

**Diversidad de los Anuros de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski Vertiente Occidental
Cordillera Occidental Cauca Colombia y su relación con el hábitat.**

Trabajo de Grado Presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo

Francisco José López López

**Universidad del Cauca
Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación
Departamento de Biología
Popayán
2008**

**Diversidad de los Anuros de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski Vertiente Occidental
Cordillera Occidental Cauca Colombia y su relación con el hábitat.**

Trabajo de Grado Presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo

Francisco José López López

Director

Giselle Zambrano González

Profesora Departamento de Biología

Universidad del Cauca

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación

Departamento de Biología

Popayán

2008

Nota de Aceptación

Director: Giselle Zambrano González

Jurado: Camilo Andrade Sosa

Jurado: Hernando Vergara

Fecha de Sustentación: _____

Dedicado a la memoria del profe Álvaro José Negret y a todas las personas que con su dedicación, apoyo y valiosa colaboración han contribuido en mi formación de manera muy especial a mis Padres, Hugo José y Aída a mis hermanos Hugo Andrés y Bibiana Alejandra a mis sobrinos Nelson David, Andrea Catalina y Julián Andrés por su constante apoyo y confianza en mi, a Luisa Fernanda mi novia por su comprensión y respeto junto a quien he compartido grandes momentos y a mi gran amigo y maestro Emilio Realpe quien me contagio el amor a la zoología.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por permitirme terminar esta etapa de mi vida y todas las personas que han contribuido con la realización de este trabajo.

De manera muy especial a la Fundación ProAves y Conservación Internacional por el apoyo logístico, a mis amigos John Douglas Lynch y Vladimir Sandoval, por sus valiosos aportes constante apoyo y paciencia durante la realización de este trabajo, al Guardabosques de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski Marciano Salazar, a la profesora Patricia Eugenia Vélez, y a la Bióloga Mónica Patricia Valencia, a Rafael Camayo, Francisco Javier Ruiz López y José Alejandro Martínez Cerón por su compañía y colaboración durante el trabajo de campo.

A mis amigos miembros de la comunidad herpetológica, Tarant Grant, Julián Faivovich, Jonathan Campbell, William Lamar, Roberto Ibáñez, Juan Manuel Rengifo, Fernando Castro Herrera, Andrés Acosta, José Vicente Rueda, Cesar Barrios, Cesar Molina y Joseph Mendelson por sus enseñanzas y contribuciones en mi formación como herpetólogo.

A los profesores del Departamento de Biología de la Universidad del Cauca Silvio Carvajal e Hildier Zamora González, por su valiosa colaboración, a mi directora Giselle Zambrano González a mis jurados Hernando Vergara y Camilo Andrade por la revisión de este trabajo y sus valiosos aportes.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.	16
2. MARCO TEORICO	17
2.1. Los Anfibios	20
2.2. Inventarios y diversidad de anfibios	22
3. AREA DE ESTUDIO	24
3.1. Bosque húmedo de piso templado o selva subandina (Cuatrecasas 1958)	25
3.2. Bosque húmedo de piso frio o selva andina (Cuatrecasas 1958)	25
4. METODOLOGÍA	27
4.1. Fase 1. Trabajo de Campo	27
4.1.1 Método de muestreo:	27
4.1.2 Intensidad y esfuerzo de muestreo:	28
4.1.3 Captura e identificación de especímenes:	28
4.1.4 Métodos sacrificio y preparación:	28
4.1.5 Datos de Microhábitat:	29
4.1.5.1 Factores Bióticos:	29
4.1.5.2 Factores Abióticos	30
4.2 Fase 2. Análisis de Resultados	30
4.2.1. Estimación de parámetros de la comunidad:	30
4.2.2. Análisis de Factores Bióticos y Abióticos:	31
5. RESULTADOS.	32
5.1. Composición.	32
5.2. Abundancia	32
5.3. Diversidad	35
5.4. Características del Hábitat Ocupado.	36
5.4.1. Análisis de Variables	37
5.4.1.1. Sustrato.	37
5.4.1.2. Distancia Vertical.	38
5.4.1.3. Distancia Horizontal.	39
5.4.1.4. Actividad.	39
5.4.2. Relación con el Microhábitat.	40
6. DISCUSION Y RECOMENDACIONES.	42
6.1. Conservación del Área de Estudio	48
7. CONCLUSIONES.	50
8. BIBLIOGRAFÍA.	52
ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Ubicación geográfica del área de estudio Reserva Natural Mirabilis Swarovski	20
Figura 2.	Representación de las abundancias relativas de las especies de anuros de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski durante las diferentes épocas de muestreo.	28
Figura 3.	Representación de los sustratos de percha por las especies de <i>Eleutherodactylus</i> .	33
Figura 4.	Representación de las alturas de percha por las especies de <i>Eleutherodactylus</i> .	33
Figura 5.	Representación de la preferencia de las distancias horizontales respecto a bordes de caminos, senderos o trochas por las especies de <i>Eleutherodactylus</i> .	34
Figura 6.	Representación de la actividad de las especies de <i>Eleutherodactylus</i> .	35

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Factores que afectan las poblaciones de anfibios. Fuente: (Heyer <i>et al.</i> 1994 citado por Valencia 2004).	25
Tabla 2.	Variables abióticas. Fuente: (Lips 2001 citado por Valencia 2004).	25
Tabla 3.	Listado de las especies de anurofauna registradas en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski.	27
Tabla 4.	Representación de las abundancias totales (A.T) y relativas (A.R) de las especies de anuros en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski durante las diferentes épocas de muestreo.	28
Tabla 5.	Prueba de Kruskal-Wallis	29
Tabla 6.	Valores de los índices de diversidad según las diferentes épocas de muestreo.	31
Tabla 7	Porcentaje de Varianza de cada Componente	36
Tabla 8.	Dimensiones de Carga de 25 Variables del hábitat ocupado por 10 especies de anuros, según el Análisis de Componentes Principales (Factores), los valores resaltados en rojo representan las variables que mayor importancia tienen para la presencia de la anurofauna en la reserva de las Aves Mirabilis Swarovski durante el periodo de estudio de acuerdo al análisis aplicado.	36

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N° 1 Formato registro de datos para las especies de anuros	62
Anexo N° 2. Registro fotográfico de las especies de anfibios encontrados en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski	63
Anexo N° 3. Datos de abundancias totales por meses de muestreo	67
Anexo N° 4. Parámetros vegetales tomados para definir la estructura de la vegetación	69
Anexo N°5. Matriz de Correlación de las variables para el análisis de componentes principales	70

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la diversidad y composición de la anurofauna de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski y su relación con los factores bióticos y abióticos (del Microhábitat). Se obtuvieron datos relacionados con atributos de las comunidades durante los cinco meses de muestreo (noviembre de 2006 – marzo de 2007), realizando un muestreo mensual con una duración de siete días cada uno, empleando los senderos y trochas establecidos con anterioridad para el monitoreo de aves, Oso Hormiguero y Camino a Mechengue por el Norte, Bosque de Niebla y Camino a Tambito, por el Sur. En total se registraron 1984 ejemplares de diez especies de ranas todas del género *Eleutherodactylus* de la familia Leptodactylidae, siendo las más abundantes *E. boulengeri*, *E. palmieri* y *E. acatellelus*; con 368, 313, 287 individuos respectivamente. Igualmente existen otras especies con un menor número de capturas como son *E. ocellatus*, *E. jubatus*, *E. brevifrons*, *E. permictus*, *E. juanchoi*, *E. tectopternus* y *E. párvulas* con 175, 169, 163, 144, 127, 121 y 117 ejemplares registrados respectivamente.

De los 1984 individuos de *Eleutherodactylus* registrados el 45.6 % de las especies presentó una marcada tendencia por el sustrato hoja como sitio de percha, seguidos por la hojarasca y las ramas con 27.5 % y 20.5% como lugares de percha, los sitios menos escogidos por las especies fueron musgo, tronco y roca con un 3.5%, 2.9%, y 1%. En cuanto a la altura y posición vertical la gran mayoría de las especies presentan la tendencia a percharse en los estratos I, III y II. Las alturas de percha menos empleadas por las diferentes especies fueron los estratos IV y V, el 66,6% de las capturas se realizó durante la noche y tan solo un 33,4% se efectuó durante el día, la especie que aportó mayor número de individuos durante los muestreos diurnos fue *Eleutherodactylus parvulus* con 56 seguido de *E. jubatus* y *E. boulengeri* con 79 y 167 individuos respectivamente, entretanto la especie que mayor abundancia presentó durante los muestreos nocturnos fue *E. acatellelus* con 252 registros, seguido por *E. juanchoi* y *E. ocellatus* con 91 y 125 registros.

Los factores del hábitat ocupado que presentaron mayor relación con la distribución y abundancia de las especies de anuros fueron principalmente bióticos, destacándose aspectos como cobertura de las copas en los diferentes estratos, cobertura de briofitos y bromelias en el suelo, ramas y troncos de arboles, arbolitos y arbustos, densidad de estas formas de crecimiento y la profundidad de la capa de hojarasca.

De acuerdo con el análisis de componentes principales. Las ranas prefieren áreas con una alta densidad y cobertura vegetal, siendo particularmente importantes la cobertura de bromelias y briofitos, posiblemente estos factores ofrecen un medio propicio para la satisfacción de los requerimientos de nicho de las especies de ranas registradas.

Este estudio es hasta el momento, el primero realizado sobre la comunidad de anuros de la zona, aportando información importante sobre la medición de factores bióticos y abióticos para el estudio y conservación de la de anurofauna.

INTRODUCCIÓN

Los Anfibios son tal vez uno de los grupos de vertebrados que menor interés han despertado en el hombre, debido a la innumerable cantidad de mitos, leyendas y supersticiones de los cuales han sido rodeados. Sin embargo, recientemente se está considerando a los anfibios como un grupo ideal de indicadores de la salud y calidad de los ecosistemas (Lips *et al.* 2001, Renjifo y Lynch 2001 y Páez *et al.* 2002).

Por medio del estudio y conocimiento de ciertos aspectos de su biología podemos evaluar el efecto que los cambios en el medio tienen, primero sobre su poblaciones y luego sobre el ecosistema en general, para poder sugerir de este modo posibles medidas de conservación. Para ello uno de los primeros pasos que se deben seguir en pro de su conocimiento básico, es la realización de inventarios y caracterizaciones que nos permitan saber lo que se tiene, para después plantear medidas que favorezcan a las especies y los procesos desarrollados en los diferentes ecosistemas.

Numerosos factores antropogénicos pueden ser causantes de la disminución de los anfibios, estos factores operan a través de múltiples escalas, que con frecuencia tienen relaciones sinérgicas de manera que pueden desencadenar una cascada de impactos en las comunidades biológicas (Blaustein y Wake 1990). Variadas causas se han señalado como responsables del colapso reciente y la desaparición de un gran número de especies de anfibios entre las que se destacan la destrucción de los hábitats naturales, la introducción de especies exóticas y la sobre explotación comercial de algunas especies (Rueda *et al.* 2004). Sin embargo, la disminución de poblaciones de anfibios en lugares con poca actividad humana, especialmente en las poblaciones ubicadas en áreas protegidas, provocan una preocupación particular.

Los anfibios son considerados por algunos autores como componentes importantes de las cadenas tróficas puesto que constituyen una de las fracciones más altas de biomasa de vertebrados dentro de los ecosistemas. Ellos cumplen importantes papeles biológicos dentro del equilibrio de los ecosistemas, puesto que sirven como los eslabones vitales dentro de la dinámica trófica del sistema, son indicadores ambientales, destacadas piezas para el comercio y consideradas además dentro del folklore de los pueblos como especies carismáticas (Valencia 2004).

En la Lista Actualizada de Fauna Anfibia de Colombia (Ruiz *et al.* 1996) son registradas para el país 583 especies de anuros distribuidas en 56 géneros y nueve familias, sin embargo una nueva lista elaborada por Acosta (2000), registra 621 especies incluidas en 57 géneros, cifra que podría variar debido a nuevos registros en áreas poco exploradas o cambios taxonómicos. De igual forma, Glaw y Köhler (1997), reconocen 4231 especies de anuros en el mundo descritas hasta el año de 1997; lo cual indica que Colombia posee aproximadamente el 14% de la riqueza global de anuros, siendo el país con mayor número de especies (Lynch *et al.* 1997) y, después de Ecuador, el segundo si se tiene en cuenta el número de especies por área (Coloma y Quiguango 2000).

Aproximadamente el 95% de las especies de anuros de Sur América existen solamente en este continente y cerca de la mitad se encuentran en los bosques tropicales y subtropicales (Martins 1998); de igual forma, los Andes a pesar de constituir el 9% por medida planetaria del subcontinente contienen aproximadamente la mitad de los anfibios endémicos (Lynch 1986). Desafortunadamente la región Andina es el área más densamente poblada del país (Jarvis *et al.* 200), ejerciendo una presión muy fuerte sobre las áreas boscosas, en consecuencia sobre la anuro fauna.

La problemática actual de los anfibios colombianos radica en la existencia de algunas incógnitas respecto a la diversidad y verdadera distribución de los anfibios en muchas regiones geográficas del país. Este fenómeno es producto de la ausencia de inventarios sistematizados en zonas inexploradas debido a diversos factores. Otro problema adicional para el conocimiento de la fauna anfibia en Colombia, está íntimamente relacionado con la existencia de especies únicamente conocidas por ejemplares provenientes de sus localidades típicas, sin que esto necesariamente refleje su verdadera distribución, puesto que la ausencia de registros de estas especies en otras localidades no es una evidencia suficiente para mostrar su endemismo o distribución altamente restringida (Acosta 2000).

Tal es el caso de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski en donde aun no se han realizado estudios sistematizados relacionados con diversidad de la fauna anfibia, conociéndose únicamente registros aislados de algunas especies efectuados hace varios años por investigadores como Lynch *et al.* (1997), Lynch y Ruiz (1981, 1982, 1983). No existen en la zona programas de monitoreo de anfibios por lo tanto se requiere de manera urgente el levantamiento de un inventario detallado de la anuro fauna de la región con el fin de establecer una línea base que sirva para la posterior implementación de programas de monitoreo para evidenciar las fluctuaciones de las especies. La

importancia de conocer la diversidad de la anuro fauna de la región radica en que la Reserva esta localizada en el Chocó Biogeográfico o región Biogeográfica del Pacifico Neotropical y tiene una alta prioridad de conservación nacional y mundial, presenta un alarmante grado de fragmentación de sus bosques como consecuencia de la construcción de vías de acceso, tala de árboles para uso doméstico, explotación minera, venta de madera, adecuación de tierras para pastoreo e implementación de cultivos, y más recientemente a causa de la inmigración de personas provenientes de otras regiones del Cauca u otros departamentos que han sido desplazadas por la violencia y se dirigen hacia caseríos, veredas o zonas baldías dentro de las áreas de protección y amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique.

La fragmentación de los bosques como resultado de la proliferación de cultivos ilícitos, el avance de la colonización y la expansión de la frontera agrícola está generando el aislamiento de las especies y la disminución de las poblaciones naturales debido a que no es posible mantener el equilibrio genético y la oferta de nichos ecológicos resulta insuficiente (Lips *et al.* 2005).

Estudios recientes que indagan las causas de la disminución de especies de anfibios y reptiles en lugares específicos han revelado que los cambios climáticos globales pueden estar involucrados en estas modificaciones. Los efectos potenciales del calentamiento global sobre los anfibios se manifiestan en un aumento del estrés fisiológico, una disminución de la movilidad, y alteración en los ciclos de reproducción, como resultado de las modificaciones en los patrones de precipitación y evaporación y de los drásticos cambios en la disponibilidad de los hábitats (Ovaska *et al.* 1997). Es posible que el calentamiento regional, los aumentos en la radiación ultravioleta y las enfermedades epidémicas sean causadas por fenómenos globales (Alexander y Eischeid 2001). Estos, a su vez, podrían ser inducidos, por lo menos en parte, por la creciente intensidad y extensión del impacto humano (Bishop *et al.* 1997).

Por tal razón este tipo de trabajos son importantes para la conservación de los anfibios y se hace necesario evaluar las poblaciones de localidades en las que se han registrado estas disminuciones, así como en aquellas que aun no las han experimentado. La presente investigación contribuye a mejorar el conocimiento de la biología, ecología e historia natural de las especies de anuro fauna de la Reserva Natural Mirabilis a partir de la caracterización de su hábitat.

Desafortunadamente, el número de localidades en la región Andina con un verdadero conocimiento de la biodiversidad presente, es aun muy limitado y está lejos de ser completado, siendo por ello muy valiosa toda contribución en este sentido (Acosta 2000).

El trabajo se realizó en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski, la cual a pesar de tener una ubicación privilegiada en el Chocó Biogeográfico y ser un elemento con alta prioridad de conservación nacional y mundial, no ha impedido el alarmante incremento de la fragmentación de sus bosques producto de la intervención antrópica, dentro de las áreas de protección y amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, favorecen el diseño e implementación de herramientas y estrategias orientadas al manejo y conservación de este importante y diverso grupo zoológico, el cual se encuentra entre uno de los más amenazados del planeta. Además mitigar el impacto causado por las comunidades asentadas en la localidad sin afectar el desarrollo de la región, encaminado siempre al uso racional de los recursos naturales.

1. OBJETIVOS.

General

Determinar la diversidad y composición de la anuro fauna en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski y su relación con los factores bióticos y abióticos (del Microhábitat).

Específicos

- Determinar la Composición de la anuro fauna de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski Vertiente Occidental de la Cordillera Occidental, Municipio de El Tambo, Departamento del Cauca.
- Estimar atributos de la comunidad de anuro fauna en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski como: Riqueza Especifica, Abundancia Relativa, Diversidad y Equidad
- Caracterizar el microhábitat utilizado por las especies de anuros de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski.
- Analizar las posibles influencias del microhábitat sobre la Abundancia de la comunidad de anuros de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski.

2. MARCO TEORICO

Una comunidad biótica consiste en un ensamble de organismos en todos los niveles tróficos que viven juntos en un lugar particular e interactúan entre si y su composición de especies, se asume, es regulada por factores ambientales, capacidad de dispersión e interacción entre las mismas (Roughgarden y Diamond 1986); se acepta que la competencia interespecifica es de primordial importancia en este aspecto (Schoener 1983). De acuerdo con Schoener (1974), uno de los mecanismos que regula dicha competencia en comunidades animales es la división del recurso, lo cual, sucede principalmente en tres formas: diferencias de hábitat, dieta y tiempo de actividad. Así pues, la utilización de microhábitats específicos por parte de las especies animales, en nuestro caso anuros, es uno de los mecanismos que hace posible mantener una alta riqueza de especies, densidad de población y una explotación óptima de los recursos disponibles, disminuyendo los grados de competencia (Heyer y Berven 1973; Reagan 1992). Es importante determinar la estructura y las interacciones entre los miembros de las comunidades puesto que estos son la base para el conocimiento de la distribución de las especies en el hábitat. El número de especies de anfibios en una comunidad depende de factores tales como la altitud, el clima y localidad geográfica, entre otros (Heatwole 1982).

No existe un protocolo estándar para analizar los patrones ecológicos de diversas comunidades, lo cual se debe a que cada sistema y estudio es único. Hay muchos patrones y diferentes hipótesis que requieren distintos métodos de análisis (Parmelee 1999), es por esto que numerosas hipótesis han sido propuestas para explicar los patrones de la diversidad de especies pero ninguna ha sido creada para ser bien aplicada a todo un grupo de datos (Fisher 1960; MacArthur 1965; Whittaker 1972, 1977; citados por Shmida y Wilson 1995). Margalef (1995), resalta la importancia de la descripción y comparación de los ecosistemas en su estructura y función, lo cual fundamenta el interés práctico de los estudios ecológicos sobre este particular.

Del mismo modo, la determinación de los atributos de las comunidades (abundancia, riqueza, diversidad.) pueden tener un gran valor predictivo cuando se evalúan los efectos de la alteración del hábitat sobre las poblaciones de algunas especies de anuros; pudiendo ser considerados fundamentos básicos en medidas de preservación y conservación por parte de las instituciones encargadas en el manejo de las especies silvestres. Siendo igualmente de gran interés para la conformación de estrategias de conservación, el establecer los elementos estructurales de la

vegetación (en el sentido fisionómico del ordenamiento vertical y horizontal de sus componentes) que influyen sobre los anuros en los hábitats donde residen.

Debido a la falta de información sobre tales aspectos, autores como Donnelly y Crump (1998), enfatizan en la necesidad de considerar el rango de condiciones ecológicas bajo las cuales viven las poblaciones de anfibios; por ejemplo: información sobre distribución, abundancia, requerimientos de hábitat de las especies y las variables ambientales que controlan la biodiversidad. Inger (1994) de igual forma, recomienda el registro de datos de microhábitat para los anfibios observados, advirtiendo que estos serán científicamente más ricos por orden de magnitud que “una simple determinación de la riqueza de especies de un sitio”.

En diversos trabajos se ha encontrado que algunos grupos de organismos son influenciados de manera significativa por la heterogeneidad espacial (MacArthur y MacArthur 1961; Pianka 1975), respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales dadas sin importar que los estratos incluyan o no diversas especies o grupos de edad de una sola especie. También se ha demostrado que para algunas especies simpátricas de una comunidad es importante cierto tipo de fisonomía vegetal y éste a su vez está correlacionado con el cuerpo y tamaño del organismo, además de poder ser usado por otras especies con diferentes horas de actividad (Crump 1971). De esta forma, las especies de las comunidades seleccionan macrohábitats, perchas, microclimas y presas (Duellman y Trueb 1996; Inger, 1994; citados por Rincón-Franco y Castro 1998).

Se ha sugerido que los anuros pueden ser particularmente sensibles a la fragmentación debido a sus características fisiológicas y etológicas (Giman 1990; Wake 1991; Bradford *et al.* 1993, Blaustein *et al.* 1994; citados por Osorno-Muñoz 1999); y que factores ambientales como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa del aire determinan su distribución ecológica y geográfica (Crump 1994; Duellman y Thomas 1996; Zimmerman y Simberlof 1996; citados por Estupiñán y Galatti 1999); señalándose también la importancia para algunas especies de cierto tipo de fisonomía vegetal relacionada con la madurez del bosque (Crump 1971; citada por Rincón-Franco y Castro 1998), donde aspectos de microhábitat y microclima limitan su abundancia y distribución (Welsh 1990; citado por Osorno-Muñoz 1999).

La pérdida del hábitat, la fragmentación y su alteración debido a la contaminación, el cambio en el uso de la tierra y la introducción de especies invasoras, están amenazando seriamente la salud e integridad de nuestra fauna. Por consiguiente, aumenta la importancia de entender los requisitos del hábitat de las especies puestas en peligro, el hábitat relictual y el manejo efectivo de estas unidades de hábitat para la supervivencia de las especies (Rueda A 1999; Rueda *et al.* 2004).

En los últimos 20 años numerosas poblaciones de anfibios han disminuido repentinamente o han sufrido drásticas reducciones en cuanto al territorio en el que se desarrollan (Blaustein y Wake 1995). Durante el primer congreso mundial de Herpetología, en Inglaterra, en 1989, se dio por primera vez la voz de alerta debido a la notoria disminución mundial de las poblaciones de anfibios. En la década siguiente, el tema de la disminución de las poblaciones de anfibios y reptiles ha llegado a considerarse como emergencia ecológica progresiva. En la actualidad se cree que más de una docena de especies de anfibios ha desaparecido y que los hábitats de muchas otras especies se han reducido dramáticamente (Stebbins y Cohen 1995). En Colombia, Lynch y Grant (1999) descubrieron, en julio de 1997, decenas de individuos pertenecientes a siete especies de anfibios, muertos o moribundos, en la región de la Serranía de Los Paraguas, un área localizada en la ladera occidental de la cordillera Occidental entre los departamentos de el Valle y Chocó, bastante alejada de los centros industriales asentados en el valle del Río Cauca; el descubrimiento de las ranas muertas coincidió con una época inusualmente seca de estos bosques nublados.

Debido a que la mayor parte de las especies de anfibios toleran pasivamente las fluctuaciones térmicas del ambiente limitando las respuestas comportamentales si las condiciones ambientales dejan de ser apropiadas (Navas 1999); Se efectuaron mediciones de diferentes parámetros ambientales.

Los siguientes son factores considerados relevantes en la investigación de anfibios:

Factor ambiental	Efecto sobre los anfibios
Temperatura	La temperatura puede tener una influencia significativa sobre el desarrollo de los anfibios, en los controles de los ciclos reproductivos y de comportamiento (especialmente en zonas templadas). Los cambios en la temperatura pueden afectar la predación, parasitismo, y la susceptibilidad a enfermedades por parte de los anfibios.
Precipitación	La precipitación genera una fuerte influencia sobre la actividad anfibia, de igual forma sobre la distribución y los patrones de dispersión, los ciclos reproductivos, las proporciones de crecimiento y el desarrollo.
Humedad relativa	La combinación entre temperatura y humedad determina la velocidad a la que pierde agua el anfibio en su superficie. Por esta razón, la cantidad de humedad en el aire afecta la distribución y los patrones de actividad.
Humedad del sustrato	Los niveles de humedad del sustrato del suelo, en las hojas, pueden afectar la distribución y los tipos de actividad.
Presión atmosférica	Los factores ambientales pueden desencadenar problemas de comportamiento en los anuros y puede estimular cambios en los niveles hormonales preliminares a la actividad de reproducción. La humedad y la temperatura son importantes, y ellos sin duda tienen efectos sinérgicos.

Tabla 1. Factores que afectan las poblaciones de anfibios. Fuente: (Heyer *et al.* 1994 citado por Valencia 2004).

2.1. Los Anfibios

Los anfibios son los tetrápodos más antiguos y menos derivados como agrupación taxonómica y fueron los primeros vertebrados en experimentar los rigores de la vida terrestre, la palabra anfibio expresa la idea de una doble vida, acuática y terrestre, pasando la mayoría de las especies por un estado larval de vida acuática tiempo en el cual el animal completa su desarrollo, llegando a la forma adulta mediante un proceso de metamorfosis de estructuras orgánicas, pues aunque los anfibios superaron el problema de la locomoción y respiración en tierra, no pudieron dejar de ser vulnerables a los efectos de la deshidratación (Castro 1994). La piel de los anfibios es lisa y permeable, constituyendo un importante órgano de balance hídrico, osmótico y respiratorio en algunas especies. Esta piel es vulnerable a los productos químicos disueltos en el agua, a los contaminantes como la lluvia ácida y a las radiaciones solares que puedan atravesarla.

Muy pocos vertebrados son los que dependen de ambientes húmedos como los anfibios, para quien los rangos geográficos, ecológicos, de comportamiento, y de historia natural son fuertemente influenciados por la distribución y abundancia del agua, usualmente en forma de lluvia (Valencia 2004).

Los anfibios actuales comprenden tres órdenes que son: cecilias (*Gymnophiona*), salamandras (*Caudata*), y ranas (*Anura*), que están presentes en una gran variedad de ambientes acuáticos de agua dulce y terrestre alrededor del mundo exceptuando los polos y los desiertos más áridos (Renjifo 1997).

El orden *Anura* al cual pertenecen los sapos y ranas poseen una piel desnuda y húmeda dotada de una extraordinaria actividad fisiológica, apropiada para mantener una tasa elevada de intercambio de oxígeno del exterior hacia la sangre del animal, esta función respiratoria exige que la piel conserve un elevado grado de humedad para disolver el oxígeno del aire. Cada especie posee un canto característico permitiendo que la hembra localice al macho de su preferencia, cumpliendo de esta forma una función selectiva. Las ranas y los sapos son anfibios saltadores, presentan miembros anteriores y posteriores bien desarrollados con los miembros posteriores más desarrollados, robustos y alargados que los anteriores. Carecen de cola y sus larvas sufren metamorfosis, exceptuando el género *Eleutherodactylus* que presenta desarrollo directo (Renjifo y Lynch 2001, Renjifo 1997, Castro 1994). Los anuros, son el grupo más diverso y abundante de todos los anfibios vivientes, poseen una distribución cosmopolita, y tienen hábitats esenciales tanto terrestres como de agua dulce (Páez *et al.* 2002; Heyer *et al.* 1994).

Son excelentes indicadores del estado del medio natural en que habitan, es decir, son los primeros a quienes les afecta su alteración, y sufren de manera más directa la contaminación o cambios ambientales, disminuyendo sus poblaciones de manera más alarmante y a corto plazo que diferentes especies de otros grupos de organismos (Valencia 2004, Páez *et al.* 2002).

2.2. Inventarios y diversidad de anfibios

Un inventario es el estudio de un área, lugar o hábitat para determinar el número de especies (riqueza), por lo que el resultado final es una lista de especies. Existen diversas técnicas para medir la diversidad biológica, las cuales dependen para su aplicación de los objetivos de los estudios, los recursos económicos y de personal que se tengan para su implementación y el nivel de precisión que se desee lograr en estos. Como casi siempre resulta imposible efectuar conteos de todos los individuos y especies de un determinado lugar, se recurre a efectuar un muestreo sobre la base de selección aleatoria y representativa de las poblaciones y hábitats. A partir de estas muestras se puede realizar inferencias acerca de los tamaños de las poblaciones y la diversidad de especies. La meta principal de los estudios de inventario es brindar datos comparativos para el análisis de la biodiversidad, así como examinar las tendencias poblacionales y el impacto de las actividades locales sobre las poblaciones de anfibios (Rueda *et al.* 2006).

Las listas de especies obtenidas a través de inventarios, a lo largo del tiempo y entre estaciones, son la manera más sencilla y común de medir la diversidad biótica. Por medio de este tipo de estudios se obtiene una medida de riqueza en cuanto a presencia-ausencia de especies y además provee un conteo total de especies en el área de estudio (Heyer *et al.* 1994).

Algunos de los trabajos de inventario más sobresalientes en la literatura nacional son:

Autores	Año	Localidad
Jonh Jairo Mueses-Cisneros,	2005	Valle de Sibundoy, Putumayo-Colombia.
Henry. A Suarez-B y Martha. Patricia Ramírez-Pinilla.	2004	Estación Experimental y Demostrativa el Rasgón Santander Colombia.
Sandy Arroyo, Adriana Jerez y Martha. Patricia Ramírez-Pinilla.	2003	Estación Experimental y Demostrativa el Rasgón Cordillera Oriental Santander Colombia.
Andrés Rymel Acosta Galvis	2000	Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrápoda: Amphibia) de Colombia.
Ángela Suárez-Mayorga.	1999	La Montañita-Alto de Gabinete, Caquetá, Colombia.
Pedro Miguel Ruiz-Carranza,. Maria Crisitina. Ardila-Robayo, John Douglas Lynch	1996	Lista Actualizada de la fauna amphibia de Colombia.
Pedro Miguel Ruiz-Carranza,. Maria Crisitina. Ardila-Robayo	1996	Fauna Amphibia del Departamento del Cauca.

Los estudios de diversidad de especies, la mayor atención se ha puesto sobre los procesos dentro de la comunidad, es decir sobre la relación de nicho entre las especies. La cantidad de traslape en el microhábitat puede ser una indicación de la competencia potencial o interacciones que involucren la dimensión del hábitat. Por definición, la ocurrencia de competencia depende de la limitación de recursos comunes en el ambiente (Whitaker 1972).

Algunos estudios señalan la importancia de diferentes factores del hábitat en la organización de las comunidades animales (Karr y Roth 1971; Castro 1988; Velosa 1997; Medina 1997; Camero 1999). En Colombia los estudios realizados donde se involucra la relación entre anuros y el hábitat se enfocan especialmente en la distribución y estructura de las comunidades en zonas con diferentes estados sucesionales (Vargas 1997; Vargas y Bolaños 1999; Herrera 2000), extendiéndose algunos de ellos a descripciones o apreciaciones personales sobre factores que podrían tener relación con la selección del hábitat por este tipo de fauna, pero que no documentan su verdadera importancia a través de la medición de variables físicas y vegetales. A continuación se presentan algunos de los trabajos realizados en Colombia en donde se relacionan las variables de hábitat con la diversidad:

Autores	Año	Localidad
Juan Carlos García Ramírez, Heiber Cárdenas y Fernando Castro Herrera.	2007	Relación entre la diversidad de anuros y los estados sucesionales de un bosque muy húmedo montano bajo del Valle del Cauca Sur Occidente Colombiano.
Juan Carlos García Ramírez, Fernando Castro Herrera y Heiber Cárdenas	2005	Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector de la Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia)
Doris L. Gutiérrez-Lamus, Víctor H. Serrano y Martha Patricia. Ramírez-Pinilla	2004	Composición y Abundancia de Anuros en dos tipos de bosque (Natural y Cultivado) en la Cordillera Oriental de Colombia.
Luz. Adriana Olaya-M, Fernando Castro-Herrera.	2004	Incidencia de la Perturbación Antrópica en la Diversidad, La Riqueza y La Distribución de <i>Eleutherodactylus</i> (Anura Leptodactylidae) en un Bosque Nublado del Sur Occidente Colombiano.
Adriana Herrera-Montes	2000	Aspectos de la estructura de una comunidad de anuros en un bosque intervenido del Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali.

3. AREA DE ESTUDIO

La Reserva Natural de las Aves Mirabilis Swarovski es dirigida por la fundación ProAves y fue creada en Julio de 2005 luego de una iniciativa de conservación del colibrí calzoncitos de Munchique *Eriocnemis mirabilis*. Se encuentra ubicada sobre la vertiente occidental de la Cordillera Occidental colombiana en el municipio de El Tambo, perteneciente al departamento del Cauca. Esta Reserva hace parte de la zona de amortiguación sur del Parque Nacional Natural Munchique, sobre los sectores veredales 20 de Julio y Huisito (Figura 1).

El sector 20 de Julio está caracterizado por la elevada precipitación presentando un régimen bimodal de lluvias (>1000mm en algunos meses del año), siendo los meses de menor precipitación junio y agosto y los de mayor precipitación de octubre a diciembre. La temperatura varía de los 12°C como temperatura mínima en los meses fríos (Noviembre-Diciembre) a los 26°C como temperatura máxima en los meses calurosos (Julio-Agosto). Presenta un rango altitudinal entre 1459 y 3000 m.s.n.m. La Reserva tiene una extensión: 1100 hectáreas ubicada en entre los 02°31'51,4''y 076°59'12,2'' a 34 kilómetros del el municipio de El Tambo, que es el centro poblado más cercano y a 70 kilómetros de la ciudad de Popayán (Fundación ProAves 2006).

El área en donde se realizó el trabajo se localiza en el sector del 20 de Julio cerca del caserío del mismo nombre. Presenta características de la transición entre bosque húmedo de piso templado típico de la formación vegetal de Selva Andina según la clasificación de Cuatrecasas (1958). La topografía de la región presenta relieves desde ondulados hasta muy quebrados que corresponden a las laderas occidentales de la cordillera occidental, las cuales son surcadas por un conjunto de tributarios del río San Juan de Micay. La riqueza hídrica es una característica sobresaliente de la zona. En general los aspectos geológicos asociados a la topografía del terreno, el clima y la actividad biológica han originado suelos muy meteorizados, ácidos y aptos para fines forestales (Castaño y Cano 1989; Suarez 1997; citados por Camargo y Medina 2007).

Esta zona permanece cubierta por una densa niebla. La región se caracteriza por la abundante presencia de orquídeas, bromelias, Ericáceas, Gesneriáceas y Aráceas, en el estrato epifito; colchones de musgo del género *Sphagnum* en el piso y árboles en diferentes estratos mayormente representados por las familias Rubiaceae, Melastomataceae, Euforbiaceae, Clusiaceae, entre otras (Acevedo 1994). La constante nubosidad y la escarpada topografía de sus montañas, hacen que en

términos generales sean pocos los estudios realizados, aunque en esta región se han registrado un gran número de especies animales y vegetales endémicas y con riesgo de extinción (Negret 1991).

La Reserva Natural Mirabilis Swarovski presenta características físicas y de vegetación típicas de las siguientes formaciones:

3.1. Bosque húmedo de piso templado o selva subandina (Cuatrecasas 1958): Ubicado entre los 1000 a 2400 m s.n.m; por las faldas de las tres cordilleras y sistemas independientes, presenta una topografía supremamente quebrada y bosque relativamente alto con arboles frondosos (25-35 m), con abundancia de musgos, líquenes, bromelias y heliconias, en el sotobosque los helechos arborescentes y las palmas son muy comunes. Se destaca la presencia de bosques de roble (*Quercus* sp.), y especies de la familia Lauracea, conocidas en la región con nombres comunes como amarillo, (*Aniba* sp.), comino (*Ocotea* sp.), y jigua (*Beilschmiedia rohlina*). Otras familias y géneros importantes de esta formación son: Clusiaceae (*Chrysochlamys*, *Clusia*, *Tovomita*), Euphorbiaceae (*Alchornea*, *Croton*), Leguminosae (*Calliandra*, *Inga*), Meliaceae (*Guatera*), Melastomataceae (*Ossaea*, *Miconia*), Rubiaceae (*Palicourea*) (Camargo y Medina 2007; Rangel et al. 1997).

3.2. Bosque húmedo de piso frío o selva andina (Cuatrecasas 1958): Se ubica entre los 2400 a 3500 m s.n.m; a lo largo de las tres cordilleras y sistemas independientes sobre abruptas laderas presenta bosques de menor altura que el anterior, con elementos arbóreos y arborescentes de tamaño variable que van disminuyendo de tamaño a medida que aumenta la altitud (hasta 30 m en la parte baja y 15 a 20 m en el límite superior); con sotobosque vigoroso. Este bosque se caracteriza por la presencia constante de niebla muy densa. Son abundantes las orquídeas, gesneriáceas y colchones de musgo; entre algunas especies arbóreas se destaca el pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), el encenillo (*Weimania* sp.), el canelo (*Drymis granadensis*), el motilón (*Hieronyma columbiana*), el coco de roble (*Panopssis rubra*), garrocho (*Rapanea ferruginosa*) y mallorquín (*Cordia acuta*), otras familias y géneros importantes de esta formación son: Brunelliaceae (*Brunellia*), Rubiaceae (*Psychotria*, *Palicourea*), Melastomataceae (*Miconia*), Ericaceae (*Cavendishia*), Compositae (*Diplostephium*), Gesneriaceae (*Besleria*) (Camargo y Medina 2007; Rangel et al. 1997).

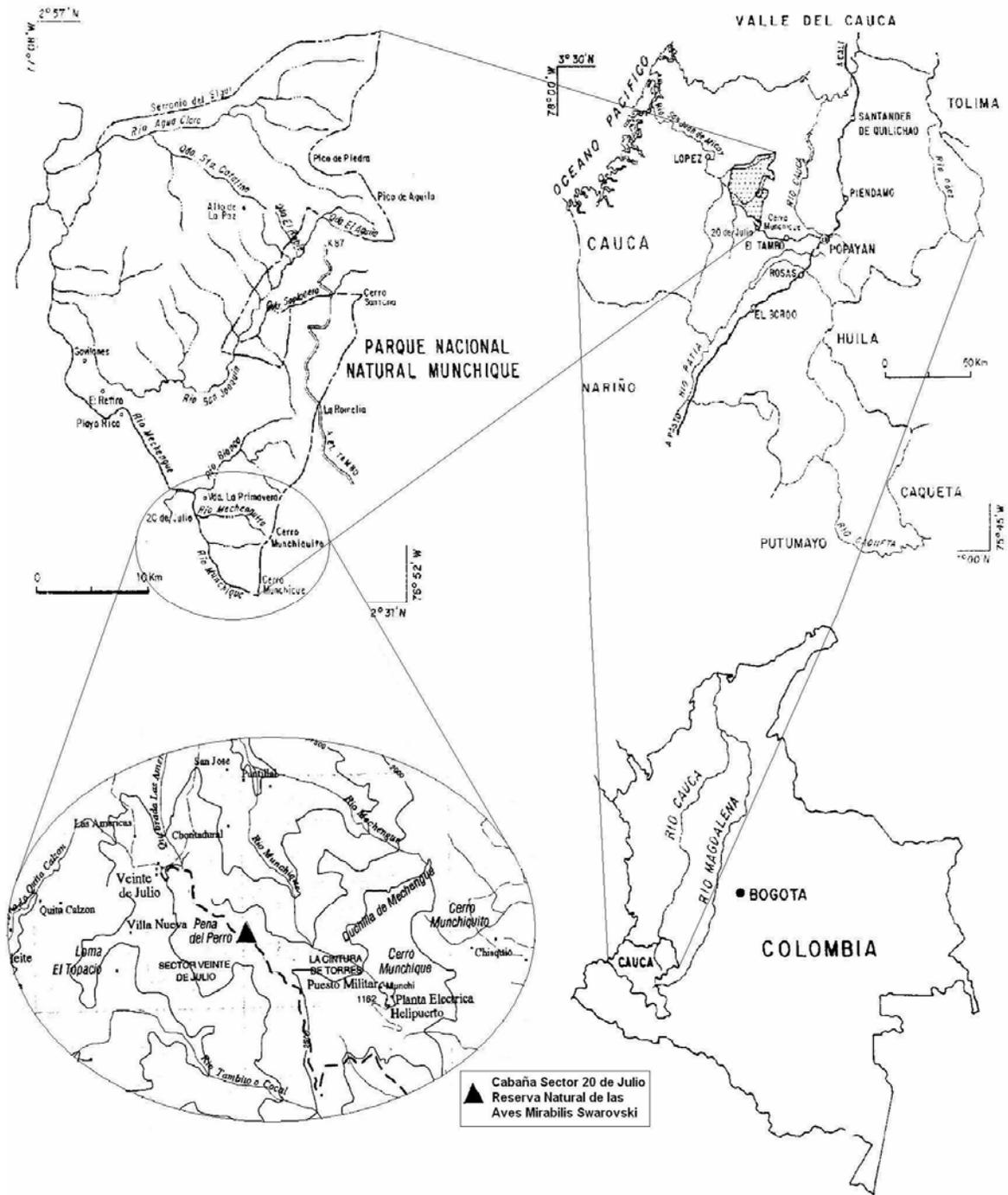


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio Reserva Natural Mirabilis Swarovski (Dibujo elaborado por Guido Arcos, sobre bases cartográficas del IGAC, modificado por Camargo y Medina 2007).

4. METODOLOGÍA

El proyecto incluyó una fase de campo y una de análisis. Para el estudio de los factores bióticos y abióticos se emplearon las técnicas de medición y caracterización usadas por Valencia (2004), consideradas relevantes por su valor ecológico, las cuales juegan un papel importante en la determinación de la composición, estructura e interacciones de las comunidades y su hábitat.

4.1. Fase 1. Trabajo de Campo

4.1.1 Método de muestreo: Existen diversas técnicas para medir la diversidad biológica las cuales dependen para su aplicación de los objetivos de los estudios y los recursos económicos. Un inventario es el estudio de un área, lugar o hábitat para determinar el número de especies (riqueza), por lo que el resultado final es una lista de especies.

Debido a las irregularidades del terreno y el difícil acceso en algunos lugares por los problemas de seguridad en la zona, los muestreos se realizaron aprovechando los senderos o trochas establecidos con anterioridad para la instalación de redes de niebla por los administradores de la reserva dentro del programa de monitoreo de avifauna adelantado por ProAves, Oso Hormiguero y Camino a Mechengue por el Norte, Bosque de Niebla y Camino a Tambito, por el Sur.

Muestreo por encuentro casual (Crump y Scott 1994). Los Transectos de Inspección por Encuentros Visuales (VES, por sus siglas en Inglés), son un método estándar y muy eficiente en el inventario y monitoreo de anfibios en un área para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo por parte de colectores experimentados y compilar una lista de especies (composición de especies de un ensamblaje) y estimar la riqueza y la abundancia relativa de las especies. Tres diseños de muestreo básico son usados para el VES: caminar aleatoriamente, el cuadrante y el transecto. En este estudio se utilizó únicamente el muestreo en transectos, realizando recorridos diurnos y nocturnos, en cuatro transectos definidos por los senderos mencionados anteriormente, muestreando hasta una distancia de 30 metros a partir del borde del sendero en ambos lados, cuando las condiciones del terreno así lo permitieron. Se buscó activamente individuos en todos los lugares posibles: vegetación, hojarasca, debajo de troncos y rocas.

4.1.2 Intensidad y esfuerzo de muestreo: El Muestreo tuvo una duración de 5 meses, en el cual se realizaron cinco salidas de campo entre Noviembre de 2006 y Marzo de 2007, a la Reserva Natural Mirabilis Swarovski. Realizando un muestreo mensual, con un total de siete días hábiles de muestreo por cada jornada de campo. Con el fin de determinar los patrones de actividad de las especies se inició la búsqueda desde las primeras horas del día 6 a.m. hasta 11 a.m. y desde las 6 p.m. hasta las 11 p.m, por parte de dos observadores con experiencia, dando como resultado 120 horas hombre por salida, para un total de 600 horas hombre durante la ejecución del proyecto.

4.1.3 Captura e identificación de especímenes: La captura de los individuos se efectuó en forma manual, capturando a todos los ejemplares observados hasta una altura de 2 m, registrándose la siguiente información: fecha y hora de captura, altura a la que fue encontrado (Posición vertical a nivel del suelo), sustrato sobre el cual fue encontrado (Hojas H, Hojarasca HOJ, Roca RC, Tronco TR, Rama RM, Musgo MG). Se coleccionaron seis ejemplares por especie, tres machos y tres hembras. La identificación taxonómica de los ejemplares coleccionados se realizó con la colaboración del Profesor John Douglas Lynch en el Laboratorio de Anfibios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN) en Bogotá. Los ejemplares se depositaron en la colección Herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC-He) y duplicados de las especies coleccionadas en el Laboratorio de Herpetología del Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN).

4.1.4 Métodos sacrificio y preparación: Los ejemplares coleccionados en campo se sacrificaron inmediatamente después de ser capturados sumergiéndolos en una solución diluida de alcohol etílico y éter según el protocolo establecido para tal fin (López-L 2005 b y c). Este método fue escogido por que ha dado excelentes resultados tanto en el campo como el laboratorio, por su rapidez, eficiencia y bajo costo, produciendo la muerte en un corto periodo de tiempo entre 1-5 minutos dependiendo del tamaño de los individuos los cuales quedan completamente relajados (Cortés *et al.* 2006). Una vez sacrificados los individuos se procedió a la fijación en formol bufferado al 10%, colocándose en un recipiente de plástico con tapa hermética y fondo plano dentro del cual previamente se ha extendido paños absorbentes blancos y lisos embebidos en la solución fijadora, cada uno es posicionado dentro del recipiente de tal forma que el cuerpo este flexionado de manera natural, facilitando posteriormente las mediciones y el examen de características distintivas. Cuando se ha terminado de posicionar a los ejemplares, estos se cubren con una paño humedecido con la solución fijadora, se adiciona al recipiente mas formaldehído al 10% hasta un tercio de su

profundidad y se tapa herméticamente; después de algunas horas cuando los ejemplares están lo suficientemente duros como para conservar su forma, se ata la etiqueta cerca de la rodilla derecha con hilo de algodón 100%. Los ejemplares se preservan en alcohol etílico al 70% este es recomendado por varios autores puesto que no causa daño de los tejidos y los enlaces covalentes, para posteriores análisis de ADN (Cortés *et al.* 2006).

4.1.5 Datos de Microhábitat: Se emplearon para establecer las condiciones ecológicas del microhábitat (Anexo 1).

4.1.5.1 Factores Bióticos: La caracterización estructural de cada localidad se realizó en cada uno de los transectos establecidos para el muestreo de los anuros, que fueron capturados manualmente hasta una altura de dos metros, registrando la siguiente información.

- Altura o Posición vertical a nivel del suelo: La altura a la cual fue encontrado el individuo se calculó teniendo en cuenta cinco clases de alturas: I = 0 - 40 cm; II = 41 - 80 cm; III = 81 - 120 cm; IV = 121 - 160 cm; V = 161 - 200 cm.
- Sustrato sobre el cual fue encontrado: Los cuales se evaluaron teniendo en cuenta seis tipos de sustratos de percha: H = Hojas Vivas; HoJ = Hojarasca; R = Roca; T = Tronco; R = Rama; M = Musgo.
- Distancia Horizontal en metros: Se calcularon a partir del borde del sendero o trocha teniendo en cuenta las siguientes longitudes: 1 = 0 - 5 m; 2 = 5 - 10 m; 3 = 10 - 15 m; 4 = 15 - 20 m; 5 = >20 m.

Los Parámetros que se tuvieron en cuenta para determinar la estructura de la vegetación fueron los siguientes:

- Altura Promedio de los estratos arbóreo, subarbóreo y arbustivo en metros.
- Cobertura en % de los estratos arbóreo, subarbóreo y arbustivo
- Cobertura en % de briofitos y bromelias (epifitos) sobre individuos del estrato arbóreo y subarbóreo, se realizó por observación directa obteniendo un estimativo del porcentaje que ocupan sobre ramas y troncos de árboles y arbustos.
- Cobertura en % de los estratos rasante y herbáceo
- Cobertura en % de briofitos y bromelias sobre el suelo se realizó en cinco subparcelas de 10 m² (5 x 2) dentro de cada uno de los transectos, para posteriormente obtener un total del sitio de muestreo.

- Densidad de individuos en el estrato arbóreo (N° ind / m²)
- Densidad de individuos en los estratos subarbóreo y arbustivo (N° ind / m²)
- Cálculo de la profundidad de la capa de hojarasca en (cm) tomando 10 puntos al azar por cada transecto.

Los parámetros vegetales empleados se calcularon de la forma que se describe a continuación:

- Altura de los individuos: Para la estratificación de la comunidad vegetal, seguimos la propuesta de Rangel y Lozano (1986), la cual contempla los siguientes intervalos (r) = rasante 0 - 0.25 m; (h) = herbáceo 0.25 - 1.5 m; (ar) = arbustivo 1.5 - 5 m; (Ar) = subarbóreo 5 - 12 m; (Ai) = arbóreo inferior 12 -25 m; (As) = arbóreo superior >25 m.
- Densidad: se calculó por conteo directo de los individuos encontrados en los estratos arbóreo, subarbóreo y arbustivo en cada uno de los sitios de muestreo (Rangel y Velásquez., 1997).
- Cobertura por estrato: Se calculó visualmente por el cubrimiento del área que proyecta sobre la superficie de la parcela o sitio de muestreo las copas de las plantas que pertenecen a cada estrato.

4.1.5.2 Factores Abióticos: Las mediciones de los factores ambientales son un componente importante para la interpretación de los resultados en los estudios con anfibios puesto que son organismos íntimamente relacionados con la humedad (Lips *et al.* 2001).

Las mediciones abióticas son un componente importante en los proyectos de investigación con anfibios para comprender la relación de estos con el medio ambiente y la influencia de este con el cambio en las poblaciones y comunidades (Lips 2001). Las variables abióticas escogidas fueron:

Variable
Temperatura ambiente
Humedad relativa
Altitud
Precipitación media de la zona

Tabla 2. Variables abióticas. Fuente: (Lips 2001 citado por Valencia 2004).

4.2 Fase 2. Análisis de Información.

4.2.1. Estimación de parámetros de la comunidad: La riqueza, abundancia, diversidad y equidad fueron determinadas por medio de los siguientes índices:

a. Riqueza específica. Margalef (rI) = $S-1 / \ln N$ número total de especies.

b. Abundancia relativa. (A) = N_i / N_t Dividir el número de individuos colectados de cada especie sobre el número total de individuos

c. Diversidad. La comparación de la diversidad entre las épocas de muestreo y el tipo de muestreo se realizó mediante el índice de Simpson (λ) = $\Sigma(P_i)^2$ y Shannon-Wiener. (H') = $\Sigma(P_i \ln P_i)$

d. Equidad. Hill (E_4) = N_2 / N_1 permite calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa.

4.2.2. Análisis de Factores Bióticos y Abióticos: Para determinar la importancia de las variables del hábitat sobre los individuos de anuros encontrados sobre las unidades de muestreo, a sus valores numéricos se les aplicó un Análisis de Factores, empleando una solución de componentes principales.

Para la realización del análisis de componentes principales no fue necesario la transformación de las variables.

5. RESULTADOS.

5.1. Composición.

La anurofauna de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski esta representadas por 10 especies del género *Eleutherodactylus* agrupadas dentro de la Familia Leptodactylidae, registrándose un total de 1984 individuos en un periodo de cinco meses (Noviembre de 2006 a Marzo de 2007) durante los cuales se realizaron muestreos diurnos y nocturnos (Tabla 3, Anexo 2).

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>Eleutherodactylus acatellelus</i>
				<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>
				<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>
				<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>
				<i>Eleutherodactylus jubatus</i>
				<i>Eleutherodactylus ocelatus</i>
				<i>Eleutherodactylus palmieri</i>
				<i>Eleutherodactylus parvulus</i>
				<i>Eleutherodactylus permictus</i>
				<i>Eleutherodactylus tectopternus</i>

Tabla 3. Listado de las especies de anurofauna registradas en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski.

5.2. Abundancia.

De los 1984 individuos pertenecientes a las 10 especies de *Eleutherodactylus* registradas durante el periodo de estudio, las que presentaron mayor abundancia fueron *Eleutherodactylus boulengeri*, *E. palmieri* y *E. acatellelus*; con 368 (18.5%), 313 (15.8%), 287 (14.5%) individuos respectivamente. Igualmente existen otras especies con un menor número de capturas como son *Eleutherodactylus ocelatus*, *E. jubatus*, *E. brevifrons*, *E. permictus*, *E. juanchoi*, *E. tectopternus* y *E. párvulas* con 175 (8,8%), 169 (8,5%), 163 (8,2%), 144 (7,3%), 127 (6,4%), 121 (6,1%) y 117 (5,9%) ejemplares registrados respectivamente (Figura 2, Anexo 3).

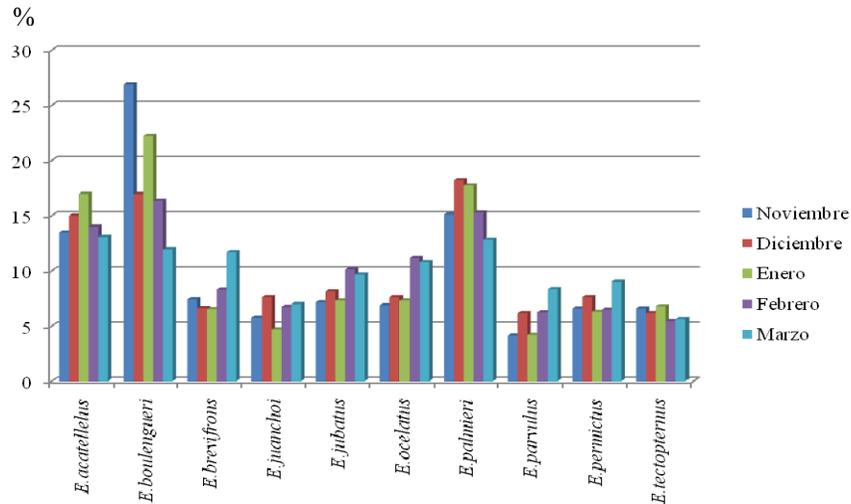


Figura 2. Representación de las abundancias relativas de las especies de anuros la Reserva Natural Mirabilis Swarovski durante las diferentes épocas de muestreo

Especie	Meses de Muestro											
	Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Final	
	A. T	A. R	A. T	A. R	A. T	A. R	A. T	A. R	A. T	A. R	A. T	A. R
<i>E. acatellelus</i>	49	13,46	61	14,99	65	16,97	54	13,99	58	13,06	287	14,47
<i>E. boulengeri</i>	98	26,92	69	16,95	85	22,19	63	16,32	53	11,94	368	18,55
<i>E. brevifrons</i>	27	7,42	27	6,63	25	6,53	32	8,29	52	11,71	163	8,22
<i>E. juanchoi</i>	21	5,77	31	7,62	18	4,70	26	6,74	31	6,98	127	6,40
<i>E. jubatus</i>	26	7,14	33	8,11	28	7,31	39	10,10	43	9,68	169	8,52
<i>E. ocelatus</i>	25	6,87	31	7,62	28	7,31	43	11,14	48	10,81	175	8,82
<i>E. palmieri</i>	55	15,11	74	18,18	68	17,75	59	15,28	57	12,84	313	15,78
<i>E. parvulus</i>	15	4,12	25	6,14	16	4,18	24	6,22	37	8,33	117	5,90
<i>E. permictus</i>	24	6,59	31	7,62	24	6,27	25	6,48	40	9,01	144	7,26
<i>E. tectopternus</i>	24	6,59	25	6,14	26	6,79	21	5,44	25	5,63	121	6,10
	364		407		383		386		444		1984	

Tabla 4. Representación de las abundancias totales (A.T) y relativas (A.R) de las especies de anuros en la reserva Natural Mirabilis Swarovski durante las diferentes épocas de muestreo.

La tabla 4 muestra las abundancias obtenidas en cada uno de los meses durante la realización del presente trabajo : Marzo 444 ejemplares, Diciembre 407, Febrero 386, Enero 383 y Noviembre 364 individuos, los cuales representan el 22,38%, 20,51%, 19,46%, 19,30%, 18,35% de las especies registradas a lo largo del periodo de estudio respectivamente.

En cuanto a la abundancia relativa total de las diferentes especies de anuros de la reserva Natural Mirabilis Swarovski se obtuvieron los siguientes resultados: *Eleutherodactylus bulengeri* se

destaca como la especie más abundante con 18,55 %, seguido por *E. palmieri* con 15,78% y *E. acatellelus* con 14,47%.

Se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para establecer si existían diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de cada especie entre los periodos de muestreo.

Especie	H	P
<i>E. acatellelus</i>	0,7639	0,9432
<i>E. boulengeri</i>	4,342	0,3617
<i>E. brevifrons</i>	4,146	0,3866
<i>E. juanchoi</i>	2,888	0,5768
<i>E. jubatus</i>	2,79	0,5936
<i>E. ocelatus</i>	3,158	0,5318
<i>E. palmieri</i>	0,383	0,9838
<i>E. parvulus</i>	2,369	0,6682
<i>E. permictus</i>	4,197	0,3801
<i>E. tectopternus</i>	0,2082	0,9949

Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis (H) resultado de la prueba (P) valor de la probabilidad

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 5), no existe una diferencia estadísticamente significativa en la abundancia de cada una de las especies durante las diferentes épocas de muestreo.

1^{er} Muestreo (Noviembre 2006): se destaca *E. boulengeri* como la especie más abundante con 98 registros que representan el 26,92%, *E. palmieri* con 55 individuos registrados que representan el 15,11%, *E. acatellelus* con 49 registros que representan el 13,46%, las especies que menor abundancia presentaron durante los muestreo fueron *E. parvulus* con 15 registros equivalentes al 4,12% y *E. juanchoi* con 21 individuos equivalentes al 5,77%, existe un grupo conformado por cinco especies las cuales presentan una abundancia muy similar en un rango medio que son *E. brevifrons* con 27 registros que representan el 7,42%, *E. jubatus* con 26 registros los cuales representan el 7,14%, *E. ocelatus* con 25 individuos representando el 6,87% y *E. permictus* 24 registros y *E. Tectopternus* con 24 individuos las cuales representan el 6,59% cada una.

2^o Muestreo (Diciembre 2006): en este periodo *E. palmieri* fue la especie mas abundante con 74 registros que representan el 18,18%, *E. boulengeri* con 69 individuos registrados que representan el 16,95%, *E. acatellelus* con 61 registros que representan el 14,99%, las especies menos abundantes en este periodo fueron *E. parvulus* y *E. tectopternus* con 25 individuos cada una equivalentes al 6,14% para cada una de ellas y *E. brevifrons* con 27 registros que representa al

6,63%; presentándose además un grupo conformado por cuatro especies que presentan una abundancia similar como el caso de *E. juanchoi* con 33 registros que representa el 8,11%, seguida por *E. jubatus*, *E. ocelatus* y *E. permictus* las tres con 31 individuos que equivalen al 7,62% para cada una de ellas.

3^{er} Muestreo (Enero 2007): las especies mas abundantes son *E. boulengeri* 85, *E. palmieri* 68 y *E. acatellelus* 65 individuos que representan el 22,19%, 17,75%, y 16,97%, respectivamente las especies que menor abundancia presentaron fueron *E. parvulus* 16 y *E. juanchoi* 18 registros equivalentes al 4,18% y 4,70%, respectivos, algunas especies presentaron abundancias iguales como es el caso de *E. jubatus* y *E. ocelatus* ambas con 28 registros los cuales representan el 7,31%, seguidos por algunas especies que presentan abundancias muy similares como *E. tectopternus* con 26, *E. brevifrons* con 25 y *E. permictus* con 24 individuos los cuales representan el 6,79; 6,53 y 6,27% respectivamente.

4° Muestreo (Febrero 2007): *E. boulengeri* se destaca como la especie mas abundante con 63 registros que representan el 16,32%, seguido por *E. palmieri*, *E. acatellelus*, *E. ocelatus*, *E. jubatus* y *E. brevifrons* con 59, 54, 43, 39, 32 registros cada uno que representan el 15,28; 13,99; 11,44; 10,10; y 8,29% respectivamente, las especies que menor abundancia presentaron durante este periodo fueron *E. tectopternus*, *E. parvulus*, *E. permictus* y *E. juanchoi* con 21, 24, 25, 26 individuos respectivamente, que equivalen al 5,44; 6,22; 6,48 y 6,74% en su respectivo orden.

5° Muestreo (Marzo 2007): *E. acatellelus* aparece como la especie mas abundante con 58 registros que representan el 13,06%, se guido por *E. palmieri* con 57 individuos que representan el 12,84%, *E. boulengeri* con 53 registros que representan el 11,94%, y *E. brevifrons* con 52 individuos que representan el 11,71%, las especies con menor abundancia fueron *E. tectopternus* con 25 registros equivalentes al 5,63% y *E. juanchoi* con 31 individuos registrados equivalentes al 6,98%, seguidos por *E. parvulus*, *E. permictus*, *E. jubatus* y *E. ocelatus* con 37, 40, 43,48 individuos en su respectivo orden los cuales representan el 8,33; 9,01; 9,68 y 10,81% respectivamente.

5.3. Diversidad.

La diversidad se entiende como el número de especies presente dentro del ecosistema o diversidad intracomunitaria (Whitaker 1972). Los índices examinados para este tipo de medida se presentan en la Tabla 6, diferenciando las épocas de muestreo.

Índices	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Marz.	Total Estudio
N° de especies	10	10	10	10	10	10
Shannon-Wiener	2,129	2,198	2,135	2,256	2,26	2,213
Simpson	0,8575	0,8822	0,863	0,8807	0,8964	0,8806
Margalef	1,954	1,95	1,954	1,963	1,95	1,448
Equidad Hill	0,9244	0,9546	0,9273	0,9796	0,9814	0,9611

Tabla 6. Valores de los índices de diversidad según las diferentes épocas de muestreo.

Se puede observar que no se presentan diferencias numéricas considerables entre las diferentes épocas de muestreo, la riqueza calculada por el índice de Margalef no posee mayor diferencia entre los diferentes meses, sin embargo los índices de Shannon-Wiener y Simpson revelan una variación un poco más amplia entre los diferentes meses, lo mismo que el índice de equidad de Hill, presentando una mayor diversidad y equidad en el mes de marzo.

En cuanto a las mediciones por épocas de muestreo se obtuvo, mayor riqueza en el mes de noviembre (1,954), mayor diversidad en ambos índices $H = 2,26$ y $\lambda = 0,8964$ y equidad durante marzo (0,9814). La diversidad total de la zona según los índices de Shannon-Wiener y Simpson de 2,213 y 0,8806 respectivamente y la equidad de (1,448).

Para establecer si existían diferencias estadísticamente significativas en la diversidad entre las épocas de muestreo se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante esta prueba se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Diversidad entre las diferentes épocas de muestreo.

5.4. Características del Hábitat Ocupado.

El área se caracteriza por presentar elementos florísticos típicos de Bosque húmedo de piso templado o selva sub andina (Cuatrecasas 1958) y de Bosque húmedo de piso frío o selva andina (Cuatrecasas 1958), con alta humedad y precipitación a causa de la nubosidad proveniente del pacífico, gran cobertura y heterogeneidad de los estratos vegetales, alrededor de 4 cm de profundidad de la capa de hojarasca, abundancia de briófitos y bromelias.

Durante la época de muestreo se registro una precipitación máxima de 650mm y mínima de 126mm ($X = 358,82\text{mm}$), temperatura del aire máxima de 21°C y mínima $7,12^{\circ}\text{C}$, ($X = 16,18$), temperatura del suelo máxima de 19°C , mínima de 10°C ($X = 13,83^{\circ}\text{C}$) y una humedad relativa máxima de 98% mínima de 75% ($X = 84,74\%$).

5.4.1. Análisis de Variables.

Las variables que se presentan a continuación: sustrato, distancia vertical, distancia horizontal y actividad, son aquellas de las cuales se obtuvieron datos para cada uno de los ejemplares registrados. Las otras variables como: precipitación, humedad relativa, temperatura del aire y temperatura del suelo, fueron aquellas para las cuales se obtuvo solo un dato por cada muestreo y otras como: cobertura de los estratos arbóreo inferior (Ai), subarbóreo (Ar), arbustivo (ar), herbáceo (h) y rasante (r); altura promedio de los estratos arbóreo inferior (Ai), subarbóreo (Ar) y arbustivo (ar); cobertura de briofitos en los estratos arbóreo inferior (Ai), subarbóreo (Ar) y arbustivo (ar); cobertura de bromelias en los estratos arbóreo inferior (Ai), subarbóreo (Ar) y arbustivo (ar) y densidad de individuos en los estratos arbóreo inferior (Ai), subarbóreo (Ar) y arbustivo (ar), se obtuvieron en general para toda el área de estudio (Anexo 4).

5.4.1.1. Sustrato.

Considerando los 1984 individuos contados y agrupados en 10 especies de *Eleutherodactylus* el 45.6 % de las especies registradas presenta una marcada tendencia por el sustrato hoja como sitio de percha, seguidos por la hojarasca y las ramas con 27.5 % y 20.5% respectivamente, los sustratos menos escogidos por las especies fueron musgo, tronco y roca con un 3.5%, 2.9%, y 1% respectivamente (Figura 3).

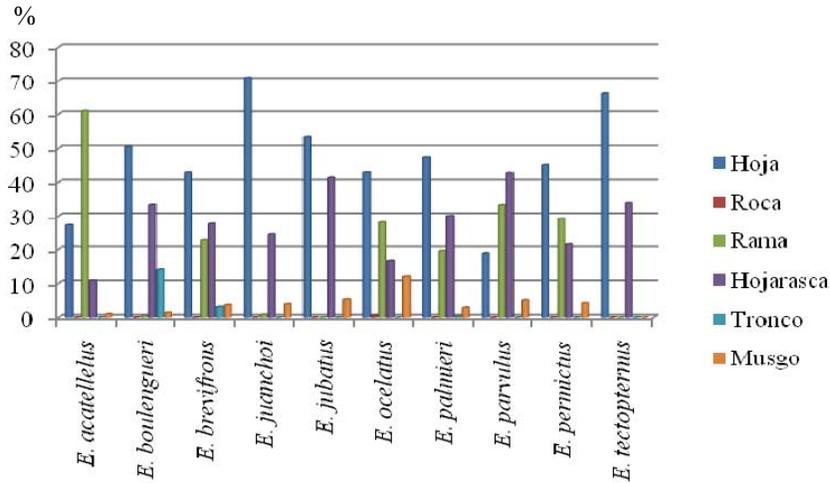


Figura 3. Representación de preferencia de los sustratos de percha por las especies de *Eleutherodactylus*

5.4.1.2. Distancia Vertical.

En cuanto a la distancia vertical en centímetros para la escogencia de la altura de percha la gran mayoría de las especies presentan la tendencia a percharse en el estrato I entre los 0 a 40 cm seguido por los estratos III y II con 699, 472 y 352 individuos los cuales representan el 35.2%, 23.8% y 17.7% respectivamente. Las alturas de percha menos empleadas por las especies fueron los niveles IV y V con 333 y 128 individuos los cuales representan el 16.8% y 6.5% respectivamente (Figura 4).

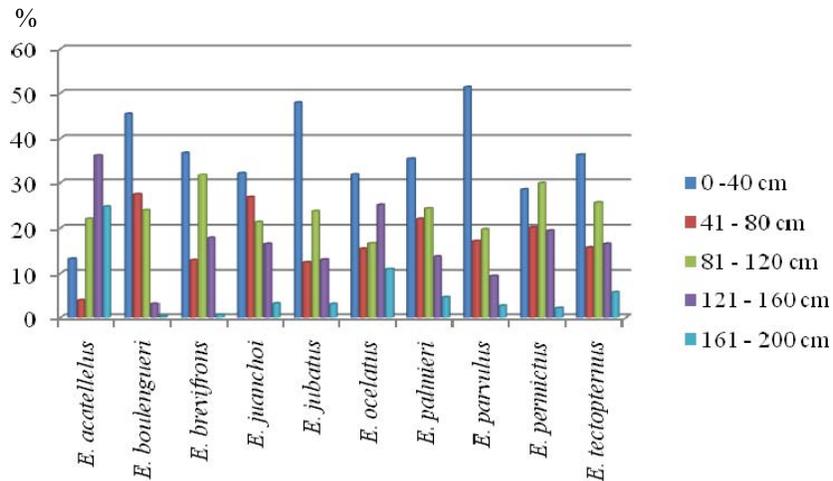


Figura 4. Representación de la preferencia de alturas de percha por las especies de *Eleutherodactylus*

5.4.1.3. Distancia Horizontal.

En cuanto a la distancia horizontal en metros de la orilla del camino o trocha mas cercano y que se tomo como eje principal en los VES la gran mayoría de las especies registradas tienden a estar entre los 16 y 20 metros de distancia de los senderos, seguida de las distancia III y V con 572, 502 y 374 individuos representando el 28.8%, 25.3% y 18.9%, las distancias menos empleadas por los anuros respecto al borde de caminos o trochas fueron la I entre los 0 a 5 metros y la II entre los 6 a 10 metros con 221 y 314 individuos respectivamente, representando el 11,1% y el 15,8% para cada una de estas respectivamente (Figura 5).

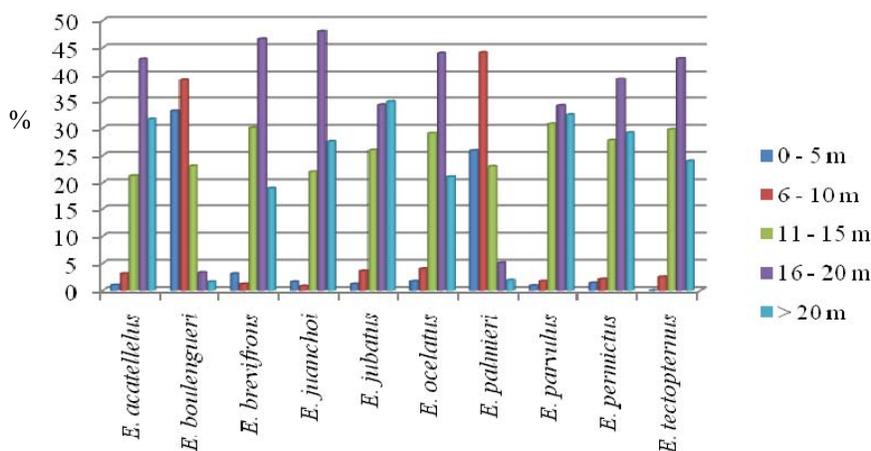


Figura 5. Representación de la preferencia de las distancias horizontales respecto a bordes de caminos, senderos o trochas por las especies de *Eleutherodactylus*

5.4.1.4. Actividad.

La mayor parte de las capturas fueron realizadas durante los muestreos nocturnos 66.6% y tan solo un 33.4% se obtuvieron durante el día. La especie que aportó mayor número de individuos durante los muestreos diurnos fue *Eleutherodactylus boulengeri* con 167 registros que equivalen al 25,23% de las especies registradas seguido de *E. palmieri* y *E. jubatus* con 105 y 79 individuos que representan el 15,86% y el 11,93% respectivamente.

Entretanto la especie que mayor abundancia presentó durante los muestreos nocturnos fue *E. acatellelus* con 252 individuos representando el 19,10% del total de sus registros, seguido por *E. palmieri* y *E. boulengeri* con 208 y 201 individuos que representan el 15,73% y 15,20% de las capturas respectivamente (Figura 6).

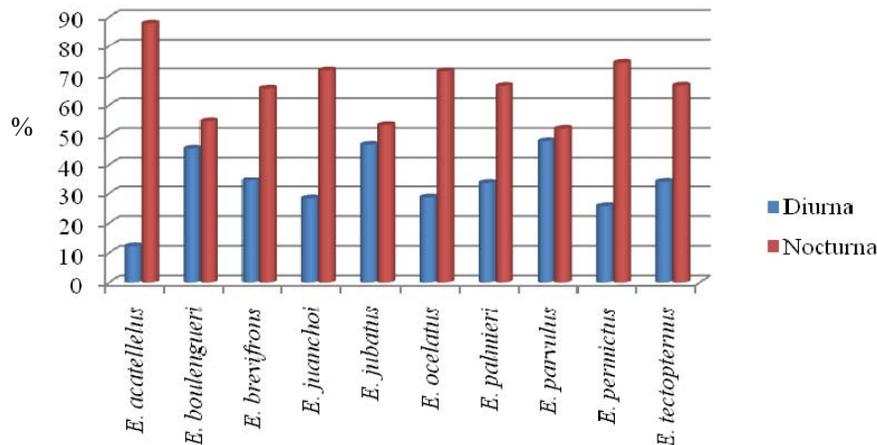


Figura N° 6. Representación de la actividad de las especies de *Eleutherodactylus*

5.4.2. Relación con el Microhábitat.

La contribución de cada una de las variables medidas a los cuatro componentes principales o ejes de ordenación (Dimensiones) se ilustran en la Tabla 8 y el porcentaje acumulado de las variables se presenta en la Tabla 7. El primer eje (Dimensión 1) puede explicarse como un gradiente de densidad de formas de crecimiento (árboles, arbolitos y arbustos), de cobertura de bromelias y briofitos en estas tres formas de crecimiento y en el suelo y de cobertura de los estratos subárboreo y arbóreo inferior y la profundidad de la capa de hojarasca. El segundo componente (Dimensión 2), puede interpretarse principalmente como un gradiente de incremento de cobertura de los estratos arbustivo y rasante y la cobertura de briofitos en el suelo y arbustos. El tercer componente (Dimensión 3) puede interpretarse como un gradiente de variables ambientales y físicas como temperatura del aire, temperatura del suelo, distancia vertical, distancia horizontal, actividad y sustrato que influyen en menor grado en la distribución espacial y la abundancia de las 10 especies de ranas, debido a que los registros de estas variables no presentaron mayor diferencia entre las épocas de estudio. El componente cuatro (Dimensión 4) que agrupa las variables de Precipitación y Humedad Relativa las cuales no son consideradas como importantes en la distribución espacial y la abundancia de las 10 especies de ranas, puesto que los registros de estas dos variables no presentaron mayor variación a lo largo de las diferentes épocas de estudio (Anexo 5).

Componente	Varianza explicada	
	Total (Autovalores)	% de la varianza
1	8,321	32,004
2	6,594	25,360
3	3,491	13,427
4	1,966	7,563
Total	20,372	78,354

Tabla 7. Porcentaje de Varianza de cada Componente.

Variables	Componente			
	1	2	3	4
Precipitación	-0,004	-0,006	0,202	0,932
Humedad Relativa (%)	-0,003	-0,005	0,211	0,936
Temperatura del Aire (°C)	0,002	-0,007	-0,720	-0,093
Temperatura del Suelo (°C)	0,002	-0,012	-0,734	-0,217
Distancia Vertical	0,009	0,009	0,898	-0,219
Distancia Horizontal	0,002	0,036	0,131	-0,027
Actividad	0,003	0,012	0,911	-0,235
Sustrato	0,005	-0,014	-0,824	0,240
Cobertura estrato arbóreo Ai (%)	0,493	0,813	-0,007	0,002
Cobertura estrato arbóreo Ar (%)	0,669	-0,651	0,002	-0,002
Cobertura estrato arbóreo ar (%)	0,976	0,137	-0,001	0,002
Cobertura estrato h (%)	-0,566	0,817	-0,006	0,001
Cobertura estrato r (%)	-0,759	0,603	-0,004	0,001
Altura Promedio Ai (m)	0,493	0,813	-0,007	0,002
Altura Promedio Ar (m)	0,513	-0,688	0,001	-0,003
Altura Promedio ar (m)	-0,460	0,369	-0,008	0,004
Cobertura Briofitos en Ai (%)	0,688	0,724	-0,006	0,002
Cobertura Briofitos en Ar (%)	0,645	0,762	-0,006	0,002
Cobertura Briofitos en ar (%)	0,539	0,841	-0,006	0,002
Cobertura Bromelias en Ai (%)	0,894	0,184	-0,003	0,000
Cobertura Bromelias en Ar (%)	0,987	-0,046	0,000	0,002
Cobertura Bromelias en ar (%)	0,639	0,416	0,001	0,003
Densidad Ai (ind/m2)	0,632	-0,767	0,005	-0,001
Densidad Ar (ind/m2)	0,970	0,054	0,000	0,002
Densidad ar (ind/m2)	0,601	-0,756	0,007	0,000

Tabla 8. Dimensiones de Carga de 25 Variables del hábitat ocupado por 10 especies de anuros, según el Análisis de Componentes Principales (Factores).

6. DISCUSION Y RECOMENDACIONES.

El presente trabajo de investigación es el primero realizado sobre Ecología de Anuros de la Reserva Natural de las Aves Mirabilis Swarovski, los datos obtenidos describen la estructura y composición de la comunidad y aspectos sobre los requerimientos bióticos y abióticos del hábitat para diez especies del género *Eleutherodactylus* presentes en un área de bosque húmedo de piso templado típico de la formación vegetal de Selva Andina según la clasificación de Cuatrecasas (1958), en diferentes épocas del año.

La riqueza total de anuros de la zona calculada por el índice de Margalef es de 10 especies de ranas del genero *Eleutherodactylus*; los resultados del presente estudio siguen patrones similares a los encontrados en otros estudios herpetológicos en regiones andinas, en cuanto a la equidad podemos observar que la abundancia de las diferentes especies registradas para la zona de estudios no presenta diferencias estadísticamente significativas durante los diferentes periodos de muestreo. Así el genero *Eleutherodactylus* es el que posee el mayor número de especies a altitudes superiores a los 2000 m de acuerdo a lo registrado por Rincón y Castro (1998), para la cordillera Occidental; Lynch y Rueda-Almonacid (1997) en la cordillera Central y Suárez-Mayorga (1999) en la cordillera Oriental; ubicando al genero *Eleutherodactylus* como el más rico de la anurofauna colombiana (Lynch 1998, Acosta-Galvis 2000). Todas las especies hacen parte del grupo *unistrigatus*, lo cual concuerda con lo descrito por Rincón y Castro (1998) en el ensamble de anfibios estudiado en la cordillera Occidental en donde tres de ocho especies pertenecen a este grupo. El grupo filogenético *unistrigatus* se encuentra principalmente en Colombia y Ecuador, y unas pocas especies están distribuidas en la Cuenca Amazónica (Lynch y Duellman 1997), dada la ubicación geográfica, el rango altitudinal y la topografía son consecuentes con los patrones biogeográficos planteados por Lynch *et al.* (1997) para los sapos y ranas de Colombia. En la franja altitudinal que comprende la zona de estudio se observó al género *Eleutherodactylus* como elemento dominante en cuanto al número de especies como a las abundancias tal como ha sido observado en forma general en los andes (Duellman 1993, Duellman y Thomas 1996, Lynch y Duellman 1997).

La diversidad de especies de *Eleutherodactylus* encontrada en el área de estudio concuerda con lo registrados por Ruiz-Carranza *et al.* (1996) y Acosta-Galvis (2000) para la vertiente Occidental de la Cordillera Oriental y con lo encontrado por Rincón y Castro (1998) durante los muestreos realizados en alturas similares de la cordillera Occidental, quienes también encontraron diez

especies para este genero, siendo también similar a lo registrado por Lynch y Rueda-Almonacid (1997) quienes encontraron 14 especies para la cordillera Central en alturas comprendidas entre los 1750 y los 2150 m s.n.m.

El 40% de los anuros conocidos en Colombia pertenecen al Genero *Eleutherodactylus* (Cadavid y Román-Valencia 2005), la alta diversidad y amplia distribución geográfica de esta agrupación taxonómica que es la más abundante en el neotrópico puede explicarse gracias a su capacidad adaptativa en ausencia de cuerpos de agua y estrategia reproductiva al presentar desarrollo directo y huevos no acuáticos, aunque necesiten de cierto grado de humedad la presencia de agua no es una condición necesaria para poder reproducirse (Lynch 1998, Rincón-Franco y Castro 1998, Kattan 1987 y Lynch 1999).

Conforme a los resultados obtenidos en esta investigación, se presentan diferencias en la repartición de los recursos puesto que las especies de *Eleutherodactylus* presentaron una marcada tendencia por las clases de altura I – III respecto a la distribución vertical, en cuanto a la distancia horizontal la gran mayoría de las especies se encontraron en la clase 4 entre los (16 a 20 m) alejadas del borde del sendero o trocha. En cuanto a la hora de actividad existe una marcada preferencia por las horas de la noche durante las cuales se realizaron la mayoría de las capturas, esto puede deberse principalmente a que durante las horas nocturnas son menos visibles para los predadores y son menos susceptibles a las condiciones ambientales como radiación ultravioleta y altas temperaturas durante el día; en cuanto a la utilización de los sustratos la mayor frecuencia de capturas se realizó principalmente sobre hojas.

Los resultados obtenidos concuerdan entonces con lo sugerido por Lynch y Duellman (1980; citados por Rincón-Franco y Castro 1998) en cuanto que las comunidades de anuros presentan pocas diferencias relacionadas con el tiempo de actividad y microhábitat. De acuerdo a estos autores, existe mayor disimilaridad en cuanto al tipo y tamaño de las presas que constituyen su dieta, aspecto que también es señalado por Troft (1980, 1985; citados por Rincón-Franco y Castro 1998) como un importante factor en la ordenación de las comunidades de anuros, dejando claro que la morfología y fisiología, comportamiento alimenticio y tácticas antipredadoras co-varian con sus dietas.

Lynch y Duellman (1996) afirman que las observaciones sobre la utilización estructural del hábitat por los *Eleutherodactylus* son más efectivas en alturas hasta de 1.5 metros del suelo y especialmente sobre hojas y ramas, en tanto que las observaciones a alturas superiores suelen ser casuales debido a la atracción por la vocalización, presencia de vegetación sobre una pendiente abrupta bajo el investigador o el brillo de los ojos al reflejar la luz de la linterna. Esta interpretación logra explicar la mayor abundancia hasta los 1.20 m sobre el suelo (las observaciones sobre las clases IV y V fueron menores), y sobre las hojas (aunque también se presentó una gran cantidad de observaciones sobre la hojarasca y ramas), debido a que la atención del observador se dirige con menor frecuencia a lugares que requieran mayor esfuerzo de búsqueda por su remoción y accesibilidad, de igual forma las pendientes escarpadas y el tamaño de las especies (puesto que los anuros grandes son más conspicuos y fáciles de capturar) pudiendo inducir sesgos en los muestreos e influir sobre los resultados obtenidos.

La heterogeneidad vegetal desempeña un papel importante en la coexistencia de los anuros por encontrarse mayores posibilidades de microhábitats y disponibilidad de otros recursos que minimicen la competencia interespecífica e intraespecífica. Los bosques secundarios presentan estructuras vegetales no uniformes, variabilidad de estratos, densidades y coberturas que generan un mosaico complejo de sus componentes a causa de perturbaciones pasadas; llegando a ocasionar una menor intensidad competitiva por recursos entre especies simpátricas y por consiguiente mayor diversidad en la comunidad (Arroyo y Pinilla 2003). La cantidad de anuros aportados por los bosques secundarios y los altos valores en los índices de diversidad presentados, demuestran la importancia derivada de la complejidad estructural y por consiguiente la existencia de una mayor variedad de microhábitats que alojen una gran proporción de anuros (Navas 1999).

De acuerdo con el análisis de los componentes principales, las ranas prefieren áreas con una alta densidad y cobertura vegetal, siendo particularmente importantes la cobertura de bromelias y briofitos. Posiblemente estas variables ofrecen un medio propicio para la satisfacción de los requerimientos de nicho de las especies de ranas registradas; por ejemplo la proporción de bromelias 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 al agua y mantener una humedad alta en las zonas bajas del bosque. Estas variables justifican la marcada dominancia de ranas del género *Eleutherodactylus*, cuyas especies presentan un comportamiento

reproductivo diferente al de las especies de las familias Hylidae, Centrolenidae, Dendrobatidae y Bufonidae que depositan sus huevos en el agua para el desarrollo de sus renacuajos. En tanto que las ranas del género *Eleutherodactylus* con una distribución estrechamente asociada a los bosques nublados y pocas exigencias de hábitats (Kattan 1993) no dependen de la existencia de quebradas debido a que su reproducción es terrestre con desarrollo directo (Lynch 1999). Características que le hacen el género con la mayor cantidad de especies de anuros en Colombia con algo más de 230 especies hasta el momento, razón por la cual el género *Eleutherodactylus* puede ser más frecuente que otros, coincidiendo los resultados de composición de este trabajo con la aseveración de Kattan (1996): “En las comunidades de anuros de los bosques de niebla predominan las especies que ponen huevos terrestres”.

Debido a que las especies tienen rangos diversos de tolerancia, condición que se genera en los anfibios gracias a su piel altamente vascularizada y permeable que les permite el intercambio de gases y agua con el medio, haciéndolos altamente vulnerables a las condiciones secas (Castro 1994 y Renjifo 1997). La pérdida de agua a través de la piel tiene consecuencias para la termo regulación por lo tanto factores como la temperatura, la precipitación y los cambios climáticos influyen sobre las distribuciones geográficas y ecológicas de los anfibios y el tiempo e intensidad de su alimentación, la reproducción y la migración (Navas 1999). Estas condiciones también afectan las densidades de la población y sus interacciones (Heyer 1994 citado por Valencia 2004).

Razón por la cual conjuntamente con los factores bióticos, debe tenerse en cuenta la medición de factores abióticos, puesto que estos promueven altos niveles de nicho, conforme ocurran transiciones temporales y espaciales. Por tal motivo no solo basta sugerir que factores abióticos influyen sobre los anuros por ejemplo temperatura y humedad, entre otros, sino que deben ser verificados cuantitativamente para conocer en que magnitud, la humedad del aire varía de acuerdo a los valores obtenidos en campo a través de mediciones realizadas durante los meses de muestreo en los cuales fueron registrados los individuos; presentándose por esta razón como un factor estadístico de poco efecto. No obstante la variación de la humedad relativa entre las diferentes épocas de muestreo llega a ser entre 2-5% menor durante la noche que en el día donde se presenta una variación del 10-20 %; la temperatura del aire presenta variaciones de 0-3°C más alta en el día que en las noches y siendo de 2-3° superior a la temperatura del suelo, durante las diferentes épocas de muestreo.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el análisis de componentes principales, factores como la humedad relativa del ambiente y la temperatura del aire no son determinantes en la abundancia y distribución de las especies de *Eleutherodactylus* en la zona. Esto tal vez puede deberse a la gran capacidad que presenta esta agrupación taxonómica de no depender directamente de las fuentes de agua y adaptarse con gran facilidad a los ambientes secos, así mismo se podría señalar de acuerdo con las observaciones personales que las especies de anuros en el área de estudio tienen una fuerte relación con la cobertura vegetal especialmente con la presencia abundante de briofitos y bromelias, dependiendo no solamente del parche boscoso sino también además, de la forma como este se ubica dentro de la unidad del paisaje y como se favorece en tal aspecto. Las condiciones de humedad y temperatura propias de esta zona fueron poco fluctuantes en el día y la noche favoreciendo de esta forma el modo reproductivo de las especies de *Eleutherodactylus* (Duellman 1992 y Crump 1974), facilitando la colonización de diversos hábitats y microhábitats potenciales. En tanto que en altitudes bajas la temperatura es mayor y algunas veces la humedad es menor, razón por la cual las ranas limitan su capacidad de alejarse del ambiente acuático, estando muchas de ellas condicionadas a este ambiente, situación necesaria para el desarrollo de sus posturas. (Duellman y Trueb 1994; Navas 1999) Caso contrario a lo que ocurre en alturas superiores a los 2500 m s.n.m en donde la temperatura y la humedad son mas extremas, la temperatura baja a medida que aumenta la altitud y la humedad es alta, sin embargo el ambiente es seco por la presencia de vientos fuertes y alta radiación solar que restringe la presencia de especies, limitando posiblemente la diversidad (Navas 1999).

La Reserva Natural de las Aves Mirabilis Swarovski se encuentra ubicada dentro del cinturón de niebla andino, siendo golpeada en las laderas occidentales de la cordillera por una densa capa de nubes provenientes del pacífico. Algunas zonas de este sector permanecen más expuestas a la niebla que otras debido a que los vientos procedentes del oriente la hacen devolver y además las montañas forman una barrera que no la deja pasar a la vertiente contraria; fenómeno que puede observarse al transitar por el camino que parte de la Cintura de Torres hacia el cerro de Munchique y por el borde de los caminos que flanquean la peña del perro. Razón por la cual debe considerarse para posteriores estudios, la medición de la precipitación horizontal con trampas captadoras de niebla para evaluar el grado de aporte de humedad dentro del bosque, permitiendo de esta forma poder conocer la relación directa o indirecta que pudiera tener este factor sobre la diversidad y abundancia de la anurofauna.

Un error posible en los datos de las abundancias de las especies puede deberse que en el presente estudio no se emplearon técnicas de marcaje para los individuos registrados. Al considerarse la gran mayoría de las técnicas existentes como altamente invasivas, las cuales pueden causar efectos negativos sobre los animales al ocasionar interferencias en sus movimientos y actividades reproductivas, haciéndose más conspicuos a los depredadores, originando daños en sus órganos internos y obstruyendo algunas funciones fisiológicas, entre otras lesiones de carácter temporal o permanente (Donnelly *et al.* 1994). Por el momento y dependiendo del tipo de estudio que desee realizarse, el método para la estimación de la abundancia relativa de una población o poblaciones sin causarle daños o lesiones, es a través del índice que relaciona el número de observaciones por las horas de muestreo o el número de hombres en el campo.

Además de la presencia o ausencia de las especies, la diferencia en la abundancia de las mismas puede ser explicada de acuerdo a Lynch y Duellman (1997) por el límite en su distribución altitudinal, factor que afecta la reproducción en aspectos como el tiempo de maduración de los huevos y disminución de épocas reproductivas entre otros aspectos fisiológicos. Sin embargo, considero que esto puede estar más relacionado a un fenómeno local debido a las características que determinan la diversidad y distribución de especies, bajo la tolerancia de condiciones ambientales y asociaciones de una región particular, de la misma forma el conocimiento espacial actual de las especies de una forma altitudinal y latitudinal no puede considerarse como real y completo, puesto que faltan aun muchas áreas en Colombia por ser estudiadas y caracterizadas en forma sistemática. Entre las especies que se encuentran en su mayor límite de altitud esta *Eleutherodactylus acatellelus* a (2450 m s.n.m) y *Eleutherodactylus boulengeri* (2430 m s.n.m) de las cuales se registraron 287 y 368 individuos, representando el 14,5 y 18,5% respectivamente, aunque existen registros de *E. acatellelus* por encima de los 2650 m s.n.m (García-Ramírez 2005).

Se amplia el rango de distribución geográfica hacia el sur occidente del Parque Nacional Natural Munchique de *Eleutherodactylus jubatus* (García-R y Lynch 2006), al registrarse individuos de esta especie en el Sector de 20 de Julio. La especie es muy abundante en bosques húmedos, de hábitos estrictamente nocturnos, prefiere perchar entre los 80 cm a los 2 metros de altura sobre el suelo, escogiendo como sustrato hojas y en ocasiones ramas, relativamente frecuente entre los meses de Abril a Septiembre y Febrero a Marzo, lo cual sugiere que su reproducción es continua durante el año, mientras se mantenga una alta humedad ambiental y exista una abundante cobertura de briofitos y bromelias, las cuales proveen un microhábitat y microclima adecuando para su desarrollo y supervivencia (García-R y Lynch 2006).

6.1. Conservación del Área de Estudio.

Una de las mayores posibilidades para la conservación del Choco Biogeográfico se encuentra enmarcada en la propuesta del Corredor del Naya, el cual pretende la conexión de diversos ecosistemas desde el Parque Nacional Natural Farallones de Cali (Valle del Cauca) y el Parque Nacional Natural Munchique, a través del Parque Nacional Natural Munchique y las reservas naturales privadas de Tambito y Mirabilis Swarovski, idea liderada por el profesor Álvaro José Negret Fernández (q.e.p.d), y planeada por varios entes gubernamentales (Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, Parques Nacionales Naturales de Colombia.) y organizaciones privadas (Fundación Proselva, Fundación ProAves y Fundación Micay.) actualmente se ha concluido la primera fase del proyecto desarrollando el corredor de conservación correspondiente al sector Munchique-El Pinche.

El corredor contempla las aéreas de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique, conectando parches de bosque y territorios indígenas y afro-colombianos a través de paisajes agrícolas; ocasionando que la diversidad, abundancia y distribución de los organismos residentes mantengan una relación positiva y disminuir así su eventual descenso. Una predicción de esta relación positiva está en la teoría de la metapoblación conocida como la hipótesis de efecto de rescate, la cual asume que la inmigración descende la probabilidad de que una población local se extinga por la ampliación de su hábitat en forma horizontal o vertical (González *et al.* 1998). La unión de parches aislados mediante corredores es el principio que más influencia tiene en la práctica del diseño de reservas, demostrado que posee mayores beneficios que consecuencias negativas (Hada 1999).

El fenómeno de descenso de los anfibios ha sido reportado en varias partes del mundo y se relaciona principalmente con el cambio climático, puesto que muchos de ellos involucran poblaciones residentes en áreas no perturbadas y protegidas (DAPTF 2001). Factores como el aumento en la temperatura, disminución de la precipitación, descenso en la humedad del aire y suelo. Impactan negativamente la reproducción, comportamiento y alimento de los anuros; causando además un posible efecto de cascada sobre otras especies en el ecosistema (Jennings *et al.* 1992; Stewart y Woolbright 1996; citados por Donnelly y Crump 1998). Sin embargo la perturbación del hábitat por parte de campesinos, la introducción de predadores y competidores no nativos, la polución y la

deseccación de las fuentes de agua para labores agropecuarias como el riego de cultivos y para la implementación de cultivos ilícitos y la instalación de laboratorios para el procesamiento de alucinógenos son algunos de los agentes de perturbación que deben enfrentar los anfibios a nivel nacional y especialmente a nivel local.

En el área de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski no se tiene conocimiento sobre el descenso de las poblaciones de anuros debido a factores climáticos debido sencillamente a que en esta región no se han realizado estudios de monitoreo. Por lo tanto se hace necesario generar propuestas de estudios de monitoreo a largo plazo con metodologías comparables que permitan recopilar la mayor cantidad de datos de los taxones relacionados además de efectuar mediciones de parámetros ambientales con información sobre el microhábitat que determinen la diversidad, abundancia y distribución de las especies de anuros y el estatus de las poblaciones y como fluctúan estas en correlación a las anteriores variables. La continuidad de este tipo de estudios por parte de investigadores y de entidades gubernamentales y privadas sería muy importante para la conservación de la diversidad de anuros y de las aéreas que estos ocupan en la reserva y las zonas de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique.

El Cambio climático o cualquier otro factor hará que los organismos respondan en una de estas tres posibles formas: 1) moviéndose a hábitats más apropiadas y por consiguiente cambiando su distribución geográfica y ecológica, 2) adaptándose rápidamente a las nuevas condiciones para sobrevivir en sus hábitats actuales, ó 3) morir (Miles 1994; citado por Donnelly y Crump 1998). Por lo tanto la formación del corredor Biológico del Naya y la inclusión de la Reserva dentro del mismo contribuye durante este evento a aminorar los efectos perjudiciales a corto plazo (puntos 1 y 3) sobre las especies de anuros de la Reserva Natural Mirabilis Swarovski y las zonas de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique que puedan tener la capacidad de migrar o de responder positivamente en la búsqueda de hábitats apropiados de acuerdo a la velocidad en que se presente la perturbación o mantener algunas condiciones para especies con rangos de tolerancia más amplios, puesto que las posibilidades de movilización y conservación de los recursos estarán garantizados en gran parte.

7. CONCLUSIONES.

La variación en la diversidad, abundancia, estructura y composición de los anuros en el área de estudio esta relacionada con el estado de conservación, el grado de cobertura y heterogeneidad en la estructura vegetal, la cantidad de recursos y la disponibilidad de microhábitats como bromelias, briofitos y hojarasca.

La composición de la comunidad de anuros obtenida en la presente investigación presenta al género *Eleutherodactylus* como el grupo taxonómico dominante en el área de estudio.

Las ranas prefieren áreas con variabilidad de estratos, altas densidades y cobertura vegetal, siendo especialmente importantes la cobertura de briofitos y bromelias, las cuales ofrecen un medio apropiado para la satisfacción de sus requerimientos.

Las diez especies de *Eleutherodactylus* registradas en el presente estudio tienen actividad nocturna, presentan preferencia por las hojas, hojarasca y ramas como sustrato de percha, se encuentran preferiblemente en zonas bajas del bosque de (0-120 cm) y alejadas de los bordes de caminos, senderos y trochas (16-20 m) debido a la perturbación que estos representan.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el índice de equidad las diez especies de ranas del genero *Eleutherodactylus* registradas en el área de estudio presentan una distribución y abundancia muy similares.

Se amplía el rango de distribución geográfica hacia el sur occidente del Parque Nacional natural Munchique de *Eleutherodactylus jubatus* (García-R y Lynch 2006), al registrarse individuos de esta especie en el Sector de 20 de Julio.

Entre los muestreos la equidad no tuvo diferencias significativas debido a que existen variables que no presentaron mayor variación, las cuales están estrechamente relacionadas con la abundancia.

La conservación de la anuro fauna residente en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski depende de la permanencia de sus hábitats, la variedad de micrositos y una alta humedad ambiental; ligado además al apoyo, educación y control del desplazamiento de las comunidades humanas de las

veredas próximas al sector 20 de julio del Parque Nacional Natural Munchique en donde se encuentra ubicada la reserva y a la adecuada utilización de los recursos naturales por parte de las mismas.

8. BIBLIOGRAFÍA.

ARROYO, S.; JEREZ, A.; RAMIREZ-PINILLA, M. P. 2003. Anuros de un bosque de niebla de la Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 25 (1): 153-167.

ACEVEDO., C. 1994. Generalidades y reseña histórica del Parque Nacional Natural Munchique. *Novedades Colombianas*. (Nueva Época). 6: 3-12.

ACOSTA-G., A. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrápoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(3): 289-319.

ALEXANDER, M. A. y J. K. EISCHEID. 2001. Climate variability in regions of amphibians declines. In: *Conservation biology*, 15 (4): 930-942.

BISHOP, C. A., N. A. MAHONY., N. G. STRUGER. J., K. E. PETTIT. 1997. Anuran Development, Density and Diversity in Relation to Agricultural Activity in The Holland River Watershed, Ontario, Canada (1990-1992). *Environmental Monitoring and Assessment* 57: 21-43.

BLAUSTEIN, A. R. y D. B. WAKE. 1995. The Puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*. 272(4): 56-61.

BLAUSTEIN, A. R. y D. B. WAKE. 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in ecology and Evolution* 5:203.

BLAUSTEIN, A. R. y 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): 60-71.

BUSTAMANTE, R. M., S. RON, R. y L. A. COLOMA, R. 2005. Cambios en la Diversidad en Siete Comunidades de Anuros en los Andes de Ecuador. *Biotropica* 37(2):180-189.

BURTON, T. M., y G. E. LIKENS. 1975. Salamander populations and biomass in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Copeia*; p. 541-546.

CAMERO, E. 1999. Estudio Comparativo de la fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de bosque húmedo tropical Colombiano. En: Revista Colombiana de Entomología. 25 (3-4): 131-135.

CASTRO-H. F. 1994. Anfibios y Reptiles del Llano. Cristina Uribe Editores. Bogotá-Colombia

CASTRO-H. F. 1988. Ecología de una comunidad de lagartos anolis del bosque pluvial tropical de la costa Pacifico Colombiano. Cali: Universidad del Valle

COCHRAN, D. L. y C. J. GOIN. 1970. Frogs of Colombia. United States National Museum, Bulletin Smithsonian Institution Pres. 288 (1-XII): 655.

COLOMA, L. y A. QUIGUANGO. 2000. Anfibios del Ecuador: Lista de especies y distribución (Online). <http://www.puce.edu.ec/zoologia/anfecua.htm>

CORTEZ, F. C.; Á. M. SUAREZ-MAYORGA.; F. J. LÓPEZ-LÓPEZ. 2006. Preparación y preservación de material científico. En: ANGULO A., J.V. RUEDA-ALMONACID, J.V. RODRIGUEZ-MAECHA y E. LA MARCA (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. p. 298.

CRUMP, M. L. 1971. Quantitative Analysis of the Ecological Distribution of a Tropical Herpetofauna. En: Occasional Papers of the Museum of Natural History the University of Kansas. 3:1-62.

CRUMP, M. 1994. Climate and Enviroment. En: HEYER, W. Ronald., DONNELLY Maureen. A., MCDIARMID Roy. W., HAYEK Lee-Ann. C., y FOSTER Mercedes. S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. p. 42-46.

CRUMP, M. y N. SCOTT, N. 1994. Visual encounter surveys. En: HEYER, W. Ronald., DONNELLY Maureen. A., MCDIARMID Roy. W., HAYEK Lee-Ann. C., y FOSTER Mercedes.

S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. p. 84-92.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 10 (40):221-268.

DAPTF (Declining Amphibian Population Task Force). 2001. About amphibians declines [online]. http://www.open.ac.uk/daptf/about_decline.htm

DODD, K. C. y B. S. CADE. 1998. Movement patterns and the conservation of amphibians breeding in small, temporary wetlands. In: Conservation biology, 12 (2): 331-339.

DONNELLY, M. y M. CRUMP. 1998. Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. En: Climate Change, 39: 541-561.

DONNELLY, M.; G. CRAIG.; E. JUTERBOCK. y A. ROSS. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Techniques for marking amphibians. Washington, USA: Smithsonian Institution Press.

DUELLMAN, W. E. 1967. Courtship isolating mechanisms in Costa Rican hylid frogs. Herpetologica 23:169-183.

DUELLMAN, W. E. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian- Ecuador. University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications 65:1-352.

DUELLMAN, W. E. y L. TRUEB. 1986. Biology of Amphibians. Mc Graw Hill.

ESTUPIÑAN, R. y U. GALATTI. 1999. La fauna anura en áreas con diferentes grados de intervención antrópica de la Amazonia Oriental Brasileña. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial. 23: 275-286.

GLAW, F. y J. KÖHLER. 1997. Updated list of amphibian species of the World [online]. <http://www.mabnetamericas.org/species/amphibian.html>

GONZALEZ, A.; J. LAWTON.; F. GILBERT.; T. BLACKBURN. y I. EVANS. 1998. Metapopulations dynamics, abundance and distribution in a microecosystem. En: *Science*. Washington: American Association for the Advancement of Science. 281: 2045-2047.

GUTIERREZ-LAMUS, D. L.; V.H. SERRANO.; M. P. RAMIREZ-PINILLA. 2004. Composición y Abundancia de Anuros en dos tipos de bosque (Natural y Cultivado) en la Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 26 (1): 245-264.

HADDAD, N. 1999. Los corredores y la conservación. En: *Ecotono*. USA: Centro para la Biología de la Conservación. Stanford University.

HANSEN, A. y J. ROTELLA. 1999. Abiotic factors. En: HUNTER, M. *Maintaining biodiversity in forest Ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 161-209.

HEATWOLE, H. 1982. A Review of structuring in herpetofaunal assemblages. In: Scott, N.J. (Ed.) *Herpetological Communities*. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service. Washington D.C. p. 239.

HERRERA-M, A.; L. A. OLAYA-M.; F. CASTRO-H. 2004. Incidencia de la Perturbación Antrópica en la Diversidad, La Riqueza y La Distribución de *Eleutherodactylus* (Anura Leptodactylidae) en un Bosque Nublado del Sur Occidente Colombiano. *Caldasia* 26 (1): 265-274.

HERRERA, A. 2000. Aspectos de la estructura de una comunidad de anuros en un bosque intervenido del Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali. Trabajo de grado de (Bióloga). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Programa de Biología.

HEYER, W. R.; M. A. DONNELLY.; R. W. MCDIARMID.; L. A. C. HAYEK. y M. S. FOSTER. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

HEYER, W. y K. A. BERVEN. 1973. Species Diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. *Ecology* 54 (3):642-645.

HOLDRIDGE, L.R., 1987. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.

HOLDRIDGE, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de ciencias agrícolas. p. 216.

INGER, R. Microhabitat Description. En: HEYER, W. Ronald., DONNELLY Maureen. A., MCDIARMID Roy. W., HAYEK Lee-Ann. C., y FOSTER Mercedes. S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

JAEGER, R. y R. INGER. Quadrant Sampling. 1994. En: HEYER, W. Ronald., DONNELLY Maureen. A., MCDIARMID Roy. W., HAYEK Lee-Ann. C., y FOSTER Mercedes. S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. p. 97-103

JARVIS, A.; C. GONZALEZ.; S. DIAZ.; T. ARIAS.; M. SALAZAR.; M. RAMOS. y J. GARCIA. 2000. Exploring innovate technique in measuring and monitoring biological diversity in the tropical montane rain forest of Cauca, Colombia. Final Expedition Report. London: King's College.

JHONSON, P. T.J.;K. B. LUNDE.; M. E. THURMAN.; E. G. RITCHIE.; S. N. WRAY.; J. M. SUTHERLAND.; J. M. KAPFER.; T. J. FREST.; J. BOWERMAN. y A. R. BLAUSTEIN. 2002. Parasite (Ribeiroja ondatrae) infection linked to amphibians malformations in the western united states. In: Ecological monographs, 72 (2):151-168.

KARR, J. y R. ROTH. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. En: American Nature. 105: 423-435.

KATTAN, G. 1993. The effects of forest fragmentation on frogs and birds in the Andes of Colombia: implications for watershed management. En: J.K. Doyle & J. Schelhas (eds). Smithsonian Migratory Bird Center, Washington, D.C.

KATTAN, G. 1996. Transformación de paisajes y fragmentación de hábitats. En: Informe sobre el estado de la Biodiversidad Tomo II. Causas de la Pérdida de biodiversidad.

LIPS, K. R., P. A. BURROWES.; J. R. MENDELSON III. y G. PARRA-OLEA. 2005. Amphibian declines in Latin America: Widespread population declines, extinctions, and impacts. *Biotropica* 37: 163-165.

LIPS, K. R.; J. K. REASER.; B. E. YOUNG.; y R. IBÁÑEZ. 2001. Amphibian Monitoring in Latin América: A protocol Manual. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.

LIPS. K. R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. In: Conservation biology, Vol 12 (1): 106-117.

LÓPEZ-L, F. J. 2005a. Métodos de Preparación de Material Científico En: Segundo Curso Internacional Iniciativa Atelopus, Rancho Grande Venezuela.

LÓPEZ-L, F. J. 2005b. Métodos para la caracterización de la Herpetofauna en la Serranía de las Minas. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo-PNUD Col/01/G31 Proyecto de Conservación del Macizo Colombiano-Biomacizo. Informe no publicado.

LÓPEZ-L, F. J. 2005c. Anfíbios y Reptiles de la Serranía de las Minas. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo-PNUD Col/01/G31 Proyecto de Conservación del Macizo Colombiano-Biomacizo. Informe no publicado.

LUDWING, J. y J. REYNOLDS. 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. USA: John Wiley and Sons Inc.

LYNCH, J. D. y A. M. SUAREZ-M. 2002. Análisis Biogeográfico de los Anfíbios Paramunos. *Caldasia* 24(2): 471-480.

LYNCH, J. D. y A. M. SUAREZ-M. 2002. Reflexiones Sobre el Análisis Biogeográfico de los Anfibios Paramunos. Congreso Mundial de Paramos, memorias Tomo I. p. 241-242.

LYNCH, J. D. 1999. Lista anotada y clave par alas ranas del (género *Eleutherodactylus*) Chocoanas del Valle del Cauca, y apuntes sobre las especies de la cordillera occidental adyacent. En: Caldasia. 21 (2): 184-202.

LYNCH, J. D., y T. GRANT. 1999. Dying frogs in western Colombia: Catastrophe or trivial observation? (Ranas Muertas o moribundas en el Occidente de Colombia: ¿catástrofe u observación trivial?). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 22(82):149-152.

LYNCH, J. D. 1998. New species of *Eleutherodactylus* from the cordillera occidental of western Colombia with a synopsis of the distribution of species in western Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 22 (82): 117-148.

LYNCH, J. D.; P. RUIZ-C y M. C. ARDILA-R. 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. Revista de la academia de ciencias exactas, físicas y naturales. 21 (80): 237-248.

LYNCH, J. D. y W. E. DUELLMAN.1996. *Eleutherodactylus* in western Ecuador. University of Kansas: Natural History Museum. Special Publication, N° 23.

LYNCH, J. D. 1986. Origins of the high Andean herpetological fauna. En: VUILLEUMIER, F. y MONASTERIO, M. High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press. p. 478-499.

LYNCH, J. D. y P. RUIZ- C. 1983. New Frogs of the genus *Eleutherodactylus* from the Andes of Southern Colombia. En: Transactions of the Kansas Academy of Sience. 86 (4): 99-112.

LYNCH, J. D. y P. RUIZ- C. 1982. Dos Nuevas Especies de *Hyla* (Amphibia: Anura) de Colombia, con aportes al conocimiento de *Hyla bogotensis*. En: Caldasia. 13 (64): 647-671.

LYNCH, J. D. y P. RUIZ- C. 1981. A new species of toad (Anura: Bufonidae) from the cordillera occidental in southern Colombia. En: Lozania. 33: 1-7.

- LYNCH, J. D. 1977. A new species of *Eleutherodactylus* from the cordillera occidental of Colombia (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). En: *Ocasional Paper of the Museum of Zoology*. 678: 1-6.
- MACARTHUR, R. y J. MACARTHUR. 1961. On bird species diversity. En: *Ecology*. 42: 594-598.
- MARGALEF, R. 1995. *Ecología*. Barcelona, España: Ediciones Omega
- MARGALEF, R. 2002. *Teoría de los Sistemas Ecológicos*. Alf Omega Grupo Editores, S.A. de C.V. Pitágoras 1139, Col del Valle, 03100, México D.F.
- MARTIS, M. 1998. The frogs of the Ilha de Maracá. En: MILLIKEN, William y RATTER, James. *Maracá, The biodiversity and envirometal of an Amazonian rain forest*. England: John Wiley and Sons. p. 285-306.
- MEDINA, M. 1997. *Estructura de la comunidad de arañas tejedoras asociadas a tres tipos de hábitat en la sede campestre de la Fundación Universitaria de Popayán, Cauca*. Popayán: Trabajo de Grado (Ecología). Fundación Universitaria de Popayán, Facultad de Ciencias Naturales. Programa de Ecología.
- MORENO, C. 2001. *Manual de Métodos para medir la biodiversidad*. 1 ed. México: Universidad Veracruzana.
- MUESES-CISNEROS, J. J. 2005. Fauna Anfibia del Valle de Sibundoy, Putumayo-Colombia. *Caldasia* 27 (2):229-242.
- NAVAS, C. A. 1999. Biodiversidad de Anfibios y Reptiles en el Páramo: una visión eco-fisiológica. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (Suplemento especial)* 23: 465-474.
- NEGRET, A. J. 1991. Reportes Recientes en el Parque Nacional Natural Munchique de Aves Consideradas Raras o Amenazadas de Extinción. *Novedades Colombianas Nueva Época* 3: 39-46.

ODUM, E. P. 1977. Ecología: Estructura y función de la naturaleza. Los modelos principios de flujos de energía y ciclos biogeoquímicos. Compañía editorial continental. México. p. 60-62

ODUM, E. P. y F. O. SARMIENTO. 1997. Ecología: El Puente entre Ciencia y Sociedad. Mc Graw-Hill. México.

OSORNO-MUÑOZ, M. 1999. Evaluación del 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. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial. 23: 347-356.

OSTLE, B. 1973. Estadística aplicada. Editorial limusa-wiley. S.A. México.

OVASKA, K; T. M. DAVIS. y F. NOVALES. 1997. Hatching success and larval survival of the frogs *Hyla regilla* and *Rana aurora* under ambient and artificially enhanced solar ultraviolet radiation. In: Revue Canadien de Zoologie. 75 (7): 1081-1088.

PARMELEE, J. 1999. Trophic ecology of a tropical anuran assemblage En: Scientific papers. Natural History Museum. The University of Kansas. 11: 1-59

PIANKA, E.R. 1974. Niche overlap and diffuse competition. Proceedings of the National Academy of Science U.S.A. 71:2141-2145.

PIANKA, E.R. 1975. Niche relations of desert lizards. En: Ecology and Evolution of Communities. Cody, M. y Diamond J. Cambridge: Harvard University Press. p. 292-314.

PINTO-S, N. R.; A. JEREZ.; M. P. RAMIREZ-P. 2002. Áreas de Endemismo definidas Por Anfibios en los Paramos de Colombia. Congreso Mundial de Paramos, Memorias, Tomo I, p 311-320.

PAEZ, P. V.; B. C BOCK.; J. J ESTRADA.; A. M. ORTEGA.; J.M. DAZA.; P. D. GUTIERREZ, C. 2002. Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia. Conciencias, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

POUNDS, J. A., y M. L. CRUMP. 1994. Amphibians declines and climate disturbance: the case of golden frog toad the harlequin frog. *Conservation Biology* 8:72-85

POUGH, H. F.; R. M. ANDREWS.; J. E. CADLE.; M. L. CRUMP.; A. H. SAVITZKY.; K. D. WELLS. 1998. Herpetology. Cap 15. Prentice hall. New Jersey.

RANGEL, O. y A. VELÁSQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En Colombia Diversidad Biótica II: Tipos de vegetación en Colombia. Rangel, O.; Lowy, P. y Aguilar, M. Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial Guadalupe Ltda., p. 59-87.

RANGEL, O. y G. LOZANO. Un perfil de vegetación entre la Plata (Huila) y el volcán Puracé. En: *Caldasia*. 14 (68-70): 503-547.

REAGAN, D. 1992. Cogenetic species distribution and abundance in a three dimension habitat: the rain forest Anolis of Puerto Rico. *Copeia*. 2: 392-403.

RENJIFO, R. J. M. 1997. Ranas y Sapos de Colombia. Editorial Colina Medellín. Colombia.

RENJIFO, R. J. M. y M. LUNDBERG. 1999. Guía de Campo Reptiles y Anfibios de Urrá. Editorial Colina. Medellín. Colombia.

RENJIFO, R. J. M. y J. D. LYNCH. 2001. Guía de Anfibios y Reptiles de Bogotá y Sus Alrededores. Alcaldía Mayor de Santa fe de Bogotá D.C. Departamento Administrativo del Medio Ambiente.

RINCON-FRANCO, F. Y F. CASTRO-H. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. En *Caldasia*. 20 (2): 139-202.

ROUGHGARDEN, J. y J. DIAMOND. 1986. Overview: The role of species interaction in community ecology, p. 333-343. In: DIAMOND, J. y CASE, T.J. (Eds). Community Ecology. Harper and Row Publishers Inc.

RUEDA-ALMONACID, J. V., J. D. LYNCH y A. AMESQUITA (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente Bogotá, Colombia.

RUEDA-A, J. V. 1999. Situación actual y problemática generada por la introducción de la “rana toro a Colombia”. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (Suplemento especial): 23: 367-393.

RUEDA-A, J. V. 1999. Anfibios y reptiles Amenazados de Extinción en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (Suplemento especial): 23: 475-498.

RUIZ, P. y M. C. ARDILA. 1994. Fauna Amphibia del Departamento del Cauca. En: Novedades Colombianas. 6: 46-68.

RUIZ, P., ARDILA, M. y J. D. LYNCH. 1996. Lista Actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 20 (77): 365-415.

SCHOENER, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. Science. 185: 27-39.

SCHOENER, T.W. 1983. Field experiments on interspecific competition. American Naturalist. 122: 240-285.

SHMIDA, A. y M. WILSON. 1985. Biological determinants of species diversity. En: Journal of Biogeography. 12: 1-20.

SMITH, L. R. y T. M. SMITH. 2001. Ecología 4a edición. Pearson Educación, S.A. Madrid.

SOBREVILA, C. y P. BATH. 1992. Evaluación Ecológica Rápida. Programa de ciencias para América Latina. The Nature Conservancy. Arlington.

STEBBINS, R. C. y N. W. COHEN. 1995. A natural history of amphibians. Cap 20. Princenton University press. New jersey. p. 238-251.

SUÁREZ-MAYORGA, A. 1999. Lista preliminar de la fauna anfibia presente en el transecto La Montañita-Alto de Gabinete, Caquetá, Colombia. Revista Academia Colombiana de Ciencias. 23: 395-405.

SUAREZ-B, H. A.; M. P. RAMIREZ-P. 2004. Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimental y Demostrativa el Rasgón (Santander Colombia). Caldasia 26(2): 395-416.

SUTTON, D. 2003. Fundamentos de Ecología. Editorial Limusa S.A. Mexico D.F.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1998. Plan de Manejo. Componente descriptivo del PNN Munchique. Popayán.

URBINA-C, J. N.; J. PEREZ-T. 2002. Dinamica y Preferencia de Microhábitat en dos especies del Genero Eleutherodactylus (Anura: Leptodactylidae) de Bosque Andino. Congreso Mundial de Paramos, Memorias, Tomo I. p. 278-288.

URBINA-C, J. N. y M. C. LONDOÑO-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):105-113.

VALENCIA, R. M. 2004. Caracterización y Modelación del Mesohábitat de una Comunidad de Anfibios Anura en un Humedad de la Meseta de Popayán. Trabajo de grado (Bióloga). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación. Programa de Biología.

VARGAS-S, F. y M. BOLAÑOS-L. 1999. Estructura y composición de una comunidad de anfibios y reptiles en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el bajo Anchicayá, Pacífico Colombiano. Informe final. Cali: Herencia Verde.

VARGAS-S, F. y F. CASTRO-H. 1999. Distribución y Preferencias de Microhábitat en Anuros (Amphibia) en Bosque Maduro y Áreas Perturbadas en Anchicayá, Pacífico Colombiano. *Caldasia* 21(1): 95-109.

VARGAS-S, F. y M. BOLAÑOS-L. 1999. Anfibios y reptiles presentes en hábitats perturbados de la selva lluviosa tropical en el bajo Anchicayá, Pacífico Colombiano. En: *Revista Colombiana de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial*. 23: 499-508.

VARGAS-S, Fernando. 1997. Distribución y preferencias de Microhábitat en anuro (Clase: Amphibia) en zonas con diferente grado de intervención humana en la localidad de anchicayá. Trabajo de Grado (Biólogo). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.

VELOSA, R. 1995. Relación aves-hábitat en la región paramuna y altoandina del Parque Nacional Natural Puracé, Cauca. Popayán: Fundación Universitaria de Popayán.

YOUNG, B. E.; K. R. LIPS.; J. K. REASER.; R. IBAÑEZ.; A. W. SALAS.; R. J. CEDEÑO.; L. A. COLOMA-R.; S. RON.; E. LAMARCA.; J. R. MEYER.; A. MUÑOZ.; F. BOLAÑOS.; G. CHAVES. y D. ROMO. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. In: *Conservation biology*, 15 (5): 1213-1223

YOUNG, B. E; S.N STUART.; S. J. CHANSON.; N. A. COX.; M. T. BOUCHER. 2004. Joyas que Están Desapareciendo: El Estado Actual de los Anfibios del Nuevo Mundo. Nature Serve, Arlington Virginia.

WHITTAKER, R. 1972. Evolution and measurement of species diversity. En: *Taxon*. 21: 213-251.

ZAR, J. 1984. *Biostatistical analysis*. USA: Prentice Hall Inc.

ZUG, G. R. 1993. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic Press, San Diego.

ANEXOS

Anexo 2: Registro fotográfico de las especies de anfibios encontrados en la Reserva Natural Mirabilis Swarovski.



Eleutherodactylus acatellelus



Eleutherodactylus acatellelus



Eleutherodactylus boulengeri



Eleutherodactylus boulengeri



Eleutherodactylus brevifrons



Eleutherodactylus brevifrons



Eleutherodactylus juanchoi



Eleutherodactylus juanchoi



Eleutherodactylus jubatus



Eleutherodactylus jubatus



Eleutherodactylus ocelatus



Eleutherodactylus ocelatus



Eleutherodactylus palmieri



Eleutherodactylus palmieri



Eleutherodactylus parvulus



Eleutherodactylus parvulus



Eleutherodactylus permictus



Eleutherodactylus permictus



Eleutherodactylus tectopternus



Eleutherodactylus tectopternus

Anexo 3: Datos de abundancias totales por meses de muestreo.

Especie	Noviembre							Total Mes
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
<i>Eleutherodactylus acatellelus</i>	4	12	11	2	8	9	3	49
<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>	11	17	27	8	17	15	3	98
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	0	3	6	2	4	3	9	27
<i>Eleutherodactylus. juanchoi</i>	0	3	3	8	0	2	5	21
<i>Eleutherodactylus jubatus</i>	0	7	2	4	4	7	2	26
<i>Eleutherodactylus ocelatus</i>	0	0	0	12	0	0	13	25
<i>Eleutherodactylus palmieri</i>	18	7	6	5	10	5	4	55
<i>Eleutherodactylus. parvulus</i>	0	0	0	5	0	0	10	15
<i>Eleutherodactylus permictus</i>	1	0	0	11	0	0	12	24
<i>Eleutherodactylus tectopternus</i>	0	5	5	3	0	5	6	24

Especie	Diciembre							Total Mes
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
<i>Eleutherodactylus acatellelus</i>	9	12	18	2	8	9	3	61
<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>	12	17	17	3	8	9	3	69
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	0	3	7	1	4	3	9	27
<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>	1	2	7	9	1	6	5	31
<i>Eleutherodactylus jubatus</i>	0	7	4	6	7	7	2	33
<i>Eleutherodactylus ocelatus</i>	0	0	0	10	4	4	13	31
<i>Eleutherodactylus palmieri</i>	20	7	5	3	6	5	28	74
<i>Eleutherodactylus parvulus</i>	0	0	0	11	4	0	10	25
<i>Eleutherodactylus permictus</i>	1	0	0	13	4	1	12	31
<i>Eleutherodactylus tectopternus</i>	0	5	3	4	0	7	6	25

Especie	Enero							Total Mes
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
<i>Eleutherodactylus acatellelus</i>	7	14	18	2	8	9	7	65
<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>	18	12	16	7	17	15	0	85
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	3	3	1	2	4	3	9	25
<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>	0	2	1	8	0	2	5	18
<i>Eleutherodactylus jubatus</i>	0	7	3	5	4	7	2	28
<i>Eleutherodactylus ocelatus</i>	0	0	0	12	0	0	16	28
<i>Eleutherodactylus palmieri</i>	20	10	15	5	12	5	1	68
<i>Eleutherodactylus parvulus</i>	0	0	0	7	0	0	9	16
<i>Eleutherodactylus permictus</i>	0	0	0	11	0	0	13	24
<i>Eleutherodactylus tectopternus</i>	0	5	7	3	0	5	6	26

Especie	Febrero							Total Mes
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
<i>Eleutherodactylus acatellelus</i>	7	14	8	2	8	7	8	54
<i>Eleutherodactylus boulengueri</i>	16	12	16	4	9	6	0	63
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	6	4	1	2	5	6	8	32
<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>	0	3	3	6	8	3	3	26
<i>Eleutherodactylus jubatus</i>	0	10	5	7	7	7	3	39
<i>Eleutherodactylus ocelatus</i>	0	2	10	11	2	5	13	43
<i>Eleutherodactylus palmieri</i>	19	8	13	5	8	6	0	59
<i>Eleutherodactylus parvulus</i>	0	0	0	11	0	0	13	24
<i>Eleutherodactylus permictus</i>	0	0	0	12	0	0	13	25
<i>Eleutherodactylus tectopternus</i>	0	0	5	3	1	6	6	21

Especie	Marzo							Total Mes
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
<i>Eleutherodactylus acatellelus</i>	7	12	9	5	8	7	10	58
<i>Eleutherodactylus boulengueri</i>	16	9	8	6	7	7	0	53
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	17	7	2	4	5	5	12	52
<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>	0	5	3	7	7	3	6	31
<i>Eleutherodactylus jubatus</i>	0	12	5	6	6	8	6	43
<i>Eleutherodactylus ocelatus</i>	0	6	13	9	3	7	10	48
<i>Eleutherodactylus palmieri</i>	20	10	13	6	5	3	0	57
<i>Eleutherodactylus parvulus</i>	0	0	1	17	2	5	12	37
<i>Eleutherodactylus permictus</i>	0	1	2	16	4	3	14	40
<i>Eleutherodactylus tectopternus</i>	0	0	8	1	4	5	7	25

Anexo 4: Parámetros vegetales tomados para definir la estructura de la vegetación.

Paramtros Vegetación	de	Oso Hormiguero	Camino a Mechengue	Camino a Tambito	Bosque de Niebla	Peña del Perro	Poporras	Cintura de Torres
Cob. Est. Ai (%)		12,56	12,3	12,58	12,67	12,36	11,5	10,57
Cob. Est. Ar (%)		57,18	36,29	38,26	36,15	36,19	12,22	10,55
Cob. Est. ar (%)		23,46	23,42	23,18	26,79	21,22	11,68	12,18
Cob. Est. h (%)		22,2	22,25	23	28,8	24,16	27,46	27,8
Cob. Est. r (%)		16,5	14,7	20,18	21,25	22,13	23,23	22,2
Alt. Prom. Ai (m)		13,9	13,37	14,5	14,8	12,25	12,5	12,3
Alt. Prom. Ar (m)		6,8	7,3	8,29	6,4	6,7	5,92	5,29
Alt. Prom. ar (m)		2,46	2,48	2,23	2,58	2,74	2,65	2,44
Cob. Brio. en Ai (%)		80	55	76	83	64	68	54
Cob. Brio. en Ar (%)		81,17	25,18	78,65	85,42	65,03	68,15	64,16
Cob. Brio. en ar (%)		42,41	16,53	30,23	42,96	20,5	30,1	28,73
Cob. Brom. en Ai (%)		33,75	10,98	21,85	23,57	18,59	8,05	10,05
Cob. Brom. en Ar (%)		14,68	7,74	5,58	12,89	2,75	1,66	1,03
Cob. Brom. en ar (%)		1,45	0,12	0,19	0,87	0,22	0,39	0,76
Densidad Ai (ind/m2)		0,0158	0,0148	0,0142	0,0128	0,0137	0,0122	0,0118
Densidad Ar (ind/m2)		0,1978	0,1776	0,1187	0,1889	0,0357	0,1136	0,0208
Densidad ar (ind/m2)		0,5567	0,4515	0,3948	0,3291	0,3176	0,3328	0,2865

Anexo 5: Matriz de Correlación de las variables para el análisis de componentes principales.

Variables	Especie	Precipit	H. Rel (%)	T. Aire (°C)	T. Suelo (°C)	D. Vertical	D. Horizontal	Actividad	Sustrato	Cob est arboreo Ai (%)	Cob est arboreo Ar (%)	Cob est arboreo ar (%)
Especie	1	-0,059127942	-0,102884225	0,028738692	0,061497969	-0,151579957	-0,035686979	-0,131783594	0,002707302	0,015434674	-0,05067119	-0,023665064
Precipitación	0,059127942	1	0,907414901	-0,14618762	-0,208101128	0,026239099	0,02205709	0,016639792	-0,01092966	-0,006612392	3,86791E-06	-0,003081425
Humedad Relativa (%)	0,102884225	0,907414901	1	-0,109289131	-0,273606186	0,035863537	-0,026612318	0,022612677	-0,012526855	-0,00505369	-0,000126353	-0,001980894
Temperatura del Aire (°C)	0,028738692	-0,14618762	-0,109289131	1	0,740653005	-0,464126728	-0,104754682	-0,478962105	0,386290445	-0,000209617	0,004992522	0,001198038
Temperatura del Suelo (°C)	0,061497969	-0,208101128	-0,273606186	0,740653005	1	-0,475697625	-0,07940336	-0,474296687	0,380910866	-0,005071846	0,006928343	0,000382253
Distancia Vertical	0,151579957	0,026239099	0,035863537	-0,464126728	-0,475697625	1	0,077121601	0,952488672	-0,78899665	0,003201636	3,90182E-05	0,009105986
Distancia Horizontal	0,035686979	0,02205709	-0,026612318	-0,104754682	-0,07940336	0,077121601	1	0,078680967	-0,064440145	0,027879245	-0,0104211	0,006996803
Actividad	0,131783594	0,016639792	0,022612677	-0,478962105	-0,474296687	0,952488672	0,078680967	1	-0,835515501	0,004310138	-0,00216763	0,002470086
Sustrato	0,002707302	-0,01092966	-0,012526855	0,386290445	0,380910866	-0,78899665	-0,064440145	-0,835515501	1	-0,005302926	0,010174755	0,004453838
Cobertura estrato arboreo Ai (%)	0,015434674	-0,006612392	-0,00505369	-0,000209617	-0,005071846	0,003201636	0,027879245	0,004310138	-0,005302926	1	-0,206866604	0,602153101
Cobertura estrato arboreo Ar (%)	-0,05067119	3,86791E-06	-0,000126353	0,004992522	0,006928343	3,90182E-05	-0,0104211	-0,00216763	0,010174755	-0,206866604	1	0,518873685
Cobertura estrato arboreo ar (%)	0,023665064	-0,003081425	-0,001980894	0,001198038	0,000382253	0,009105986	0,006996803	0,002470086	0,004453838	0,602153101	0,518873685	1
Cobertura estrato h (%)	0,050072687	-0,003039521	-0,002492841	-0,002794937	-0,006671759	-0,003429166	0,0217006	0,002692402	-0,010695131	0,399790639	-0,897320746	-0,451094043
Cobertura estrato r (%)	0,04878673	-0,001016023	-0,001019846	-0,002594646	-0,005247141	-0,004244813	0,016687869	0,001670391	-0,006923995	0,057288701	-0,842685126	-0,683815584
Altura Promedio Ai (m)	0,015434674	-0,006612392	-0,00505369	-0,000209617	-0,005071846	0,003201636	0,027879245	0,004310138	-0,005302926	1	-0,206866604	0,602153101
Altura Promedio Ar (m)	0,045485691	-0,000101365	-0,000170876	0,005580347	0,006119294	-0,004607042	-0,007720635	-0,004651702	0,007242983	-0,170284903	0,866014551	0,3997499
Altura Promedio ar (m)	0,04416391	-0,000172153	-0,000194465	0,000637589	-0,004997599	-0,003436792	0,036522854	-0,002297745	0,010209283	0,060427449	-0,471382264	-0,343966667
Cobertura Briofitos en Ai (%)	0,006366126	-0,005903791	-0,004428647	-0,000335536	-0,003926817	0,00721567	0,023952079	0,005259491	-0,001370386	0,937356165	-0,009348362	0,772282718
Cobertura Briofitos en Ar (%)	0,009210165	-0,006040929	-0,004557696	-0,000415219	-0,004264691	0,006781138	0,025378884	0,005301882	-0,001763201	0,949497289	-0,05798337	0,734967311
Cobertura Briofitos en ar (%)	0,015935813	-0,006168628	-0,00465151	-0,000775529	-0,004967185	0,006071066	0,027072035	0,005373169	-0,003319137	0,959090292	-0,1788701	0,641749451
Cobertura Bromelias en Ai (%)	0,024467218	-0,004732399	-0,003560748	0,00303047	0,001749542	0,005092174	0,01058491	0,00275224	0,00336487	0,537712317	0,605518866	0,848779587
Cobertura Bromelias en Ar (%)	0,031600739	-0,002278683	-0,001459771	0,002024323	0,001870157	0,00852313	0,004025577	0,00171511	0,007762802	0,439596981	0,680973521	0,975100618
Cobertura Bromelias en ar (%)	0,006170579	-0,00223523	-0,001399709	-0,002330905	-0,001031042	0,012696355	-0,000201101	0,006447904	-0,00078124	0,467520859	0,135528187	0,655751108
Densidad Ai (ind/m2)	0,049927762	0,002534843	0,002164201	0,002895132	0,006445203	0,003837606	-0,020080168	-0,002540061	0,010143061	-0,32024397	0,906013945	0,526108196
Densidad Ar (ind/m2)	-0,0291407	-0,002059388	-0,001386428	0,000310748	0,000895933	0,011140151	0,001471054	0,00375155	0,006829905	0,492407493	0,561763152	0,971257455
Densidad ar (ind/m2)	0,051945584	0,003213983	0,002483975	0,001206265	0,006092924	0,006225212	-0,025860329	-0,000493778	0,010027886	-0,34387262	0,837334654	0,489482676
Dimensión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Autovalores	8,321046843	6,593601509	3,490939473	1,966466714	1,041666831	1,02027159	0,962518542	0,889950538	0,652114019	0,415269894	0,264907786	0,214330143

Continuación Anexo 5.

Variables	Cobe est h (%)	Cob est r (%)	Alt Prom Ai (m)	Alt Prom Ar (m)	Alt Prom ar (m)	Cob Briio Ai (%)	Cob Briio Ar (%)	Cob Briio ar (%)	Cob Brom Ai (%)	Cob Brom Ar (%)	Cob Brom ar (%)	Dens Ai (ind/m2)	Dens Ar (ind/m2)	Dens ar (ind/m2)
Especie	0,050072687	0,04878673	0,015434674	0,045485691	0,04416391	0,006366126	0,009210165	0,015935813	0,024467218	0,031600739	0,006170579	0,049927762	-0,0291407	-0,051945584
Precipitacion	0,003039521	0,001016023	0,006612392	0,000101365	0,000172153	0,005903791	0,006040929	0,006168628	0,004732399	0,002278683	-0,00223523	0,002534843	0,002059388	0,003213983
Humedad Relativa (%)	0,002492841	0,001019846	-0,00505369	0,000170876	0,000194465	0,004428647	0,004557696	-0,00465151	0,003560748	0,001459771	0,001399709	0,002164201	0,001386428	0,002483975
Temperatura del Aire (°C)	0,002794937	0,002594646	0,000209617	0,005580347	0,000637589	0,000335536	0,000415219	0,000775529	0,003030347	0,002024323	0,002330905	0,002895132	0,000310748	0,001206265
Temperatura del Suelo (°C)	0,006671759	0,005247141	0,005071846	0,006119294	0,004997599	0,003926817	0,004264691	0,004967185	0,001749542	0,001870157	0,001031042	0,006445203	0,000895933	0,006092924
Distancia Vertical	0,003429166	0,004244813	0,003201636	0,004607042	0,003436792	0,00721567	0,006781138	0,006071066	0,005092174	0,00852313	0,012696355	0,003837606	0,011140151	0,006225212
Distancia Horizontal	0,0217006	0,016687869	0,027879245	0,007720635	0,036522854	0,023952079	0,025378884	0,027072035	0,01058491	0,004025577	0,000201101	0,020080168	0,001471054	-0,025860329
Actividad	0,002692402	0,001670391	0,004310138	0,004651702	0,002297745	0,005259491	0,005301882	0,005373169	0,00275224	0,00171511	0,006447904	0,002540061	0,00375155	-0,000493778
Sustrato	0,010695131	0,006923995	0,005302926	0,007242983	0,010209283	0,001370386	0,001763201	0,003319137	0,00336487	0,007762802	-0,00078124	0,010143061	0,006829905	0,010027886
Cobertura estrato arboreo Ai (%)	0,399790639	0,057288701	1	0,170284903	0,060427449	0,937356165	0,949497289	0,959090292	0,537712317	0,439596981	0,467520859	-0,32024397	0,492407493	-0,34387262
Cobertura estrato arboreo Ar (%)	0,897320746	0,842685126	0,206866604	0,866014551	0,471382264	0,009348362	-0,05798337	-0,1788701	0,605518866	0,680973521	0,135528187	0,906013945	0,561763152	0,837334654
Cobertura estrato arboreo ar (%)	0,451094043	0,683815584	0,602153101	0,3997499	0,343966667	0,772282718	0,734967311	0,641749451	0,848779587	0,975100618	0,655751108	0,526108196	0,971257455	0,489482676
Cobertura estrato h (%)	1	0,921867069	0,399790639	0,828854858	0,491699545	0,201546875	0,256429572	0,382739067	0,340941608	0,612171368	0,034217664	0,995675444	-0,52518146	-0,971381238
Cobertura estrato r (%)	0,921867069	1	0,057288701	0,859013426	0,580180232	0,089013846	-0,03453223	0,095942863	0,483263655	0,779818048	0,124890415	0,948265511	0,707016653	-0,916426355
Altura Promedio Ai (m)	0,399790639	0,057288701	1	0,170284903	0,060427449	0,937356165	0,949497289	0,959090292	0,537712317	0,439596981	0,467520859	-0,32024397	0,492407493	-0,34387262
Altura Promedio Ar (m)	0,828854858	0,859013426	0,170284903	1	0,402797671	0,130874192	-0,17134725	0,283546836	0,336406227	0,52893205	0,264514329	0,837699497	0,380419005	0,742886463
Altura Promedio ar (m)	0,491699545	0,580180232	0,060427449	0,402797671	1	0,024983261	0,012887547	0,075343757	0,349973984	0,360152764	-0,30239354	0,512731256	-0,37066596	-0,556722947
Cobertura Briofitos en Ai (%)	0,201546875	0,089013846	0,937356165	0,130874192	0,024983261	1	0,998284217	0,981849164	0,740929055	0,647945112	0,716172005	0,120309706	0,707787982	-0,132856223
Cobertura Briofitos en Ar (%)	0,256429572	-0,03453223	0,949497289	-0,17134725	0,012887547	0,998284217	1	0,990782436	0,711333799	0,604122484	0,696945167	0,176258669	0,666824973	-0,188205364
Cobertura Briofitos en ar (%)	0,382739067	0,095942863	0,959090292	0,283546836	0,075343757	0,981849164	0,990782436	1	0,638273081	0,494055915	0,672148203	0,304985907	0,564516301	-0,315999673
Cobertura Bromelias en Ai (%)	0,340941608	0,483263655	0,537712317	0,336406227	0,349973984	0,740929055	0,711333799	0,638273081	1	0,858045239	0,740452555	0,407145288	0,821819949	0,337933652
Cobertura Bromelias en Ar (%)	0,612171368	0,779818048	0,439596981	0,52893205	0,360152764	0,647945112	0,604122484	0,494055915	0,858045239	1	0,603167766	0,67504101	0,97399125	0,634934501
Cobertura Bromelias en ar (%)	0,034217664	0,124890415	0,467520859	0,264514329	-0,30239354	0,716172005	0,696945167	0,672148203	0,740452555	0,603167766	1	0,087508045	0,694522979	0,129534822
Densidad Ai (ind/m2)	0,995675444	0,948265511	-0,32024397	0,837699497	0,512731256	0,120309706	0,176258669	0,304985907	0,407145288	0,67504101	0,087508045	1	0,586973285	0,96707612
Densidad Ar (ind/m2)	-0,52518146	0,707016653	0,492407493	0,380419005	-0,37066596	0,707787982	0,666824973	0,564516301	0,821819949	0,97399125	0,694522979	0,586973285	1	0,599230034
Densidad ar (ind/m2)	0,971381238	0,916426355	-0,34387262	0,742886463	0,556722947	0,132856223	0,188205364	0,315999673	0,337933652	0,634934501	0,129534822	0,96707612	0,599230034	1
Dimensión	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Autovalores	0,075564216	0,048527396	0,042824504	5,11875E-14	2,38112E-14	1,6739E-14	1,02259E-14	1,305E-15	-1,36149E-15	-1,06983E-14	-1,53855E-14	-3,09198E-14	-3,2635E-14	-3,63799E-14

