAL DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LA VEREDA

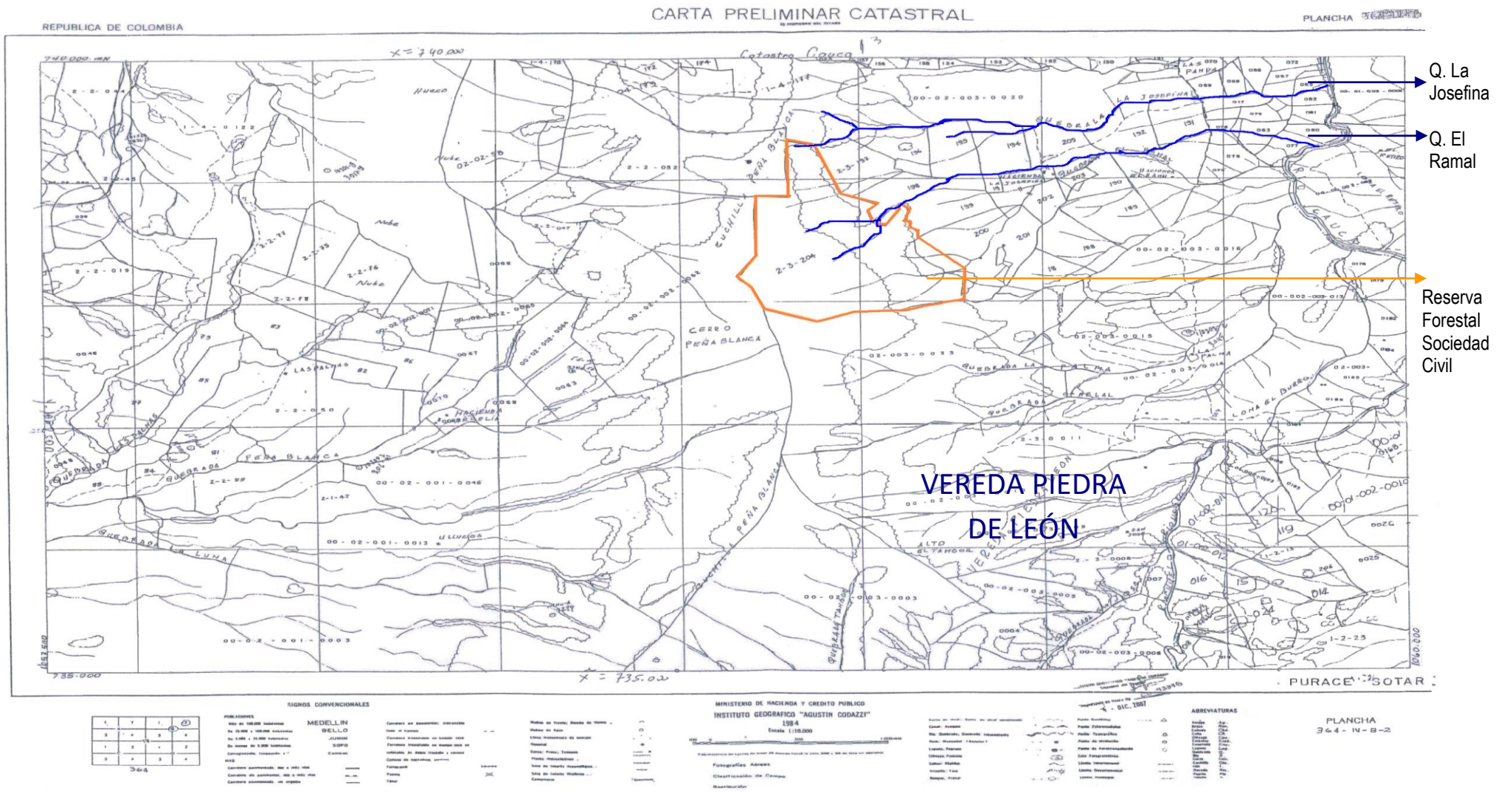
La Reserva Forestal de la Sociedad Civil se encuentra sobre el cerro Peña Blanca en la parte sur-occidental de la vereda Piedra de León (Figura 2). El área de estudio se haya a 3590 msnm. aproximadamente, con coordenadas 2° 13' 57.4" N y 76° 33' 57" W.

3.7 ZONA DE VIDA E HIDROGRAFIA DE LA RESERVA FORESTAL DE LA SOCIEDAD CIVIL

La Reserva Forestal de la Sociedad Civil se clasifica según el sistema de Cuatrecasas (1934) como un páramo, esta región se extiende entre los 3200 (3600m) y 4100 m, la diversificación comunitaria es máxima, encontrándose principalmente frailejonales (con *Espeletia hartwegiana*), pajonales de *Calamagrostis effusa* y *Calamagrostis recta* y chuscales de *Chusquea tessellata* (Rangel, 1997).

Por otra parte en el área de estudio se encuentran las quebradas El Ramal y La Josefina que desembocan al río Cauca (IGAC, 1984).

Figura 2. Ubicación de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Vereda Piedra de León, Sotará, Cauca. Fuente: IGAC 1984



3.8 CARACTERIACIÓN VEGETAL DEL AREA DE ESTUDIO

En el sitio de estudio encontré la comunidad vegetal frailejonal-pajonal, la cual estuvo compuesta principalmente por *Espeletia hartwegiana*, *Calamagrostis effusa* y *Rhynchospora* sp, siendo estas especies las más frecuentes dentro del área muestral. Además encontré especies de hierbas como *Calamagrostis* sp. *Pernettya prostrata*, *Plutarchia angulata*, *Disterigma codonanthum*, *Themistoclesia cuatrecasasii*; *Myrteola nummularia*, *Hypericum aciculare*, *Hymenophyllum* sp., *Lycopodium clavatum*, *Elaphoglossum* sp 1, *Elaphoglossum* sp 2, *Nertera granadensis* y *Gomphixis* sp. Dentro de arbustos y arbustos sub-escandentes *Thibaudia parvifolia*, *Diplostephium glandulosum*, *Gaiadendron punctatum* y *Blechnum auratum*. En las especies de plantas no vasculares *Herbertus* sp., *Cladina* sp., *Sphagnum* sp., y otras no determinadas.

4 METODOLOGIA

4.1 SITIO Y ÉPOCAS DE MUESTREO

Este estudio lo realicé en la zona de páramo de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, ubicada en la Vereda Piedra de León (Figura 2). Todos los muestreos los realicé en la comunidad vegetal frailejonal-pajonal.

El muestreo lo adelante de Agosto de 2007 a Febrero de 2008, abarcando el periodo de verano (agosto, septiembre y febrero) y de invierno (noviembre, diciembre y enero). Cada salida tuvo una duración de 5 días con un horario de muestreo de 7 a 11 a.m. y 6-10 p.m.

4.2 MÉTODOS EN CAMPO

4.2.1 Diseño del muestreo

Utilicé las metodologías de parcelas o cuadrantes y la búsqueda libre y sin restricciones (Heyer *et al.*, 1994). Esta metodología consiste en buscar de manera intensiva los anfibios en polígonos de formas y tamaños diversos. Para este trabajo dividí la zona en 43 cuadrantes de 8 x 8 m (Figura 3). Cada día escogí ocho cuadrantes aleatoriamente, para muestrear cuatro en la jornada diurna y cuatro en la nocturna, para un total de 40 cuadrantes por mes, la intensidad total de muestreo fue de 80 horas/hombre cada mes.

Por otra parte en la búsqueda libre y sin restricciones se realizan caminatas de día y noche en búsqueda de anfibios sin ningún tipo de regla. En este estudio realicé caminatas en lugares próximos a los cuadrantes, la intensidad de muestreo fue de 5 horas/hombre cada mes.

Figura 3. Diseño de los cuadrantes en el área de muestreo

7	6	5	4	3	2	1	
	8	9	10	11	12	13	14
	21	20	19	18	17	16	15
	22	23	24	25	26	27	28
	35	34	33	32	31	30	29
				36	37	38	39
				43	42	41	40

4.3 CAPTURA, PREPARACIÓN, PRESERVACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DEPÓSITO DE EJEMPLARES

La captura de los individuos la hice manualmente, posteriormente deposité los individuos en bolsas blancas de tela de 50 por 20 cm. Para la muerte de los especímenes utilicé una solución de epinefrina con xylocaína al 2% mezclado con alcohol etílico al 10%. Una vez muerto el animal lo fijé en formalina (formol comercial, 6 gramos de fosfato de sodio monobásico monohidratado y 4 de fosfato de sodio dibásico anhidrado). Para acomodarlo según corresponde a un espécimen de colección acondicioné una bandeja plástica hermética con toallas de papel sin adornos saturadas de formalina. Al cabo de un tiempo fijé la etiqueta en la pierna derecha. Para su preservación definitiva incluí los especímenes en alcohol etílico al 70% de acuerdo a Cortez *et al.*, (2006).

Para la identificación preliminar de los individuos utilicé la clave para *Eleutherodactylus* de los Andes del Ecuador realizada por Lynch & Duellman, (1980) y la clave para el género *Osornophryne* (Mueses, 2003). La identificación a especie de los ejemplares la obtuve con la colaboración de Ph. D. John Lynch del Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional y por M. Sc. Andrés Rymel Acosta del Laboratorio de Herpetología Pontificia Universidad Javeriana.

Deposité los ejemplares en el laboratorio de Herpetología de la Universidad del Cauca bajo los números de colección M.F.C. 001 a 028.

4.4 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

4.4.1 Composición, riqueza y diversidad

Con los datos obtenidos en los muestreos realicé un análisis descriptivo de la composición de la anurofauna el cual presento en una tabla, en la que registro las familias, géneros y especies encontradas en el sitio de estudio. Además hago comentarios que hacen referencia a las familias mejor representadas en cuanto a géneros y especies. Por otra parte analizo la variación de la composición por temporadas climáticas mediante una figura y los comentarios de las familias, géneros y especies mejor representadas.

La riqueza específica la evalué como el número de especies colectadas y/o avistadas según lo propuesto en Moreno (2001); mientras que la riqueza esperada la calculé, para cada temporada climática, mediante el promedio de los estimadores ACE, Chao1 (no paramétricos) y MMean (paramétrico) según lo propuesto por Chao, (1984) y Chazdon *et al.*, (1998).

Chao 1 y ACE son estimadores basados en la abundancia. Chao 1 se basa en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao & Lee, 1992; Smith & Van Belle, 1984); ACE se basa en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies

observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell, 2004) y Michaelis-Menten (MMean) esta basado en la extrapolación de la curva de acumulación de especies (Chazdon *et al.*, 1998).

La ventaja de usar los estimadores de riqueza es que proporcionan una idea del número de especies que hizo falta por encontrar en los muestreos y si se requiere o no un nuevo muestreo en la zona. De los estimadores que usé los no paramétricos tienen una mayor ventaja ya que requieren de un menor número de datos que los paramétricos.

Entre tanto la diversidad α la calculé para cada temporada climática usando el índice de Shannon-Wiener, propuesto por Shannon & Wiener (1963), según la expresión $H' = -\sum p_i \ln p_i$, donde p_i representa la abundancia proporcional de la especie i , es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995). También asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

4.4.2 Variables de microhábitat

Las variables del microhábitat que evalué en este trabajo fueron el sitio de percha, la temperatura edáfica, temperatura ambiental y humedad relativa

4.4.2.1 Sitio de percha: en la toma de datos de la variable sitio de percha no definí categorías sino que consideré todos los lugares en donde perchó el animal.

Para el tratamiento de los datos realicé mediante figuras un análisis descriptivo evaluando para la comunidad y para las especies de anuros las perchas de mayor a menor uso. De la misma manera, realicé el análisis descriptivo para cada temporada climática.

4.4.2.2 Factores abióticos: las variables que tuve en cuenta para este estudio fueron la temperatura ambiental, la temperatura edáfica y la humedad relativa.

La temperatura ambiental y la humedad relativa las tomé con un termo-higrómetro marca EXTECH colocado sobre la vegetación o troncos del área de muestreo. La temperatura edáfica la tomé con un termómetro que coloqué en medio de matorrales o del suelo del sitio de estudio. Cada registro lo anoté al inicio y final del muestreo tanto de la jornada diurna como de la nocturna.

De los datos de cada variable obtenidos en campo saqué un promedio para cada temporada, con el fin de relacionarlo con la riqueza de la comunidad mediante histogramas.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

4.5.1 Variables de microhábitat

Con el objetivo de saber si existe o no una relación entre las variables de microhábitat (temperatura ambiental, temperatura edáfica y humedad relativa) y la riqueza de la comunidad use una prueba no paramétrica que fue el coeficiente de correlación Rho de Spearman (Dawson & Trapp, 1996; Martín & Luna del Castillo, 1993).

El coeficiente de correlación Rho de Spearman es la cuantificación de la fuerza de la relación entre dos variables cuantitativas (Dawson & Trapp, 1996; Martín & Luna del Castillo, 1993). Es útil cuando los datos presentan valores externos o ante distribuciones no normales. Para este trabajo este coeficiente lo utilicé relacionando la riqueza con cada una de las variables ambientales del microhábitat.

El coeficiente de correlación Rho de Spearman toma valores entre 0 y 1. Valores próximos a 1 indican una correlación fuerte y positiva. Valores próximos a -1 indican una correlación fuerte y negativa. Valores próximos a cero indican que no hay relación (Pita & Pértiga, 1997).

5 RESULTADOS

5.1 ESFUERZO DE MUESTREO

El sitio de estudio lo visité en rangos de dos y tres días por cada salida, entre las fases lunares cuarto menguante y luna nueva. Con un horario de muestreo de 7 a 11 a.m. y 6 a 10 p.m. obteniendo un esfuerzo de muestreo de 40 hora/hombre. Como los muestreos fueron realizados por dos personas el esfuerzo total fue de 80 hora/hombre por salida.

En algunos trabajos realizados en páramo se reportaron esfuerzos de muestreo como por ejemplo el de Bustamante *et al.*, (2005) quienes trabajaron en dos localidades: el Páramo de Antisana y el Páramo de Guamaní registrando un esfuerzo de muestreo de 40.93 hora/hombre y 45.12 hora/hombre respectivamente. Cadavid *et al.*, (2005) adquirieron un total de 64 hora/hombre en el bosque estación II ubicado en Alto Quindío, Salento; por otra parte el esfuerzo de muestreo publicado en el trabajo de CORPOCALDAS (2005), quienes para cuatro sitios de estudio tuvieron un total de 270 horas/hombre/día distribuidos así: en la localidad uno 72 horas/hombre/día, en la localidad tres 78 horas/hombre/día y en las localidades cuatro y cinco 60 horas/hombre/día cada una. Entre tanto en el trabajo de Suárez & Ramírez (2004) solo se reportó un esfuerzo de muestreo de 16.65 horas/hombre.

Teniendo en cuenta los trabajos anteriormente reportados, considero que el esfuerzo de muestreo de mi trabajo fue adecuado ya que todos ellos, exceptuando el de Suárez & Ramírez (2004), presentaron un esfuerzo de muestreo similar al mío. Además la representatividad de muestreo que obtuve fue del 73%.

En relación a la técnica de muestreo que empleé, la de cuadrantes, que es recomendada para sitios relativamente homogéneos porque permite la búsqueda intensiva (Angulo *et al.*, 2006), fue apropiada para el sitio de trabajo que escogí (comunidad vegetal frailejona-pajona), ya que se ajusta a lo mencionado. Por otra parte la búsqueda libre y sin restricciones no me fue útil quizás porque los colectores no éramos experimentados, factor importante al usar este método (Angulo *et al.*, 2006).

5.2 COMPOSICIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Los muestreos los realicé en la comunidad vegetal frailejona-pajona, en donde capturé 28 individuos pertenecientes a 7 especies, 2 géneros y 2 familias (Tabla 1). La familia Leptodactylidae, representada por el género *Eleutherodactylus*,

estuvo constituido por 6 especies siendo *Eleutherodactylus obmutescens* la especie más frecuente con 17 individuos; mientras que la familia Bufonidae solo presentó el género *Osornophryne* y la especie *Osornophryne talipes*.

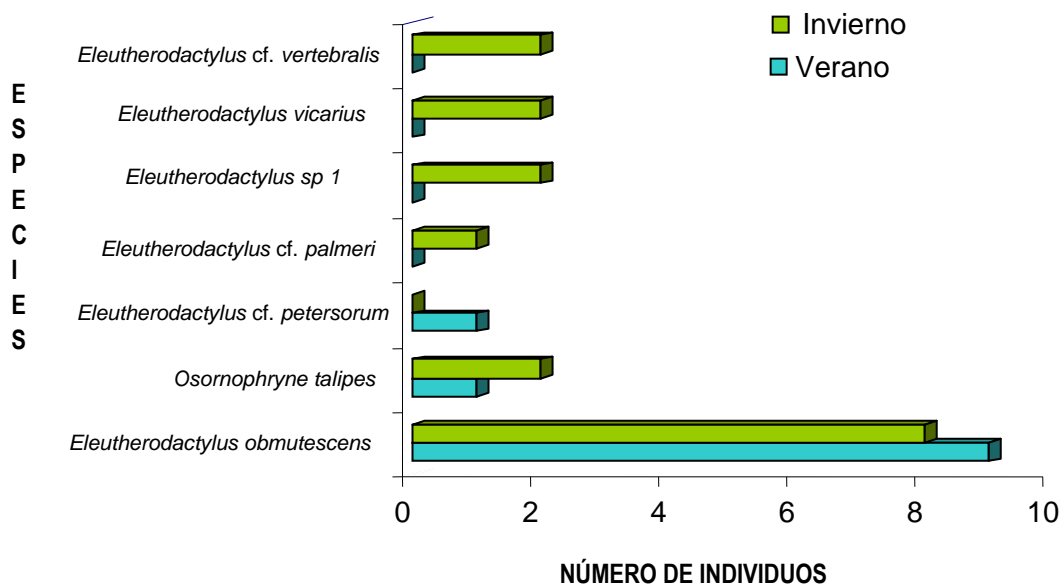
Tabla 1. Listado de especies de anuros encontrados en la comunidad frailejona-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.

Familia	Genero	Especie	F*	%
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>Eleutherodactylus obmutescens</i> Lynch	17	60,7
		<i>Eleutherodactylus</i> sp 1.	2	7,1
		<i>Eleutherodactylus</i> cf. <i>petersorum</i> Lynch	1	3,6
		<i>Eleutherodactylus vicarius</i> Lynch & Ruíz-Carranza	2	7,1
		<i>Eleutherodactylus</i> cf. <i>palmeri</i> Boulenger	1	3,6
		<i>Eleutherodactylus</i> cf. <i>vertebralis</i> Boulenger	2	7,1
Bufonidae	<i>Osornophryne</i>	<i>Osornophryne talipes</i> Cannatella	3	10,7

*F (frecuencia)

Eleutherodactylus obmutescens y *Osornophryne talipes* estuvieron presentes en las dos épocas de muestreo; por otra parte en invierno se capturaron las especies: *Eleutherodactylus* cf. *palmeri*, *Eleutherodactylus* cf. *vertebralis*, *Eleutherodactylus* sp 1 y *Eleutherodactylus vicarius*. Mientras que *Eleutherodactylus* cf. *Petersorum* solo se registró en verano (Figura 4).

Figura 4. Especies de anuros presentes en las temporadas de invierno y verano de la comunidad frailejona-pajonal en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.



5.2.1 Riqueza esperada

El promedio de los estimadores ACE, Chao 1 y MMean mostraron una riqueza esperada de 7 especies de anuros frente al observado de 6 especies durante la temporada de invierno, con una representatividad de muestreo de 86%. Por otra parte el número de especies esperadas en verano fue de 5 frente a 3 observadas con una representatividad de 60%. Estos datos me permitieron deducir que logre registrar un porcentaje suficiente de especies de la comunidad de anuros para la temporada de invierno, pero no así para verano.

5.2.2 Diversidad

La diversidad según el índice de Shannon fue de 1.346. Este valor indica que la comunidad de anuros es poco diversa, sin embargo al comparar mi trabajo con otros realizados en páramo este resultado fue más alto. Además pude observar mediante este mismo índice que la diversidad en la temporada de invierno fue de 1.528, siendo mayor que la presentada en verano en la que se obtuvo 0.6 (Tabla 2). En este trabajo la aplicación del índice de diversidad se realizó con un tamaño de muestra pequeño (28 individuos) lo que podría sesgar el resultado del índice ya que es poco probable que estén incluidas todas las especies de la comunidad (Pla, 2006), en mi estudio los estimadores de riqueza en la temporada de verano mostraron una representatividad de apenas el 60%.

Tabla 2. Diversidad de la comunidad de anuros en las temporadas climáticas de invierno y verano en la comunidad frailejona-pajona de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.

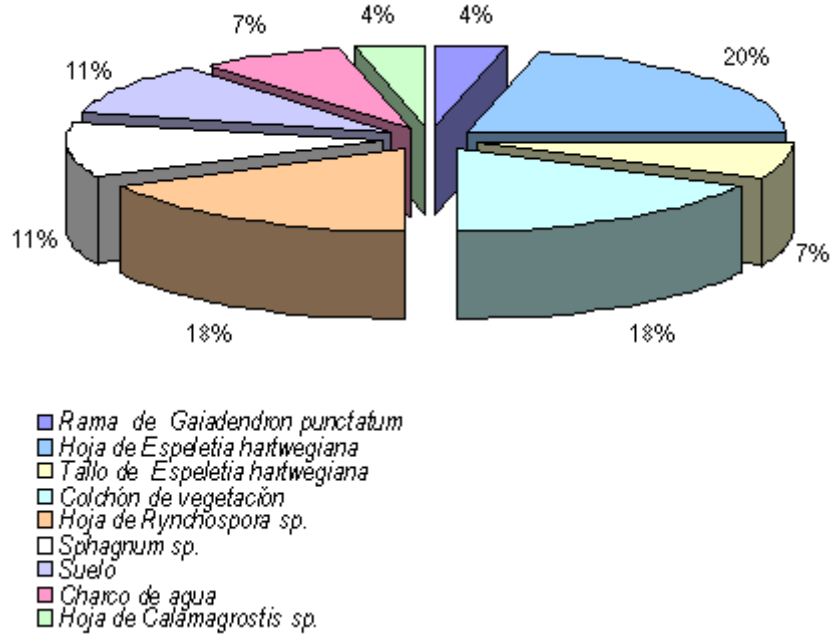
Diversidad	Índice (Shannon H')
Área de estudio	1.346
Temporada de verano	0.6
Temporada de invierno	1.528

5.3 MICROHÁBITAT

5.3.1 Sitio de percha

Encontré 9 sitios de percha, el más usado por la comunidad de anuros fue la hoja de *Espeletia hartwegiana* (frailejón) en donde capturé 6 individuos; seguido por la hoja de *Rhynchospora* sp (cortadera) y el colchón de vegetación en donde observé 5 individuos respectivamente; con 3 individuos siguen los sitios de percha suelo y *Sphagnum* sp. (musgo); en el tallo de *Espeletia hartwegiana* y charco de agua capturé 2 individuos. Finalmente la hoja de *Calamagrostis* sp y la rama de *Gaiadendron punctatum* con un individuo cada uno fueron los sitios de percha de menor uso (Figura 5).

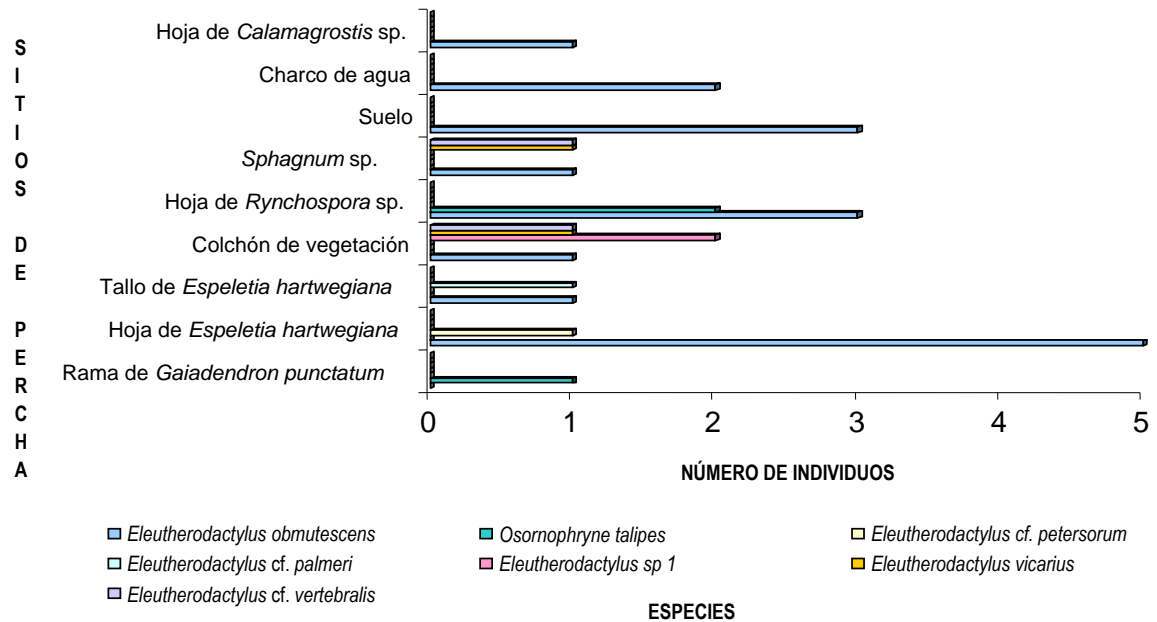
Figura 5. Sitios de percha usados por los anuros en la comunidad frailejona-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.



Al analizar la distribución de las especies en cada sitio de percha observé que *Eleutherodactylus obmutescens* estuvo presente en 8 de los 9 sitios de percha, pero tuvo preferencia por la hoja de *Espeletia hartwegiana* (5 individuos). Por otra parte *Eleutherodactylus sp.* la encontré exclusivamente en el colchón de vegetación; *Eleutherodactylus cf. petersorum* solo la capturé en hoja de *Espeletia hartwegiana* y *Eleutherodactylus cf. palmeri* fue exclusiva de tallo de *Espeletia hartwegiana*.

Además, los sitios de percha *Sphagnum sp* y el colchón de vegetación fueron compartidos por las especies *Eleutherodactylus cf. vertebralis* y *Eleutherodactylus vicarius*; entre tanto *Osornophryne talipes* la encontré en la rama de *Gaiadendron punctatum* y en la hoja de *Rynchospora sp.* (Figura 6).

Figura 6. Sitios de percha usados por las especies de anuros en la comunidad frailejonal-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.



5.3.2 Variación estacional del sitio de percha

Al hacer una comparación entre los sitios de percha más usados por las especies en cada temporada pude ver que en invierno, el colchón de vegetación fue el sitio de percha preferido encontrándose 5 de los 17 individuos que encontré en esta temporada, los cuales pertenecían a las especies *Eleutherodactylus obmutescens*, *Eleutherodactylus* sp 1, *Eleutherodactylus vicarius* y *Eleutherodactylus* cf. *vertebralis*. El siguiente sitio de percha de mayor uso en esta temporada fue la hoja de *Rynchospora* sp. con 4 individuos que pertenecen a las especies *Eleutherodactylus obmutescens* y *Osornophryne talipes*; posteriormente están con dos individuos cada uno los sitios de percha Hoja de *Espeletia hartwegiana* y suelo; estos individuos pertenecen a *Eleutherodactylus obmutescens*. En *Sphagnum* sp. registré a 2 individuos y dos especies (*Eleutherodactylus vicarius* y *Eleutherodactylus* cf. *vertebralis*). Finalmente los sitios de percha que fueron menos usados por las especies de anuros en esta temporada fueron el tallo de *Espeletia hartwegiana* y el charco de agua, en donde solo estuvo presente una especie con 1 individuo.

En verano registré 8 sitios de percha, siendo la hoja de *Espeletia hartwegiana* el sitio en donde capturé mas individuos y especies, con 4 de 11 individuos, y 2 de las 3 especies registradas en esta temporada, las especies encontradas en este sitio de percha fueron *Eleutherodactylus obmutescens* y *Eleutherodactylus* cf. *Petersorum*. Los restantes sitios de percha, rama de *Gaiadendron punctatum*, hoja de *Rynchospora* sp., tallo de *Espeletia hartwegiana*, *Sphagnum* sp., hoja de *Calamagrostis* sp, charco de agua y suelo solo tuvieron 1 especie y 1 individuo (figuras 7 y 8).

Figura 7. Sitios de percha usados en invierno por las especies de anuros de la comunidad frailejunal-pajonal en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.

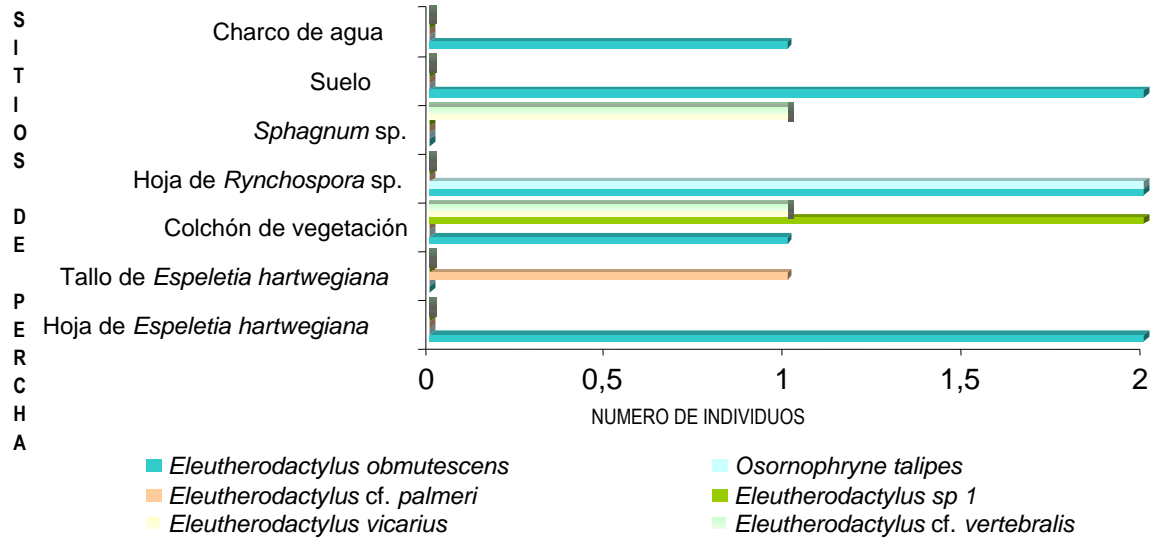
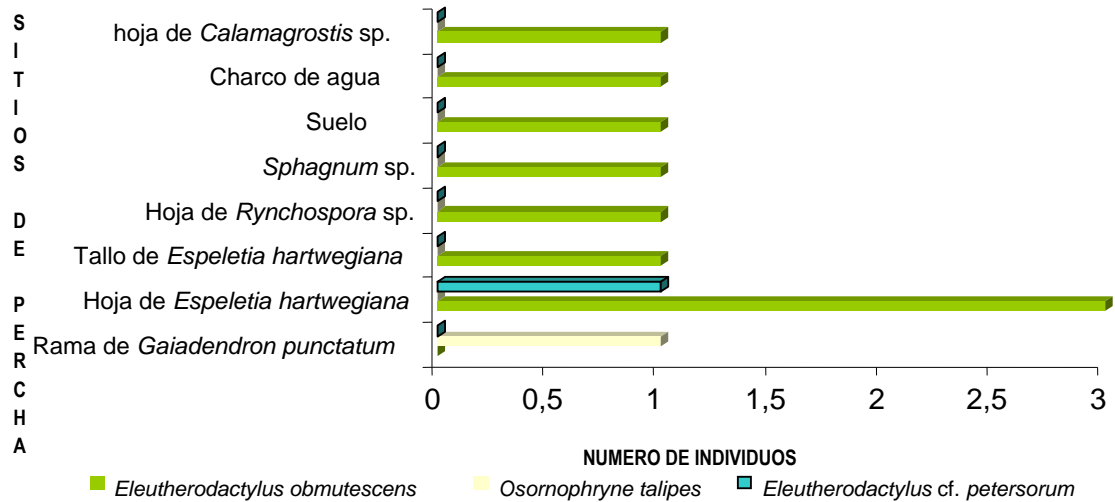


Figura 8. Sitios de percha usados en verano por las especies de anuros de la comunidad frailejunal-pajonal en la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.



5.3.3 Variables físicas del hábitat

En promedio el comportamiento de las variables físicas del hábitat (temperatura edáfica y temperatura ambiental, exceptuando la humedad relativa) en verano fue menor que en invierno presentando los siguientes valores (Tabla 3):

Tabla 3. Variables físicas del hábitat registrados en la comunidad frailejona-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.

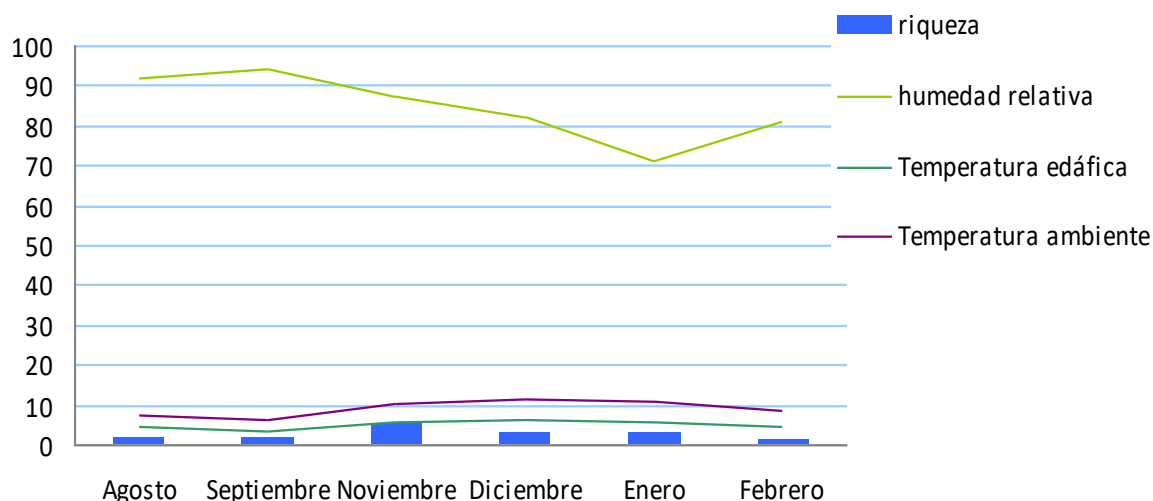
Temporada	Temperatura ambiental	Temperatura edáfica	Humedad relativa
Invierno	10,9	5,8	80,4
Verano	7,6	4,3	89,0

Al comparar el comportamiento de la humedad relativa con la riqueza de la comunidad observé que no hubo relación entre estas variables. Esto pudo deberse a que las variaciones en la humedad durante los meses de muestreo tanto de invierno (noviembre, diciembre y enero) como de verano (agosto, septiembre y febrero) no provocaron una tendencia sobre la riqueza ni positiva ni negativa (Figura 9). De forma adicional, no hubo relación entre la variación de la humedad relativa y la riqueza de especies ($R = -0.053$, $p = 0.782$).

Los patrones de variación de la temperatura del suelo y la riqueza fueron similares, (figura 10), sin embargo, esta relación no fue significativa ($R = 0.226$, $p = 0.230$) (Figura 9).

Con respecto a la temperatura ambiental, esta presenta el mismo patrón que observe entre la temperatura edáfica y la riqueza: existe la tendencia de aumentar o disminuir la riqueza cuando lo hace la temperatura ambiental (figura 11), pero esta relación no fue significativa ($R = 0.226$, $p = 0.230$) (Figura 9).

Figura 9. Comportamiento de la riqueza de la comunidad de anuros vs la humedad relativa, temperatura ambiental y temperatura edáfica en la comunidad frailejona-pajonal de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil, Sotará, Cauca.



6 DISCUSIÓN

6.1 COMPOSICIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Lynch & Suárez (2002) plantean que la distribución de especies por familia en el páramo es notablemente diferente a la distribución general en el país aumentando la importancia del número de especies de las familias Leptodactylidae y Bufonidae, lo que concuerda con lo reportado en mi trabajo. Por otra parte estos mismos autores mencionan a los géneros *Atelopus* (Bufonidae) y *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) como los más característicos para páramos.

En mi estudio el género *Eleutherodactylus* presentó la mayor cantidad de especies, encontrándose de acuerdo con lo anteriormente planteado, pero no se reportó *Atelopus* debido tal vez a que este género tiene huevos no pigmentados, que potencialmente se verían afectados por valores altos de brillo solar, este factor no es un problema al interior del bosque, aunque si es trascendente en los páramos (Lynch & Suarez, 2002). Además en la biología de *Atelopus* las posturas son depositadas por debajo de las piedras dentro de las quebradas (Lynch, 1986). Los planteamientos anteriores confirman porque en el sitio de muestreo no se registraran individuos de este género, ya que el área muestral no tenía afluentes hídricos próximos y la vegetación era generalmente herbácea por lo que se encontrarían expuestas al brillo solar.

Al hacer una comparación entre los resultados de riqueza y composición de la anurofauna paramuna en diversos estudios y los datos que obtuve en mi trabajo, pude observar un comportamiento similar en todas las localidades. Sin embargo Toquilla y este estudio son los que presentan mayor número de familias, géneros y especies (Tabla 4). Además en todos los trabajos se registró la familia Leptodactylidae con el género *Eleutherodactylus* siendo particularmente dominante en número de especies, esto coincide con lo planteado por Lynch & Suarez (2002).

En relación a las especies registradas en mi trabajo según Lynch & Suarez (2002) se considera exclusivamente paramuna a *Eleutherodactylus obmutescens* las demás especies tienen registros en otras zonas de vida como bosques nublados y andinos, por otra parte es importante la presencia de *Osornophryne talipes* especie considerada en la categoría de peligro crítico (CR) para el Ecuador (Coloma *et al*, 2004) y en Colombia no se conoce el estado actual de la especie ya que las colecciones existentes fueron realizadas en 1982 (Mueses, 2003).

Tabla 4 Riqueza y composición de la comunidad de anuros registrada en diversos estudios realizados en páramo y/o subpáramo de Colombia y Ecuador.

Localidad	Altitud (msnm)	Nº Familias	Nº Géneros	Nº Especies
Alto Quindío, Salento (Quindío) Colombia (Cadavid <i>et al.</i> , (2005)	3612 - 3700	1	1	5
El Rasgón (Santander) Colombia (Suárez & Ramírez., 2004)	3200	1	1	3
Toquilla (Boyacá) Colombia (Alvarado & Estupiñan, 2006)	3200-3600	3	3	7
Neira y Villa Maria (Caldas) Colombia** (CORPOCALDAS, 2005)	3488-3990	1	1	3
El Duende (Valle del Cauca) Colombia (Lynch, 2001)	3300-3600	2	2	3
Antisana (Napo) Ecuador* (Bustamante <i>et al.</i> , 2005)	4200	1	1	1
Guamaní (Napo) Ecuador*	4020	1	1	3
Reserva Forestal de la Sociedad Civil (Cauca) Colombia***	3590	2	2	7

- *Corresponden a un mismo trabajo
- ** (sitios de trabajo en cada municipio: Neira, veredas La Cristalina (finca Las Marías) y San Pablo (finca La Primavera) municipio Villa Maria, vereda Potosí (finca Campo Alegre) y sector El Cisne)
- *** Datos de este trabajo

Con respecto a la riqueza esperada de anuros los estimadores ACE, Chao 1 y MMean mostraron en promedio que el número de especies esperadas (7) fue cercano al valor observado (6) en la temporada de invierno, mientras que la riqueza obtenida en la temporada de verano (3) no se ajustó el valor esperado (5). Estos resultados pueden deberse a que el inicio de los muestreos correspondió a la temporada de verano en donde influyó la capacidad de muestreo, además se relacionan con los datos encontrados en este trabajo en donde la riqueza disminuye cuando la temperatura hace lo mismo y para esta temporada presentó valores menores que para invierno.

Por otra parte Margalef (1972), plantea que los valores de diversidad por encima de 3 para el índice de Shannon-Wiener son típicamente interpretados como "diversos"; tomando en cuenta que este índice en mi proyecto fue de 1.346, puedo decir que la comunidad de anuros es poco diversa en el bosque estudiado. No obstante al comparar los resultados obtenidos en mi trabajo con los reportados por Cadavid *et al.*, (2005) (0.73) y Bustamante *et al.*, (2005) (0.456) hay una mayor diversidad en mi área de trabajo.

El resultado que obtuve concuerda con los planteamientos que hacen referencia a la disminución del número de especies en hábitats cuyas características físico-climáticas son particularmente severas como lo es el páramo y a la reducción de la diversidad relacionada con la latitud y la altitud (Navas, 1999; Lynch & Suarez, 2002). Cuando comparé las diversidades obtenidas en cada temporada obtuve que en invierno el valor de diversidad fue mayor (1.528) que en verano (0.6), debido a que se encontró mas especies e individuos, sin embargo el hecho de que la abundancia de las especies no fuera homogénea en ninguna de las dos temporadas, probablemente hizo que el valor del índice fuera bajo debido a que este es un índice de equitatividad que se ve influenciado por la abundancia de las especies (Moreno, 2001) para este trabajo *Eleutherodactylus obmutescens* fue mas abundante con respecto a las demás especies en ambas temporadas.

6.2 MICROHÁBITAT

Al analizar los sitios de percha noté que hubo preferencia por parte de la comunidad de anuros hacia la hoja de *Espeletia hartwegiana*, hoja de *Rhynchospora* sp. y el colchón de vegetación. Estos sitios fueron utilizados por las especies del género *Eleutherodactylus*, en su mayoría, y por un individuo de *Osornophryne*, lo cual se ajusta a lo reportado por Lynch & Duellman, (2007), quienes afirman que el género *Eleutherodactylus* se caracteriza por perchar en hojas, helechos, arbustos y árboles durante la noche, aunque en este trabajo utilizaron indistintamente los sitios de percha de la hora del día. Posiblemente porque eran los únicos refugios con los que disponían en el sitio de muestreo (comunidad vegetal frailejonal-pajonal).

Los sitios de menor uso fueron la rama seca de *Gaiadendron punctatum*, y hoja de *calamagrostis* sp. quizás porque eran sitios muy expuestos a los depredadores. Con referencia a los individuos de *Osornophryne talipes* dos de los tres individuos se capturaron en la hoja de *Rhynchospora* sp., sobre esta especie no se conoce mucho de su biología (Mueses, 2003). Sin embargo según Yáñez *et al.*, (2005) esta especie es difícil de encontrar pero generalmente si se busca en el suelo, bajo las plantas de páramo, es muy común encontrarlas, este comportamiento lo noté en mi trabajo ya que dos de los individuos capturados se encontraron escondidos entre las hojas de *Rhynchospora* sp.

Cuando comparé el uso de los sitios de percha por parte de la comunidad de anuros en cada temporada climática, pude ver que en verano los individuos prefirieron las hojas de *Espeletia hartwegiana*. Una posible razón puede ser porque esta especie (y en general las especies del género *Espeletia*) mantiene la temperatura de sus hojas juveniles por encima de la temperatura ambiental y del punto de congelamiento (Solbrig, 1986; Murcia, 2001). Esto ocurre, principalmente, por el efecto aislante de las bases de las hojas marchitas o de la necromasa en el caso del tallo y el efecto aislante de las hojas vivas nictinásticas

que se cierran por encima de la yema que contiene el mencionado meristema (Mora, 2002).

Entre tanto que en invierno el colchón de vegetación fue el sitio de percha de mayor uso. Este comportamiento posiblemente se deba a que en mi trabajo la riqueza estuvo asociada a la temperatura, ya que al incrementar la temperatura ambiental y edáfica incremento la riqueza. De esta manera estos sitios de percha se relacionaron con las variables de temperatura, teniendo en cuenta que en la temporada de verano la temperatura fue menor que en la de invierno las especies se encontraron en un sitio de percha que estaba sometido a una mayor temperatura; sin embargo es necesario realizar un estudio en donde se investigue la relación entre las especies, el sitio de percha y las variables ambientales del microhábitat

6.3 RIQUEZA Y VARIABLES FÍSICAS DEL MICROHÁBITAT

Para el área de estudio la riqueza de la comunidad de anuros no estuvo relacionada con la humedad relativa, sin importar la temporada climática. La temperatura edáfica y la temperatura ambiental parecen estar relacionadas positivamente con la riqueza de la comunidad de anuros. Esto podría deberse a que en el páramo las diferencias de temperatura entre distintos microhábitats están acentuadas por la radiación solar, que a estas alturas es mayor por unidad de área debido a que la capa atmosférica es más delgada filtrando menos el paso de los rayos del sol (Vélez, 2004). No obstante esta radiación no alcanza todos los microhábitats por igual y causa gran heterogeneidad termal. Visto de este modo qué tan severo es el régimen termal que afecta a una especie durante el periodo de actividad, depende del microhábitat utilizado y de la hora a la que el animal esta activo (Pfitsch, 1988; Diemer, 1996; Navas, 1996). Para el genero *Eleutherodactylus* se ha observado un incremento en su actividad nocturna a grandes elevaciones (> 3500m) (Navas, 2006). Sin embargo en este estudio los individuos de *Eleutherodactylus* se encontraron casi en la misma proporción entre el día y la noche.

7 CONCLUSIONES

- La comunidad de anuros de la Reserva consta de 7 especies distribuidas en 2 géneros (*Eleutherodactylus* y *Osornophryne*) y 2 familias (Leptodactylidae y Bufonidae).
- *Eleutherodactylus obmutescens* fue la especie más frecuente en las capturas (17 individuos).
- *Eleutherodactylus* cf. *petersorum* y *Eleutherodactylus* cf. *palmeri* fueron las de menos frecuencia de captura (solo registraron un individuo).
- La composición de la anurofauna del páramo de la Reserva Forestal de la Sociedad Civil corresponde a lo reportado para los páramos de Colombia.
- La riqueza de la anurofauna en invierno fue mayor que en verano, registrándose 6 y 3 especies respectivamente. *Eleutherodactylus obmutescens* y *Osornophryne talipes* estuvieron presentes en ambas temporadas.
- La comunidad de anuros de la Reserva es poco diversa puesto que la cantidad de individuos por especie no fue equitativa.
- En la temporada de invierno la diversidad de la comunidad de anuros fue mayor (1.528) comparada con la de verano (0.6).
- En el sitio de estudio registré 9 sitios de percha siendo la hoja de *Espeletia* el más usado por las ranas (6 individuos), posiblemente porque la temperatura de sus hojas juveniles están unos grados por encima de la temperatura ambiental.
- Los sitios de percha de menor uso fueron la hoja de *Calamagrostis* sp y la rama de *Gaiadendron punctatum* con un individuo cada uno.
- De los 7 sitios de percha registrados en la temporada de invierno el colchón de vegetación fue en el que más se capturaron anuros. Mientras que en el tallo de *Espeletia hartwegiana* y el charco de agua solo percho una especie con un individuo siendo las perchas de menor uso.
- En verano registré 8 sitios de percha y solo observé preferencia por la hoja de *Espeletia hartwegiana*.
- La riqueza de la comunidad de anuros no estuvo asociada a la humedad relativa, en ninguna de las temporadas climáticas.

- Encontré una relación positiva entre la temperatura ambiental y edáfica con la riqueza en las dos temporadas climáticas.

8 RECOMENDACIONES

- Para la realización de futuros trabajos en la Reserva recomiendo que se realice la búsqueda de anuros en los bosques de páramo.
- Aconsejo realizar estudios similares al mío que evalúen la composición, diversidad y variables del microhábitat de la comunidad de anuros con el fin de comparar los resultados obtenidos en mi estudio.
- Tomando en cuenta que los resultados obtenidos en mi trabajo mostraron una relación positiva entre la riqueza y las variables ambientales del microhábitat (temperatura ambiental y edáfica) es adecuado que se realicen estudios detallados sobre estas variables y su relación con la comunidad de anuros.
- Ya que las variaciones termales y de humedad en el páramo están influenciadas por el microhábitat que use la especie recomiendo que las mediciones de las variables se realicen en cada sitio de percha.
- Para la constitución del Plan de manejo de la Reserva es necesario el conocimiento de la flora y fauna, por lo que sería necesario que la comunidad encargada de su manejo integre a los estudiantes tesistas de programas como Biología para lograr este objetivo.

9 BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA A. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*. 1 (3): 289-319.
- ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE SOTARÁ & FIRMA CONSULTORA AMBIENTAL GEOSIG. 1999. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). Municipio de Sotará. p. 1-48.
- ALVARADO F. & ESTUPIÑÁN A. 2006. Anurofauna del corredor biológico Toquilla-La Sarna Boyacá (Colombia). En: ANDRADE G., AGUIRRE J., RODRÍGUEZ J. & ROCHA M. Segundo congreso colombiano de zoología. Conocer, conservar y utilizar sosteniblemente la fauna de Colombia Libro de Resúmenes. p. 225.
- ANGULO A., RUEDA J., MAHECHA J. & LA MARCA E. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá-Colombia. Panamericana formas e impresos. p. 7-10.
- BAEV, P. & PENEV L. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1 Pensoft, Sofia-Moscow. p. 57.
- BAILLIE J., TAILOR H. & STUART S. 2004. Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. UICN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. p. 191.
- BLOCK W. & BRENNAN L. 1993. The hábitat concept in ornithology: Theory and applications. En: POWER D. *Current Ornithology*. Plenum Press. New York. 11: 35-81.
- BUSTAMANTE M., RON S. & COLOMA L. 2005. Cambios en la Diversidad en Siete Comunidades de Anuros en los Andes de Ecuador. *Biotrópica*. 37(2): 180-189.
- CADAVID J., ROMAN C. & GOMEZ A. 2005. Composición y estructura de anfibios anuros en un transecto altitudinal de los Andes Centrales de Colombia. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*. 2(7): 103-118.
- CHAO A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*. 11: 265-270.

- _____ & LEE S. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*. 87: 210-217.
- CHAZDON R., COLWELL R., DENSLOW J. & GUARIGUATA M. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. 285-309. En: DALLMEIER F. & COMISKEY J. *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*. Parthenon Publishing group. Paris. p 354.
- COLOMA L., RON S., GRANT T., CISNEROS DIEGO. & ALMANDÁRIZ A. 2004. *Osornophryne talipes*. En: IUCN Red List of Threatened Species.2008 <http://www.iucnredlist.org>. consultado el 7 de abril de 2009.
- COLWELL R. 2004. Estimates Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 7. User's Guide and application. En: <http://www.viceroy.eed.uconn.edu/estimates>. Consultado el 13 de mayo de 2009.
- CORPOCALDAS. 2005. Estudio sobre el estado actual de los páramos del departamento de Caldas. Informe final. p. 102-111. En:http://www.corpocaldas.gov.co/adminsite/archivos/Estado_Actual_de_Paramos_de_Caldas.pdf. consultado el 2 de mayo de 2009.
- CORTÉZ C., SUAREZ A. & LOPEZ F. 2006. Preparación y preservación de material científico. En: ANGULO A., RUEDA J. V., MAHECHA J. V. & LA MARCA E. *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Bogotá- Colombia. Panamericana formas e impresos. p. 173-220.
- CORTOLIMA. 2006. Proyecto plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica mayor río Coello. En Http://www.cortolima.gov.co/2006/images/stories/centro_documentos/coello/HE RPETOS.pdf. consultado el 22 de abril de 2009.
- CRUMP M. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous Publications University of Kansas*. 6: 69.
- CUATRECASAS J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trab. Mus. Nac. Sc. Nat. Serie Botánica*. 27: 5 -114.
- CURTIS H., BARNES S., SCHNEK A. & FLORES G. 2000. *Biología*. 6 edición. Editorial Médica Panamericana. p 54.
- DAWSON B. & TRAPP R. 1996. *Bioestadística Médica*. segunda edición. México: Editorial el Manual Moderno. En:

http://www.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas.asp.
consultado el 26 de febrero de 2009.

- DE MAYNADIER P. & HUNTER M. 1998. Amphibians and forest edge effects. *Conservation Biology* 12 (2):314-352.
- DIEMER M. 1996. Microclimatic convergente of high-elevation tropical páramo and temperate-zone alpine environments. *Journal vegetation science*. 7: 821-830.
- DUELLMAN W. & TRUEB L. 1994. *Biology of amphibians*. Johns Hopkins University Press. p 696.
- FERNÁNDEZ J., GUTIERREZ V., PALACIOS C., ANACONA A., RAMOS F. & CAMAYO J. 2001. Participación social para la planificación y el manejo concertado de un área de conservación ambiental en el Municipio de Sotará, Departamento del Cauca. p. 1-93.
- GALEANO S., URBINA J., GUTIÉRREZ P., RIVERA M. & PÁEZ V. 2006. Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento. Tomo II. En: CHAVES M. & SANTAMARÍA M. 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2 Tomos. p. 92-104.
- GREEN D. 2003. The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation*. 111(3): 331-343.
- HEYER W., DONNELLY M., MC-DIAMIRD R., HAYEK L., FOSTER M. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington. Smithsonian Institution Press. p. 384.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1984. Carta Preliminar Catastral. Plancha 364 IV – B - 2. Popayán, Cauca.
- _____ & DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). 2005. Producción de Cartografía para el Censo General 2005. Bogota Colombia. En: <http://www.igac.gov.co>, <http://www.dane.gov.co/censo/>. consultado el 3 de febrero de 2009.
- JAEGER R. Transect sampling. 1994. En: HEYER W., DONNELLY M., MC-DIAMIRD R., HAYEK L., FOSTER M. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington. Smithsonian Institution Press. p. 384.

- JOHNSON D. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*. 61:65-71.
- KRAUSMAN P. 1999. Some Basic Principles of Habitat Use. En: LAUNCHBAUGH K., SANDERS K & MOSLEY J. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. Idaho Forest, Wildlife & Range. Experiment Station Bulletin. 70: 85-90.
- LYNCH J. & DUELLMAN W. 1980. The *Eleutherodactylus* of the Amazonian Slopes of the Ecuadorian Andes (Anura : Leptodactylidae). The University of Kansas. Museum of Natural History. Miscellaneous publication 69 : 9-11.
- _____. 1986. Notes on the reproductive biology of *Atelopus subornatus*. *Herpetology*. 20: 126-129.
- _____. 2001. A Small Amphibian Fauna from a Previously Unexplored Páramo of the Cordillera Occidental in Western Colombia. *Journal of Herpetology*. 35(2): 226-231.
- _____. & SUAREZ A. 2002. Análisis Biogeográfico de los Anfibios Paramunos. *Caldasia*. 24(2): 481-491.
- _____. & DUELLMAN W. 2007. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* in Western Ecuador, systematics, ecology and biogeography. The University of Kansas Natural History Museum. Lawrence Kansas. Special publication N° 23: 150.
- MAGURRAN A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. p. 179.
- MARGALEF R. 1972. Regularidades en la distribución de la diversidad del fitoplancton en un área del mar Caribe. *Inv. Pesq.* 36: 241-264.
- _____. 1992. *Ecología*. Editorial Planeta. Colombia. p. 18-138.
- MARSH D. & PEARMAN P. 1997. Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of leptodactylid frogs in an Andean montane forest, *Conservation Biology*. 11(6):1323-1328.
- MARTÍN A. & LUNA DEL CASTILLO J. 1993. *Bioestadística para las ciencias de la salud*. cuarta edición. Madrid: ORMA. En: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas.asp. consultado el 3 de febrero de 2009.
- MORA, L. 2002. El ciclo climático circadiano, los cambios intempestivos del clima durante el fotoperiodo y las respuestas adaptativas de las plantas del

- páramo. Simposio: Cambio climático y su potencial impacto en los páramos. I Congreso Mundial de Páramos. En: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/el-ciclo-climatico.pdf>. p. 132-143. Consultado el 20 de marzo de 2009.
- MORENO C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales & Tesis SEA. Zaragoza-España. 1: 23-57.
 - MORRISON M., MARCOT B & MANNAN W. 2006. Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. Tercera edición. Island Press. p 493.
 - MUESES J. 2003. El género *osornophryne* (amphibia: Bufonidae) en Colombia. *Caldasia*. 25(2): 419-427.
 - MUÑOZ J., SERRANO V. & RAMIREZ M. 2007. Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (anura: hylidae). *Caldasia*. 29 (2): 413-425.
 - MURCIA M., 2001. Aislamiento térmico resultante de la bioforma caulirrosula de *Espeletia* sp. en los páramos de Monserrate, Chingaza, Ocetá, Nevado del Tolima y del Ruiz. Tesis de Magíster en Ecología. Universidad Nacional de Colombia. En: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/el-ciclo-climatico.pdf>. consultado el 26 de marzo de 2009.
 - NAVAS C. 1996. Implications of microhabitat selection and patterns of activity on thermal ecology on high elevation Neotropical anurans. *Oecologia*. 108: 617-626.
 - _____. 1999. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. 23 (suplemento especial). p. 465-474.
 - _____. 2006. Patterns of distribution of anurans in high andean tropical elevations: insights from integrating biogeography and evolutionary physiology. *Integrative and Comparative Biology*. 46(1): 82–91.
 - ODUM E. & SARMIENTO F. 1998. Ecología. El puente entre ciencia y sociedad. McGraw-Hill interamericana editores. México. p. 56–64.
 - _____, BARRETT G & AGUILAR M. 2006. Fundamentos de Ecología. quinta edición. Cengage Learning editores. p 5.
 - PEET R. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5: 285-307.

- PFITSCH W. 1988. Microenvironments and the distribution of two species of *Draba* (Brassicaceae) in a Venezuelan páramo. *Arct. Alp. Res.* 20: 333-341.
- PITA S. & PÉRTEGA S. 1997. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña (España). *Cad Aten Primaria.* 4: 141-144p. En: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas.asp consultado el 2 de febrero de 2009.
- PLA L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *INCI* 31 (8): 583-590.
- POUGH F., TAIGEN M., STEWART M. & BRUSSARD P. 1983. Behavioral modification of evaporative water loss by a Puerto Rican frog. *Ecology.* 64:244–252.
- RANGEL J., LOWY P. & AGUILAR M. 1997. Colombia diversidad biótica II: Tipos de vegetación en Colombia. Editorial Guadalupe. Universidad Nacional. Bogotá- Colombia. p.436.
- _____. 2000. Clima de la región paramuna en Colombia. En: Rangel J. (ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. editorial Unibiblos. Universidad Nacional. Bogotá- Colombia. p.85-122.
- RINCÓN F. & CASTRO F. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *eleutherodactylus* (anura leptodactylidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia *caldasia* 20 (2): 193-202
- RON S. 2008. Anfibios de Parque Nacional Yasuní, Amazonía ecuatoriana. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. En <http://www.tropicalfrogs.net/yasuni/>. consultado el 13 de mayo de 2009.
- RUEDA J., LYNCH J. & AMÉZQUITA A. 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. p. 384.
- _____, RODRIGUEZ J., LA MARCA E., LOTTERS S., KAHN T. & ANGULO A. 2005. Ranas Arlequines. Conservación internacional. Serie Libretas De Campo. Bogotá: Panamericana formas e impresos. p. 43-46.
- SHANNON C. & WIENER W. 1963. The Mathematical Theory of communication. University of Illinois Press, Chicago, Illinois. p. 144.

- SMITH E. & VAN BELLE G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*. 40: 119-129.
- SOLBRIG, O. 1986. Convergencia en la flora de altas montañas tropicales. Algunas consideraciones generales. IV Congreso latinoamericano de Botánica. Simposio: Ecología de Tierras Altas, 1986. Medellín, Colombia. En: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/el-ciclo-climatico.pdf>. consultado el 5 de marzo de 2009.
- STARR C. & TAGGART R. 2008. *Biología: La unidad y diversidad de la vida*. Edición 11. Cengage Learning Editores. p. 441.
- SUÁREZ H. & RAMÍREZ M. 2004. Anuros del gradiente altitudinal de la Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón (Santander, Colombia). *Caldasia*. 20(2): 395-416.
- TOCHER M., GLASCON C. & ZIMMERMAN B. 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: A ten-year study. En: LAURANCE W. & BIERREGAARD R. (Eds.). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and conservation of Fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago. p. 124-137.
- TOFT C. A. 1980. Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey: a comparison of wetter and drier sites. *Oecología*. 47(1): 34-38.
- VÉLEZ H. 2004. Documento de discusión para la preparación de la V Conferencia Nacional de Páramos en Colombia. En http://www.paramocolombia.info/Documentos/Eventos/V%20Conf%20Paramos%20-%20Aprop%20social_Paramos.pdf. Consultado el 6 de junio del 2009.
- WILBUR H. 1987. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. *Ecology*. 68(5): 1437-1452.
- YÁNEZ M., CISNEROS D. & ALTAMIRANO M. 2005. Los sapos andinos del género *Osornophryne* (Bufonidae) de Ecuador: Una perspectiva taxonómica y de conservación de las especies. Jornadas Nacionales de Biología. Manta, Ecuador. En <http://www.iucnredlist.org/details/54860>. Consultado el 12 de enero de 2009.
- YOUNG B., STUART S., CHANSON J., COX N. & BOUCHER T. 2004. Joyas que Están Desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo. NatureServe, Arlington, Virginia. p. 1-54.
- ZORRO J. 2007. Trabajo de grado: Anuros de Piedemonte llanero: diversidad y preferencias de microhábitat. p. 11-14.