

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA RIQUEZA DE HERPETOFAUNA EN
UN TRANSECTO DE BOSQUE DE NIEBLA (CHICORAL – KM 18 –
BOSQUE DE SAN ANTONIO) EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL
CAUCA, SUROCCIDENTE COLOMBIANO**

MARIA ISABEL HERRERA MONTES

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
POPAYÁN
2007**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA RIQUEZA DE HERPETOFAUNA EN UN
TRANSECTO DE BOSQUE DE NIEBLA (CHICORAL – KM 18 – BOSQUE DE
SAN ANTONIO) EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA,
SUROCCIDENTE COLOMBIANO**

MARIA ISABEL HERRERA MONTES

**Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título
de Biólogo.**

Director

FERNANDO CASTRO HERRERA

Biólogo, Ph. D.

Asesora

MARIA DEL PILAR RIVAS

Biólogo, MSc.

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
POPAYÁN
2007**

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
2. MARCO TEORICO	7
3. OBJETIVOS	14
3.1 General	14
3.2 Específicos	14
4. AREA DE ESTUDIO	15
4.1 Bosque de San Antonio y San Pablo	18
4.2 Km 18 – Chicoral	21
4.3 Caracterización climática.....	24
5. METODOLOGIA	25
5.1 Recopilación de información herpetológica	25
5.1.1 Compilación de la lista de especies	25
5.1.2 Muestreo cuantitativo a corto plazo limitado por el tiempo	26
5.2 Datos de cobertura vegetal	28
5.3 Datos climáticos	29
5.4 Análisis de datos	30
5.4.1 Abundancia relativa de especies	30
5.4.2 Diversidad de especies	31
5.4.3 Número máximo de especies	32
6. RESULTADOS	33
6.1 Área Bosque de San Antonio y San Pablo	33
6.1.1 Anfibios	33
6.1.2 Reptiles	40
6.2 Área Km 18 – Chicoral	46
6.2.1 Anfibios	46
6.2.2 Reptiles	54
6.3 Acumulación de especies	61

	Página
6.4 Comparación de la riqueza específica total entre áreas	63
6.5 Similitud en la composición de especies entre áreas	64
6.6 Datos de cobertura.....	66
6.7 Datos climáticos	73
7. DISCUSION	77
8. CONCLUSIONES	91
9. RECOMENDACIONES.....	95
9. LITERATURA CITADA	97
ANEXOS	109

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Mapa de la región de Chicoral, Km 18 y Bosque de San Antonio ..	16
Figura 2: Número de registros y especies de anfibios reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área SASP.....	34
Figura 3: Riqueza de especies para cada una de las familias de anfibios registradas en el área SASP.....	37
Figura 4: Porcentaje de especies de anfibios para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área SASP.....	39
Figura 5: Número de registros y especies de reptiles reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área SASP.....	41
Figura 6: Riqueza de especies para cada una de las familias de reptiles registradas en el área SASP.....	43
Figura 7: Porcentaje de especies de reptiles para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área SASP.....	44
Figura 8: Número de registros y especies de anfibios reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área KM18CH.....	48
Figura 9: Riqueza de especies para cada una de las familias de anfibios registradas en el área KM18CH.....	50
Figura 10: Porcentaje de especies de anfibios para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área KM18CH.....	53
Figura 11: Número de registros y especies de reptiles reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área KM18CH.....	55
Figura 12: Riqueza de especies para cada una de las familias de reptiles registradas en el área KM18CH.....	57
Figura 13: Porcentaje de especies de reptiles para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área KM18CH.....	60

Figura 14: Curva de acumulación de especies de herpetofauna para el área SASP.....	62
Figura 15: Curva de acumulación de especies de herpetofauna para el área KM18CH.....	62
Figura 16A: Fotografías aéreas de la zona del Bosque de San Antonio y San Pablo, año 1961.....	67
Figura 16B: Fotografías aéreas de la zona del Bosque de San Antonio y San Pablo, año 1983.....	68
Figura 16C: Fotografías aéreas de la zona del Bosque de San Antonio y San Pablo, año 1999.....	69
Figura 17A: Fotografía aérea de la zona del Km 18 y Chicoral, año 1961.....	70
Figura 17B: Fotografía aérea de la zona del Km 18 y Chicoral, año 1983.....	71
Figura 17C: Fotografía aérea de la zona del Km 18 y Chicoral, año 1999.....	72
Figura 18: Precipitación media mensual por grupo de años para la Estación Climática La Teresita.....	73
Figura 19: Precipitación y temperatura media anual para la Estación Climática La Teresita.....	74
Figura 20: Porcentaje de humedad relativa y temperatura media anual para la Estación Climática La Teresita.....	75
Figura 21: Temperatura media mensual (A) y porcentaje de humedad relativa mensual (B), para el periodo intermedio y reciente de años en la Estación Climática La Teresita.....	76

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Especies de anfibios registradas en el área SASP.....	34
Tabla 2: Índice de diversidad, H': Shannon-Wiener, para la comunidad de anfibios a lo largo del tiempo en el área SASP.....	35
Tabla 3: Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de anfibios registradas en el área SASP.....	38
Tabla 4: Especies de reptiles registrados en el área SASP.....	40
Tabla 5: Índice de diversidad, H': Shannon-Wiener, para la comunidad de reptiles a lo largo del tiempo en el área SASP.....	42
Tabla 6: Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de reptiles registradas en el área SASP.....	45
Tabla 7: Especies de anfibios registradas en el área KM18CH.....	47
Tabla 8: Índice de diversidad, H': Shannon-Wiener, para la comunidad de anfibios a lo largo del tiempo en el área KM18CH.....	48
Tabla 9: Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de anfibios registradas en el área KM18CH.....	52
Tabla 10: Especies de reptiles registrados en el área KM18CH.....	55
Tabla 11: Índice de diversidad, H': Shannon-Wiener, para la comunidad de reptiles a lo largo del tiempo en el área KM18CH.....	56
Tabla 12: Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de anfibios registradas en el área KM18CH.....	59
Tabla 13: Índice de diversidad total, H': Shannon-Wiener, para las comunidades de anfibios y reptiles, en las dos áreas de trabajo SASP y KM18CH..	63
Tabla 14: Especies de anfibios y reptiles restringidas a cada uno de los fragmentos de estudio, KM18CH y SASP.....	65

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo A: Listado de especies registradas en el fragmento San Antonio – San Pablo, en cada uno de los grupos de años	109
Anexo B: Listado de especies registradas en el fragmento Km 18 - Chicoral, en cada uno de los grupos de años	113
Anexo C: Abundancia relativa de las especies por grupos de años en cada una de las zonas de estudio.....	117
Anexo D: Registros totales y abundancia relativa de cada una de las especies para las zonas de estudio.....	119
Anexo E: Corte de piel ventral del dígito de <i>Eleutherodactylus w-nigrum</i> (UV-C 12062), infectado con <i>B. dendrobatidis</i>	121
Anexo F: Categorías de amenaza de acuerdo con la UICN y CITES para cada una de las especies registradas en la zona de estudio.....	122

RESUMEN

Por medio de revisión bibliográfica, datos de colecciones y jornadas de campo, se determinó la riqueza de especies de herpetofauna para dos fragmentos de bosque denominados San Antonio - San Pablo (SASP) y Kilómetro 18 – Chicoral (KM18CH), en el sur occidente colombiano, durante tres períodos de tiempo que abarcaron los últimos 40 años.

Los tres períodos de años se nombraron como período inicial (1965-1981), intermedio (1982-1998) y reciente (1999-2006), se determinó la riqueza para cada uno de los períodos de tiempo y se compararon entre si, dentro y entre fragmentos. Adicionalmente, se analizaron los registros climáticos de la estación La Teresita, cercana al área de estudio y se compararon fotografías aéreas de 1961, 1983 y 1999, para verificar si habían ocurrido cambios en la cobertura vegetal de áreas durante el tiempo que abarcó el estudio.

Para el área SASP, aunque aumento la cobertura vegetal durante los últimos cuarenta años esto no se vio reflejado en aumento o mantenimiento de la riqueza de especies de anfibios y reptiles, pues entre los períodos intermedios y recientes se registro 17% menos especies. Para el área del Km 18 y Chicoral la situación del bosque es un poco diferente, este gran parche prácticamente no ha cambiado durante estos 40 años y la riqueza de especies de anfibios y reptiles de la zona disminuyó en un 43% en comparación con los años anteriores.

También se observaron disminuciones en las abundancias relativas de las especies, para el área SASP del 37% y para el área KM18CH del 67%. En las dos áreas fue muy evidente una marcada tendencia de desaparición de las especies con requerimientos de alta humedad o altamente asociadas a fuentes de agua, esta declinación en las poblaciones de anfibios y reptiles es coincidente con temperaturas extremadamente altas en ciertos períodos de años y con un aumento de la temperatura en 1,64°C durante los últimos 17 años.

Se recomienda un monitoreo continuo de las poblaciones de herpetofauna y sobre todo un buen registro de la información obtenida, que permitirán a largo plazo adelantar estudios encaminados a detectar los cambios que se producen en la composición de especies de herpetofauna en el transcurso del tiempo y los posibles factores que pudieran estar influyendo en dichas fluctuaciones.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es un país altamente diverso. Su variedad de ambientes debido a factores como la posición geográfica, su complejidad orográfica, la pluviosidad, la exposición diferencial a los vientos, la diversidad de los suelos y climas, originan una enorme riqueza vegetal y por tanto una variedad de hábitats y microhábitats óptimos para todos los grupos de organismos. Particularmente, los herpetos constituyen dos de los grupos con más diversidad en nuestro país; 733 especies de anfibios y 520 de reptiles han sido reportadas hasta el momento (Acosta-Gálvis 2000, Rueda-A. *et al.* 2004, Ruiz-C. *et al.* 1996, Sánchez-C. *et al.* 1995). Esto contrasta enormemente con el hecho de que son unos de los grupos menos estudiados y de los cuales constantemente se describen nuevas especies.

Gran parte de la diversidad en Colombia y en general en Suramérica, se concentra en la región andina. Estas zonas de montaña son centros de alto endemismo, y es allí donde se encuentra la mayor diversidad de anfibios y reptiles, con 60% y 50% de las especies del país respectivamente (Castaño-Mora 2002, Rueda-A. *et al. op. cit.*). A nivel global, se plantea que los Andes colombo-ecuatorianos poseen la herpetofauna más rica del continente, con un porcentaje de endemismo del 83% (Duellman, 1979), siendo la zona por encima de los 500 m sobre el nivel del mar, la que alberga más especies (Castaño-Mora *op. cit.*, Lynch 1999, Lynch *et al.* 1997, Rueda-A. *et al. op. cit.*, Sánchez-C. *et al. op. cit.*), paradójicamente, en esta zona se estima que actualmente tan solo persiste el 10%

de los bosques nublados montanos originales (Kattan y Álvarez-López 1996, Rueda-A. *et al. op. cit.*).

Diversos factores bióticos y abióticos han causado pérdida de hábitat en todos los ecosistemas, pero la fragmentación de los bosques de montaña responde principalmente a factores antropogénicos (Kattan 2002). La fragmentación de los bosques causa alteraciones en la estructura del hábitat, cambios microclimáticos como variación en el grado de exposición al viento y radiación solar, fluctuación severa de la temperatura a lo largo del día, cambio en los niveles de humedad, así como cambios en el flujo del agua (Kattan *op. cit.*).

Los remanentes de bosque persisten con diferente grado de interconexión, disminuyendo cada vez su tamaño a medida que se acrecientan los efectos de borde de bosque y se amenaza la persistencia de las especies y el mantenimiento de poblaciones viables a largo plazo. Extinciones locales pueden ser comunes debidas a los efectos de la perturbación, sin embargo, se hace necesario documentar los cambios en el estatus de conservación de las especies a lo largo del tiempo (Kattan *op. cit.*).

Ya que la vegetación tiene una dinámica interna de renovación continua y de regeneración después de las perturbaciones (Rangel *et al.* 1997), hay efectos directos e indirectos sobre la abundancia y distribución de los organismos, como resultado de los cambios en la estructura vegetal y en las condiciones ambientales (Osorno-Muñoz 1999). Las especies más especializadas tienden a ser eliminadas

en favor de otras menos sensibles (Kattan y Álvarez-López 1996), en áreas fragmentadas se ha comprobado que el factor que determina la persistencia de las especies de anfibios en estos fragmentos es la presencia de microhábitats de reproducción e igualmente importante resulta la capacidad que pudieran tener estos grupos de animales de movilizarse a través de la matriz (Kattan 1993, 2002).

Los anfibios y reptiles debido a su condición ectotérmica, permeabilidad tegumentaria y requerimientos ecológicos, son muy dependientes de las condiciones ambientales y altamente sensibles a cambios en el hábitat (Castro y Kattan 1991), tales como la fragmentación. En general, las perturbaciones afectan la riqueza y los patrones de distribución de las especies, más aun si se tiene en cuenta que su rango de movilidad es muy limitado (Herrera *et al.* 2004, Saunders *et al.* 1991, Yahner 1988, Vargas y Castro 1999) y dado que estos dos grupos son una importante fracción de la biomasa de organismos que habitan los bosques y por sus características particulares, resultan excelentes indicadores de las condiciones del hábitat (Burton y Linken 1975, citados por Blaustein *et al.* 1994).

A pesar de la importancia de la herpetofauna en los ecosistemas de montaña, pocos estudios han documentado a mediano y largo plazo el efecto temporal de la fragmentación sobre la diversidad de las comunidades de anfibios y reptiles. Es bien sabido que las actividades antrópicas han causado la destrucción de enormes áreas de bosque tropical alrededor del mundo, especialmente por la conversión de bosques a tierras para usos agrícolas (Burgess 1993, Saxena y Nautiyal 1997 en Rivera *et al.* 2000).

Por medio de este estudio se pretende aportar al conocimiento de los cambios en la riqueza de especies y diversidad de la comunidad de anfibios y reptiles durante los últimos 40 años en algunos fragmentos de bosque de niebla en el sur occidente de Colombia.

2. MARCO TEORICO

En Colombia al igual que en el resto de Suramérica, por más de doscientos años el estudio de la diversidad de la herpetofauna fue realizado por científicos extranjeros, quienes describieron gran cantidad de especies y cuyos estudios se limitaron en gran medida a revisiones de materiales colectados en diferentes zonas del país. A principios del siglo XX se funda la primera colección científica de anfibios y reptiles en Colombia, el Museo de La Salle en Bogotá, el cual sirvió como punto de partida para algunos investigadores nacionales y además se convirtió en el más grande compilador del material científico de la época, incluso después de la pérdida inmensa de material durante un incendio en el año 1948, gran parte del material que sobrevivió sirvió como base para dar inicio a la Colección del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Ardila 2003).

En 1970 Cochran y Goin publican el primer compendio de la fauna de anfibia de Colombia. Medem en 1981, después de muchos años dedicados al estudio no solo taxonómico, sino también ecológico de los reptiles principalmente tortugas y cocodrilos, publica un libro acerca de las especies de este último grupo presentes en Colombia, haciendo referencia a datos ecológicos, poblacionales y de distribución. En los años siguientes numerosas investigaciones se llevaron a cabo, pero con especial énfasis hacia la descripción de nuevas especies y colectas de ejemplares para nutrir las colecciones del país. En los últimos veinte años la aparición de centros de investigación en varias regiones de Colombia, ha

permitido ampliar el rango de cobertura de las investigaciones, las cuales en su gran mayoría se han centrado en temas biogeográficos y sistemáticos de anfibios y reptiles (Barrera y Ruiz 1989, Castro y Kattan 1991, Kattan 1986, Kattan 1984, Lynch 1976, 1977, 1981, 1986 a-b, 1990, 1993, 1995, 1996, 1999, Lynch y Myers 1983, Lynch y Suárez-Mayorga 2002, 2004, Lynch y Ruiz 1996, Lynch *et al.* 1997, Ruiz *et al.* 1996, Ruiz *et al.* 1997a-b), así mismo ha aumentado el interés por desarrollar estudios de carácter ecológico (Arroyo *et al.* 2003, Bernal *et al.* 2004, Herrera *et al.* 2004, García-R. *et al.* 2005, Gutiérrez-L. *et al.* 2004, Rincón y Castro 1998; Vargas y Castro 1999, Urbina-C. y Londoño-M. 2003), encaminados a conocer aspectos de la estructura de las comunidades, las cuales se encuentran muchas veces restringidas a pequeños fragmentos de bosque y con un alto riesgo de desaparecer, por tal razón en la actualidad los esfuerzos se centran en ahondar y entender la dinámica poblacional de la herpetofauna (Castaño-Mora 2002, Rueda-A. *et al.* 2004).

En Colombia el tema de las disminuciones poblacionales de la herpetofauna, así como las causas de estas, han tomado cierta importancia; Renjifo (1997) en su libro **Ranas y Sapos de Colombia**, presentó un aporte gráfico de gran importancia para el conocimiento de este grupo de animales y llamo la atención acerca del alto grado de vulnerabilidad que presentaban en ese momento las poblaciones en todo el territorio colombiano; el primer reporte de mortalidad de anfibios lo hicieron Lynch y Grant (1999), quienes registraron en el año de 1997, algunos individuos muertos y moribundos en una localidad en la Cordillera Occidental, este evento es coincidente con una época extremadamente seca.

Rueda-A. . en 1999 publica la primera alarma acerca del grado de amenaza en el que se encuentran los anfibios y reptiles en Colombia, y se convierte en un punto de partida para la elaboración en año 2002 del **Libro Rojo de Reptiles** (Castaño-Mora 2002), este es el resultado del trabajo de un equipo de personas que recopilaron información bibliográfica y numerosas comunicaciones personales sobre el tema; posteriormente en el año 2004 con la colaboración de buena parte de los herpetólogos que trabajan en el país, se publicó el **Libro Rojo de los Anfibios** (Rueda-A. *et al.* 2004), en el cual se presenta la categorización de 55 especies que se considera tienen algún tipo de amenaza; también en este año se publica el documento **Joyas que están desapareciendo, El estado de los anfibios del nuevo mundo** (Young 2004, <http://www.globalamphibians.org>), que es el informe del trabajo Evaluación Global de los Anfibios (GAA) y que abarcó en el nuevo mundo, América del Norte, Mesoamérica, América del Sur y el Caribe, de acuerdo con este estudio el 30% de la fauna anfibia se encuentra amenazada (EX,EW,CR,EN,VU), esto incluye 208 especies colombianas con algún grado de amenaza (GAA 2004).

En la actualidad la pérdida y disminución de la diversidad es dramática y esta afectando múltiples organismos a nivel global, entre los que se encuentran los anfibios y reptiles (Alford y Richards 1999, Carey *et al.* 2001, Gibbons *et al.* 2000, La Marca *et al.* 2005, Lips *et al.* 2003, 2004, Lötters *et al.* 2004, 2005, Rueda-A. *op. cit.*, Skelly *et al.* 2003, Storfer 2003), estos grupos enfrentan varios tipos de amenazas, la más importante es tal vez la pérdida de su hábitat causada por la agricultura, explotación forestal e infraestructura, todos estos fenómenos originan

paisajes fragmentados, con algunos remanentes del bosque original, con forma y tamaño variable y que quedan inmersos en una matriz de hábitats transformados (Kattan 2002).

La fragmentación en los bosques tropicales puede llegar a alterar de forma radical el ambiente físico y el clima, pues al ser remplazada la cobertura boscosa por potreros se puede provocar un aumento en la temperatura superficial del suelo y una disminución en la evapotranspiración y precipitación (Lean y Warrilow 1989, Shukla *et al.* 1990, Hobbs 1993; Citados por Kattan *op cit.*) , adicionalmente la estación seca tiende a prolongarse y se incrementan las temperaturas extremas; la deforestación origina además un cambio en el patrón de circulación del viento y en el ciclo hidrobiológico (Kattan *op cit.*). Además de los efectos físicos, la fragmentación del hábitat puede originar la extinción de muchas especies a nivel local y regional (Beebee 1996, Dunn 2004, Herrera *et al.* 2004, Kattan *op. cit.*, Toral *et al.* 2002).

Otra de las amenazas contra la hepetofauna está relacionada con una enfermedad recientemente descubierta (Longcore *et al.* 1999), la cual es causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* y a la que se considera como responsable de las disminuciones aceleradas de cerca del 47% de las especies de anfibios existentes (Lips *et al.* 2004, Retallick *et al.* 2004, Ron y Merino 2000); en Colombia ya ha habido reportes del hongo en algunos ejemplares de la nueva especie *Atelopus mittermeieri* provenientes de una localidad en la Cordillera Oriental (Acosta-Gálvis *et al.* 2006); adicionalmente un estudio realizado en dos

localidades de la Cordillera Occidental (El Queremal y Serranía de los Paraguas) detectó 10 especies infectadas (Velásquez 2006), lo cual se constituye en el primer reporte de presencia masiva de la enfermedad en Colombia y esta en concordancia con lo planteado por Ron (2005), en su modelo propuesto de distribución del hongo en regiones neotropicales.

Existen otros factores que están influyendo sobre las bajas en las densidades poblacionales de herpetofauna tales como la presencia cada vez mayor de contaminantes ambientales (Blaustein *et al.* 2003) y los estrechos rangos de distribución de algunas especies; adicionalmente los cambios climáticos han comenzado a afectar a ciertas especies y se considera que tendrá un importante efecto sobre estas en los próximos años (Carey y Alexander 2003, Gibbons *op. cit.*, Pounds *et al.* 1999, Rueda-A. *op. cit.*). Otro grave factor de perturbación para las poblaciones naturales de anfibios y reptiles lo constituyen la introducción de especies exóticas, tales como la rana toro (*Litobates catesbeianus*), truchas (*Oncorhynchus* sp.) y hormigas (*Solenopsis* sp.), las cuales han creado un desequilibrio en los ambientes naturales de estos grupos (Gibbons *op. cit.*); incluso Mazzoni *et al.* (2003), al encontrar rana toro (*Litobates catesbeianus*) infectada y sin síntomas de la enfermedad en Uruguay, proponen que estas podrían haber infectado a las ranas nativas locales o transportar la enfermedad cuando fueron exportadas a otros países de Suramérica o Estados Unidos.

Es poco probable que las disminuciones en las poblaciones de anfibios y reptiles se deban a una única causa, algunas investigaciones muestran una relación

estrecha entre climas atípicos y la aparición del hongo quitrido (Merino-V. *et al.* 2005, Pounds y Crump 1994, Pounds y Puschendorf 2004, Pounds *et al.* 2006, Ron *et al.* 2003), pese a todo lo anterior aun se considera que una de las más grandes amenazas que presentan actualmente las poblaciones de anfibios y reptiles en la región de los Andes la constituye la pérdida acelerada que están sufriendo sus hábitats.

En la zona montañosa del Departamento de Valle del Cauca, aún existen remanentes extensos de bosque andino, pero reducidos a fragmentos (Kattan y Álvarez-López 1996), tal es el caso del bosque de San Antonio y la región comprendida entre el km 18 de la carretera Cali - Buenaventura y el corregimiento de Chicoral, esta zona esta constituida por una serie de fragmentos de área variable, los cuales han sido objeto de múltiples investigaciones tanto a nivel de flora como de fauna (Alvaré *et al.* 1987, Boulenger 1896, 1908, Brame y Wake 1972, Giraldo 1985, Kattan 1984, Kattan *et al.* 1984, 1993, 1994, Restrepo 1985, Restrepo 1997, Restrepo y Naranjo 1999), estos estudios han dado a conocer nuevas especies para la ciencia, muchas de las cuales presentan rangos de distribución muy restringidos a estos remanentes de bosque.

A pesar de la importancia biológica y ecológica de esta zona y de encontrarse actualmente protegida por el Decreto 1286 de 1976 de la Alcaldía de Cali, que promueve la conservación y el embellecimiento de los cerros y cuencas hidrográficas de los ríos del municipio (Alvaré *et al.* 1987), la zona esta siendo afectada por la construcción de fincas de recreo y parcelaciones, así como por la

canalización de las fuentes de agua y ampliación de la frontera agrícola en algunas áreas (Kattan 1993, Kattan *et al.* 1994). Por tal razón se hace necesaria una evaluación del estado actual de la diversidad en estos bosques, que permita estimar los efectos que la intervención antrópica ha ejercido sobre este gran parche y lo más importante, que dicha información se convierta en un punto de partida para la generación de un plan de manejo y protección de esta importante área de bosque nublado del suroccidente colombiano.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar las variaciones en la composición de especies de anfibios y reptiles en los bosques de niebla del transecto Chicoral - Km 18 - Bosque de San Antonio, durante los últimos 40 años.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Recopilar información acerca de las especies de anfibios y reptiles registradas en el área de estudio y comparar cuantitativamente con los registros encontrados al presente

3.2.2 Evaluar los cambios ocurridos en la cobertura boscosa de los parches de bosque seleccionados durante los últimos 40 años.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevo a cabo en un transecto constituido por fragmentos de bosques de niebla, este transecto se denominó Chicoral - Km 18 - Bosque de San Antonio, se encuentra ubicado en la Cordillera Occidental, con alturas sobre el nivel del mar que van desde los 1800 hasta los 2100 m y entre las coordenadas: 3°37'N 76°34'W - 3°28'N 76°37'W (Figura 1).

De acuerdo con las zonas de vida de Holdridge (IGAC 1977) el área se clasifica como Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). La temperatura oscila entre 12° y 18°C y un promedio anual de lluvias de 2000 – 4000 mm (Espinal 1968). El transecto tiene influencia de tres importantes cuencas hidrográficas que son: Cali-Meléndez-Páncz-Aguacatal, Yumbo-Arroyohondo y Alto Dagua.

Debido a su ubicación en la parte más alta de la montaña, esta zona presenta una alta humedad relativa debida a la influencia de los vientos húmedos procedentes del pacífico. La presencia de neblina durante todo el año caracteriza la zona como un “bosque de niebla” (Alvaré *et al.* 1987, Kattan *et al.* 1984).

Los bosques de esta área sufrieron desde principios del siglo pasado, procesos de fragmentación causados por la tala para obtener maderas de aserrío y carbón, estas actividades se acrecentaron con la construcción del Ferrocarril del Pacífico en el año 1912 y la construcción de carretera al mar a partir de 1926 (Argüelles

Figura 1. Mapa de la región de Chicoral, Km 18 – Bosque de San Antonio.

1946 y Garcés 1984) y posteriormente los asentamientos de casas campestres que se hicieron comunes en estas áreas durante los años siguientes.

A partir de la década de 1960, la principal presión sobre el bosque la ejercía la extracción de leña y tierra capote, las actividades en esta zona la constituían fincas de recreo y algunas zonas de cultivos y ganadería a pequeña escala (Alvaré *et al.* 1987, Kattan *op. cit.*); en los últimos 40 años la principal fuente de perturbación la constituye el aumento de la construcción de viviendas y los efectos secundarios que esto conlleva, como son el aprovechamiento de la fauna y flora de los bosques y directamente el aprovechamiento de las fuentes de agua (Kattan *op. cit.*).

En la actualidad el área de San Antonio, la parte alta del Aguacatal y la zona de Chicoral, presentan un uso de suelo muy variado, encontrándose zonas residenciales y de recreación, pequeños cultivos y en algunos casos cultivos extensivos como el té (Corregimiento de Chicoral), ganadería y grandes extensiones de bosque natural, en diferente estado de sucesión, los cuales son explotados básicamente para la extracción de leña. Los parches boscosos se encuentran en las zonas más pendientes y de menos accesibilidad (Duque *et. al* 2001).

Estos bosques poseen gran cantidad de nacimientos de agua, los cuales han sido protegidos con el establecimiento de pequeñas zonas protectoras que permiten algunos metros de recorrido libre para estas quebradas, pero sin embargo la

mayoría de estas fuentes de agua son canalizadas, entubadas y colectadas en tanques, en ciertos casos la situación es aun más grave, pues la quebrada es canalizada desde su nacimiento (Kattan 1993).

En la zona de estudio se seleccionaron dos áreas de bosque en las cuales existían reportes e información previa de la herpetofauna, proveniente de visitas realizadas por diferentes investigadores y por las salidas de campo de los cursos: Historia Natural de los Vertebrados, Herpetología, Biología de la Conservación, dictados por el departamento de Biología de la Universidad del Valle. Las áreas fueron:

4.1. Bosque de San Antonio y San Pablo

El bosque es también conocido con el nombre de Cerro de la Horqueta, ubicado en la vertiente oriental de la cordillera Occidental, 15 km al occidente de la ciudad de Cali, este tiene una extensión aproximada de 300 h. En la parte más alta 2216 m se encuentran las instalaciones de una antena de comunicaciones de Telecom ($3^{\circ}28.987'N$ $76^{\circ}37.390'W$), instalada durante la década de 1940, la mayor parte de este bosque pertenece al área rural del municipio de Santiago de Cali (Corregimientos de Elidía y El Saladito), adicionalmente, se tuvieron en cuenta los parches boscosos del área de San Pablo ($3^{\circ}29.667'N$ $76^{\circ}36.971'W$), todos con un área menor a 100 h (ver Figura 1)

Desde principios de siglo pasado este bosque se ha constituido como un área de recreación o veraneo para ciertos sectores sociales de la ciudad de Cali, inicialmente a este sitio se iba hacer cacería principalmente de venados y guaguas

(Loteró 1987), posteriormente con el inicio de la construcción de la vía al mar hacia finales de los años 20, se abre la vía que conduce al corregimiento de El Saladito y hacia el bosque de San Antonio (Vernaza 1984), siendo este el punto de partida para el establecimiento de uno de los “veraneaderos” o zonas campestres, más importantes para los habitantes de Cali, allí se establecieron casas de campo y haciendas, para lo cual se talaron sectores del bosque en la zona más baja del cerro. Dado que la principal atracción de la zona lo constituye precisamente el bosque, siempre se mantuvo cierto control en el uso de los recursos provenientes de este y aunque se hizo extracción de madera, esta siempre fue de cierta manera selectiva. Por otra parte el recurso agua fue en un principio tan solo para uso de los habitantes de la zona; sin embargo, con el crecimiento de los centros poblados cercanos, como Felidía, El Saladito y Cali, la demanda de agua se acrecentó y se aumento en gran medida la canalización y entamboramiento de las quebradas, ocasionando la disminución del cause, este problema es evidente desde mediados de los años 80 (Kattan *op cit*) y persiste aun en la actualidad.

En general la zona se caracteriza por la presencia de manchas boscosas ubicadas principalmente en la parte más alta de las montañas y en las márgenes de las quebradas, lo que permite que estas áreas sean refugio de diferentes especies de fauna que se ven desplazadas por causa de la presión ejercida sobre el bosque en las partes más bajas, en donde es posible observar una gran cantidad de viviendas de tipo campestre, incluso actualmente se esta realizando una construcción bastante grande en la parte media del cerro de San Antonio, para lo

cual se ha talado una gran área del bosque, esto evidencia la presencia latente de factores que ponen en riesgo constante el mantenimiento de estos relictos boscosos.

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT 1999) de la ciudad, cataloga el bosque dentro del **Sistema de Áreas Protegidas o suelo de protección ambiental**, bajo la figura de **Áreas Cubiertas con Bosques y Matas de Guadua** (Artículo 42), que son los terrenos ocupados en su totalidad por bosques naturales o sembrados.

Dentro del POT, se define la zona de la siguiente manera:

“ARTICULO 43 Bosque de Niebla San Antonio. Localizado en la porción Noroccidental de la Reserva Forestal, en terrenos de los corregimientos de Felidia y El Saladito limítrofes con el municipio de Dagua. Este bosque tiene una extensión aproximada de 600 hectáreas, de las cuales aproximadamente el ochenta por ciento (80%) está en jurisdicción del Municipio de Santiago de Cali, y posee una valiosísima diversidad de flora y fauna, y nacimientos de quebradas de importantes afluentes de los ríos Cali y Aguacatal, características que lo definen como un lugar de valor ambiental estratégico tanto para el municipio como para la región. El Municipio promoverá, conjuntamente con las autoridades ambientales, las estrategias legales, de gestión y de acción que permitan preservar los valores ambientales de los terrenos de este Bosque, entre las cuales se cuentan su inclusión en el Sistema de Parques Nacionales de Colombia, bajo la categoría de Santuario de Fauna y Flora, la concertación con los propietarios y habitantes de la zona y la vigilancia y control de las actividades antrópicas.”

Además, de acuerdo con el Artículo 48, esta área se encuentra entre las **Alturas, Colinas y Cerros de Valor Paisajístico y Ambiental**, definidos como: “Aquellos elementos del paisaje urbano o rural que se constituyen en hitos y cuya preservación es fundamental para contribuir a mantener la imagen del municipio y al bienestar físico y espiritual de la comunidad, en concordancia con el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente.”

4.2. Km 18 – Chicoral

Este fragmento tiene una extensión aproximada de 400 h y abarca los bosques entre el Km 18 de la vía Cali – Buenaventura y la vereda Chicoral, corregimiento Bitáco, municipio de La Cumbre, en la vertiente occidental de la cordillera Occidental, los bosques de este gran fragmento hacen parte de los municipios de Santiago de Cali y La Cumbre.

El área de Bitáco, fue el lugar donde hacia principios del siglo veinte se instalo un campamento de obreros que sacaban madera para la construcción del ferrocarril (Cuellar *et al* 1993). Esta área, siempre estuvo caracterizada por la presencia de latifundios, con actividad principalmente ganadera y algunas zonas madereras con establecimiento de aserrios. Adicionalmente, desde la década de 1920 en los alrededores de La Cumbre se asentaron habitantes de Cali, que construyeron allí casas campestres, atraídos por el clima, el paisaje y las facilidades de transporte que les ofrecía el Ferrocarril del Pacífico; esto le dio un impulso grande a la zona, pues allí se fundaron colegios y centros médicos, entre otros, que hicieron esta un área muy atractiva para nuevos colonos.

Una de las actividades económicas principales de la vereda Chicoral y en general del corregimiento de Bitáco la constituyen los cultivos de té, de la fabrica Te Hindú, estas plantaciones se establecieron allí desde 1951 (Cuellar *op. cit.*) y se encuentran ubicados en las zonas medias de la montaña, en las partes más altas y rodeando los cultivos es posible observar parches de bosques nativos.

En la actualidad el área tiene gran cantidad de viviendas rurales, compuestas por unos pocos predios pertenecientes a los colonos originales, cuya actividad principal son los pequeños cultivos de frutas y flores, y una gran cantidad de viviendas campestres de habitantes principalmente de la ciudad de Cali; sin embargo, cabe destacar que esta vereda presenta un alto grado de organización social comunitaria, con una Junta de Acción Comunal muy activa y con especial interés en los temas ambientales, esto se ve reflejado por la existencia en la zona de siete reservas, afiliadas a la Red de Reservas Privadas de la Sociedad Civil; además, desde el año 2003 la Asociación Calidris esta desarrollando el proyecto **“Fortalecimiento de capacidades locales para la conservación de aves migratorias neotropicales en la Red de Reservas de la Sociedad Civil”**, este cuenta con el apoyo económico de la WWF - UK y la UNESCO, este programa es adelantado por los habitantes de la zona y especialmente por un grupo de niños y jóvenes de la vereda Chicoral.

La zona de estudio perteneciente al Municipio de La Cumbre, más específicamente al Corregimiento de Bitáco, vereda Chicoral, es una zona que a

sufrido intensa problemática social por la tenencia de la tierra; sin embargo, después de muchos conflictos se logró llegar a un acuerdo y en 1985 se declararon 181 h como Zona de Reserva Forestal Protectora, según acuerdo No. 147 del 25 de abril de 1985, de acuerdo con esta resolución los propietarios de terrenos aledaños a la reserva tienen la obligación de proteger los recursos naturales renovables del área y hacer uso adecuado del suelo, de acuerdo con lo estipulado por la CVC (Giraldo-G. 1999). En este momento la CVC se encuentra en proceso de construcción del **Plan de Manejo participativo de la Reserva Forestal de Bitáco** y en el cual intervienen no solo los funcionarios de la Corporación, sino también los habitantes de la vereda de Chicoral y las diferentes instituciones que llevan a cabo investigaciones en la zona, como son la Asociación Calidris, Red Nacional de Reserva Privadas, Universidad Nacional, Universidad del Valle, entre otras.

El área perteneciente al municipio de Santiago de Cali, esta conformada principalmente por los bosques aledaños al nacimiento del río Aguacatal que surte de agua a parte del acueducto de la ciudad y que desemboca en el río Cali, de acuerdo con el Artículo 44 del POT de la ciudad esta zona esta categorizada como: **Áreas Forestales Protectoras de Nacimientos de Agua**, se plantea que:

“Se entiende por Áreas Forestales Protectoras de los Nacimientos de Agua, una extensión de por lo menos cien (100) metros a la redonda medidos a partir de su periferia. Dentro del año siguiente de adoptado el Plan de Ordenamiento Territorial, la Administración Municipal realizará el inventario detallado y

georreferenciado de los nacimientos de agua de la red hídrica del Municipio y la delimitación precisa de sus áreas de protección.

Atendiendo lo ordenado por la Ley, las inversiones del Municipio para protección y recuperación de cuencas durante un período de quince (15) años, correspondientes a un monto no inferior al uno por ciento (1.0%) de las Rentas Municipales, se destinarán prioritariamente, en la adquisición de predios, donde se ubican los nacimientos de agua de las corrientes que abastecen el acueducto de la cabecera municipal y de los corregimientos específicamente en las cuencas altas de los ríos Aguacatal, Cali, Cañaveralejo, Meléndez, Lili y Pánce.”

4.3. Caracterización climática

De acuerdo con los datos de la estación climática La Teresita, la más cercana a la zona de estudio, el régimen de lluvias tiene un comportamiento bimodal con dos épocas de alta precipitación, conocidas como invierno, la primera de marzo a mayo y la segunda de septiembre a noviembre y dos épocas, denominadas verano, entre junio a julio y diciembre a febrero. La media anual de la precipitación registrada para la zona es de 154.5 mm. La temperatura del área oscila entre 17.8 y 15.8 °C, con un promedio de 16.7 °C. La humedad relativa anual tiene un promedio de 91.3%, variando entre 96.2% y 86.5%.

5. METODOLOGÍA

5.1 Recopilación de información herpetológica

Tanto para la obtención de los datos históricos como para los actuales se siguió la metodología estandarizada de **Inventario Completo de Especies IEC** (Scott 2001), esta metodología tiene por objeto la obtención de la riqueza de especies de un área determinada, permitiendo comparar esta riqueza entre áreas y además detectar cambios en la composición faunística de un lugar a lo largo del tiempo. Es el método más eficiente para obtener el mayor número de especies en el tiempo, siempre y cuando sea realizado por colectores experimentados. Este método se basa en dos pasos, detallados a continuación.

5.1.1 Compilación de la lista de especies

La acumulación de datos a largo plazo es apropiada cuando el lugar es visitado regularmente por diversos colectores a lo largo de muchos años o décadas. Dado que la mayoría de las áreas sufren cambios durante períodos de investigación prolongados, dichos cambios deben ser documentados; pues es común que algunas especies desaparezcan cuando cambian las condiciones hídricas, a medida que ocurren los cambios en la vegetación o cuando los hábitats se hacen insulares (Rand y Myers 1990); por lo tanto se llevó a cabo una revisión bibliográfica detallada de los artículos publicados y de información sin publicar tales como notas de campo, informes de prácticas de campo, informes ejecutivos y tesis, que pudieran aportar datos para la construcción del listado de las especies reportadas para el área de estudio.

Se obtuvieron además los registros de los anfibios y reptiles colectados en localidades dentro de la zona de estudio depositados en las siguientes colecciones herpetológicas:

- Colección de Anfibios y Reptiles, Universidad del Valle UVC, Cali.
- Museo de Historia Natural – Inciva, Cali.
- Instituto de Ciencias Naturales ICN, Universidad Nacional, Bogotá.
- Colección de Herpetología – Instituto “Alexander von Humboldt”, Villa de Leyva.
- Colección de Herpetología, Universidad de Antioquia MNHUA, Medellín.
- American Museum of Natural History AMNH, USA
- National Museum of Natural History - Smithsonian Institution MNHSI, USA
- Div. Amphibians and Reptiles - Field Museum of Natural History Chicago, USA
- Natural History Museum of Los Angeles County LACMA, USA
- Museum of Zoology - University of Michigan MCZ, USA

Es importante anotar que se solicitó información a un total de 12 instituciones, tanto en Colombia como fuera del país, de las cuales diez tenían registros de la zona, sin embargo, tan solo de ocho fue posible obtener la información detallada de localidad y fecha de colección.

5.1.2 Muestreo cuantitativo a corto plazo, limitado por el tiempo

El objetivo de éste tipo de muestreo estandarizado es coleccionar el mayor número posible de especies, para lo cual se deben explorar todos los hábitats que

podieran resultar adecuados para anfibios y reptiles, tratando de cubrir la mayor área posible. Este muestreo se usó para obtener los datos actuales de riqueza de especies de herpetofauna en el área de estudio.

Para cada una de las dos áreas de estudio, San Antonio – San Pablo (SASP) y Km18-Chicoral (K18CH) se seleccionaron cuatro puntos para llevar a cabo igual número de jornadas de campo, cada una de las cuales tuvo una duración de dos días y fue muestreada por cuatro personas, así se tuvo un esfuerzo de muestreo de 32 horas/hombre por día, para un total de 256 horas/hombre de muestreo en cada una de las áreas de estudio.

Los muestreos se realizaron en el día, entre las 10:00 y las 13:00 h, y en la noche, entre las 18:00 y las 23:00 h. Un día de muestreo fue dedicado a búsqueda en zonas de quebrada y bosques de galería y el siguiente se muestreó el interior y borde de bosque.

Durante las jornadas de campo se usó un GPS marca Garmin eTrex-Vista, para georeferenciar cada uno de los sitios de muestreo así como algunos de los límites de los bosques y otros puntos de interés.

Se llevó a cabo una búsqueda intensiva en el suelo, con la ayuda de un rastrillo que permitió voltear y romper troncos, voltear piedras, revisar epifitas, remover hojarasca y explorar orificios y grietas. En la noche se realizó búsqueda activa con la ayuda de una linterna de cabeza.

Durante las jornadas de campo se tuvieron en cuenta todas las normas de bioseguridad, propuestas por Lips *et al.* (2001), para la manipulación del material.

Todos los individuos observados o escuchados fueron identificados y registrados, se capturaron tan solo si la identificación a distancia no fue posible; para evitar recuentos, los recorridos y registros se hicieron en un solo sentido. Los especímenes que no fueron identificados o de los cuales se tenían dudas, fueron colectados y procesados de acuerdo con la metodología estándar para la preparación de anfibios y reptiles (McDiarmid 2001, Scrocchi y Kretzschmar 1996); posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Herpetología de la Universidad del Valle, en donde se identificaron con ayuda de las claves sin publicar propiedad del laboratorio y por medio de comparación con especímenes de la colección de referencia.

5.2 Datos de cobertura vegetal

Los datos de cobertura vegetal se obtuvieron a partir de fotografías aéreas, facilitadas por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), estas corresponden a los años:

1961: Fecha Agosto, Vuelo M1098, N° 16593 – 96, Escala 1: 55.000

1985: Fecha Febrero, Vuelo C2063, N° 0037 – 41, Escala 1: 44.000

1999: Fecha Junio, Vuelo FAL 407 F-27, N° 1068, 1071 – 76, Escala 1: 33.000

En estas se les realizó la fotointerpretación y se ubicaron las dos zonas de interés para el estudio (SASP y K18CH), el área de las zonas se delimitó por medio de polígonos, esto se hizo para cada uno de los grupos de fotos, lo cual permitió interpretar visualmente las variaciones de la cobertura boscosa para cada una de las zonas de estudio.

Adicionalmente se recopiló información secundaria, sobre composición y estructura vegetal de los bosques de estas zonas, además del manejo que se les ha dado y de las alteraciones antrópicas que hayan sufrido, para complementar los datos de las fotografías aéreas.

5.3. Datos climáticos

Por medio de la CVC, se obtuvieron los datos climáticos desde el año 1965 a 2005, de la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, La Teresita ($3^{\circ}27'N$ $76^{\circ}4''W$), se encuentra ubicada a 1950 m de altura, en la Cordillera Occidental. Los datos de precipitación fueron los más completos pues se obtuvo información de todo el período de 40 años, para los parámetros humedad relativa y temperatura se contó solo con datos a partir del año 1989.

Para conocer si existen diferencias significativas de la temperatura promedio entre los períodos de tiempo, se compararon entre si los promedios mensuales de cada grupo de años por medio de la prueba *t* pareada (SPSS Versión 10), esto mismo se hizo para la precipitación y humedad relativa. Adicionalmente, se uso el índice

de correlación de Pearson (Zar 1984), con el fin de determinar cuales de estas variables se encuentran relacionadas.

5.4 Análisis de los datos

Los listados compilados de especies se organizaron en tres períodos de tiempo, teniendo en cuenta la cantidad de datos disponibles y los años de las fotografías aéreas existentes para poder hacer una relación entre el número de especies y la pérdida o aumento de la cobertura vegetal para la zona.

Los períodos fueron los siguientes:

Período 1: entre 1965 – 1981

Período 2: entre 1982 – 1998

Período 3: entre 1999 – 2006

Se construyeron dos listados (Anexo A) correspondientes a cada una de las zonas de estudio (SASP y KM18CH), a partir de estos se llevaron a cabo los análisis descritos a continuación.

5.4.1 Abundancia relativa de las especies

Partiendo de los datos de las tablas del Anexo A y teniendo en cuenta la cantidad de individuos registrados, se determinó la abundancia relativa de las especies para cada uno de los períodos de tiempo (P1, P2 y P3) y para el total de años.

Teniendo en cuenta el número total de registros para el periodo se definieron los siguientes rangos de abundancia relativa:

0 = Ausente,

1 = Poco común (1-4 registros)

2 = Moderadamente común (5-15 registros)

3 = Común (16-25 registros)

4 = Abundante (26 o más registros)

5.4.2 Diversidad de especies

La diversidad de especies en cada una de las áreas de muestreo, para cada uno de los grupos se determinó usando el índice de Shannon Wiener. Este índice se define como $H' = - \sum p_i * \ln p_i$, en donde $p_i = n_i / N$ (Zar 1984), corresponde a la proporción de individuos de la especie i , tomada con base en el número combinado de individuos de todas las especies (N), multiplicado por su logaritmo natural. Los índices de las áreas y los períodos de tiempo fueron comparados usando: Prueba t para comparar diversidad de Shannon Wiener (PAST Versión 1.44)

Adicionalmente, se uso el índice de similitud de Jaccard, definido por Zar (1984), como $I_j = c / a + b - c$, donde a , es el número de especies en el sitio A, b el número de especies del sitio B y c el número especies compartidas entre los dos sitios. Este índice se uso para determinar la similitud en la ocurrencia de especies en una misma localidad en los tres períodos de tiempo y también para comparar las áreas de estudio.

5.4.3 Número máximo de especies

Se graficó para cada una de las zonas de estudio, el número acumulativo de especies registradas versus período de tiempo (años), dado que las curvas de este tipo ascienden abruptamente durante los períodos iniciales de muestreo y se aproxima a la asíntota cuando la lista esta casi completa, se asume que la asíntota representa la riqueza total de especies de un lugar (Scott *op. cit*).

6. RESULTADOS

A partir de la revisión bibliográfica y la recopilación de información de las diferentes colecciones científicas, bibliografía y demás fuentes, se logro construir unos listados de las especies registradas durante cada uno de los períodos de tiempo, con información de abundancia cuando fue posible obtener dichos datos; las especies fueron tabuladas de acuerdo con el año, el sitio de registro y la colección en la cual se encuentran depositados los ejemplares o la fuente de donde se obtuvo la información (Anexo A y B), partiendo de estas tablas se llevaron a cabo los análisis planteados en la metodología, los cuales se presentan por áreas y por grupo taxonómico.

6.1 Área Bosque de San Antonio y San Pablo

6.1.1 Anfibios

Para el área de SASP se tuvo un total de 873 registros de anfibios, pertenecientes a 22 especies (Tabla 1 y Figura 2), distribuidas en seis familias, entre las cuales hay una especie de cecilia, dos de salamandras y 18 de anuros.

Al comparar entre períodos de tiempo, se observa que durante el período intermedio (P2) entre 1982 y 1998, se registro la mayor cantidad de especies de anfibios con un total de 18 que corresponde al 86% del total y se reportaron 358 ejemplares, en comparación con los primeros años de muestreos (P1) de 1965 a

1981, donde tan solo se registraron nueve especies, el 43% del total y 94 individuos; y con el período reciente (P3) de 1999 a 2006, donde se registraron 16 especies, un 76% del total y 421 ejemplares (Anexo B y Tabla 2).

Tabla 1. Especies de anfibios registradas en el área SASP.

ORDEN GYMNOPHIONA	ORDEN ANURA	ORDEN ANURA
Rhinatremaidae	Amphignathodontidae	Brachycephalidae
<i>Epicrionops bicolor</i>	<i>Gastrotheca antomia</i>	<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>
ORDEN CAUDATA	Centrolenidae	<i>Eleutherodactylus calcaratus</i>
Plethodontidae	<i>Cochranella ignota</i>	<i>Eleutherodactylus cerastes</i>
<i>Bolitoglossa walkeri</i>	<i>Cochranella savagei</i>	<i>Eleutherodactylus erythropleura</i>
<i>Bolitoglossa</i> sp nov	Dendrobatidae	<i>Eleutherodactylus gracilis</i>
	<i>Colostethus fraterdanieli</i>	<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>
	<i>Hyloxalus (Colostethus) fascianiger</i>	<i>Eleutherodactylus mantipus</i>
		<i>Eleutherodactylus molybrignus</i>
		<i>Eleutherodactylus orpacobates</i>
		<i>Eleutherodactylus palmeri</i>
		<i>Eleutherodactylus ruizi</i>
		<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>
		<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i>

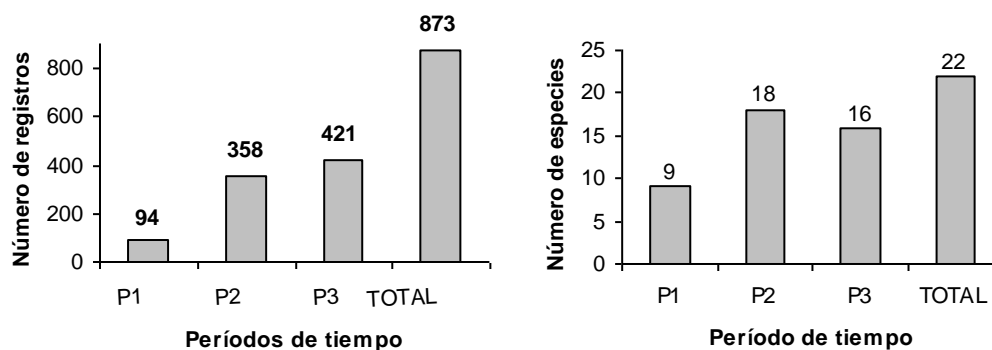


Figura 2. Número de registros y especies de anfibios reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área SASP.

Los resultados anteriores coincide con lo obtenido al calcular los índices de diversidad de Shannon Wiener para cada uno de los períodos de tiempo (Tabla 2), el índice para el período intermedio de años fue el más alto, seguido por el período reciente y por el período inicial. Al comparar los índices de diversidad de anfibios entre si, se obtuvo que no existen diferencias significativas entre el período inicial (P1) y el período reciente (P3), lo cual hace pensar que pese a la diferencia de nueve especies entre los períodos de tiempo, durante los muestreos recientes predominaron las especies poco comunes, mientras que durante los muestreos actuales hubo mayor equitabilidad entre la riqueza de las especies.

La diversidad de anfibios en el período intermedio de años (P2) resulto ser significativamente mayor que en los otros dos grupos (**P1-P2**: $t = -2,657$; $GL=1$; $p = 0,008$, **P2-P3**: $t = 2,705$; $GL=1$; $p = 0,007$), esto se pudo deber a un número superior de ejemplares y especies registradas durante el período intermedio, lo cual fue producto de muestreos agrupados y abundantes durante estos años; lo anterior corrobora que ha mayor esfuerzo de muestreo, el numero de registros y la posibilidad de encontrar nuevas especies aumentara.

Tabla 2. Índice de diversidad, H' : Shannon Wiener, para la comunidad de anfibios a lo largo del tiempo en el área SASP.

	P1: 1965 - 1981	P2: 1982 - 1998	P3: 1999 - 2006
No Individuos	94	358	421
Riqueza spp	9	18	17
H'	1.6551	1.9292	1.7017

El índice de similitud de Jaccard muestra que los períodos intermedio y reciente (P2 - P3), fueron los más similares en cuanto a las especies de anfibios que fueron registradas, estos dos períodos de tiempo compartieron 15 especies ($I_j = 0,682$). Los períodos reciente e inicial (P3 - P1), compartieron ocho especies ($I_j = 0,4$) y el período intermedio con el inicial (P2 - P1), tuvieron nueve especies de anfibios en común ($I_j = 0,45$).

Se pudo observar que en el área SASP la familia de anfibios mejor representada es Brachycephalidae (nueva familia compuesta por el género *Elutherodactylus*, antes perteneciente a la familia Leptodactylidae, de acuerdo con Frost *et al.* 2006), con 13 especies, que corresponde al 65% de todas las registradas en esta área, esta familia es la más diversa en Colombia, con cerca del 40% de las especies de anfibios de país. Esta familia estuvo seguida en riqueza de especies por las familias Plethodontidae, Centrolenidae y Dendrobatidae, para cada una de las cuales se registraron dos especies, lo cual representa el 10% respectivamente, y por último las familias de Rhinatrematidae y Amphignathodontidae (nueva familia compuesta por el género *Gastrotheca*, antes perteneciente a la familia Hylidae, de acuerdo con Frost *op. cit.*) con solo una especie cada una y un total de representatividad del 5% entre las dos familias (Figura 3).

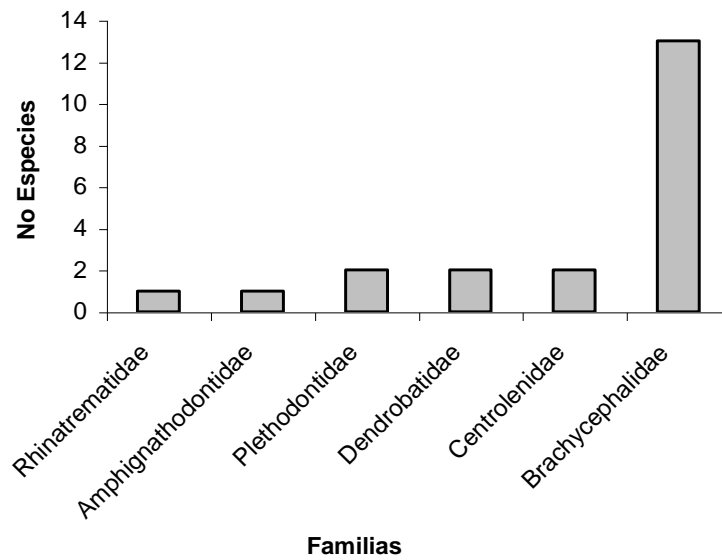


Figura 3. Riqueza de especies para cada una de las familias de anfibios registradas en el área SASP.

En general durante todo el tiempo que incluyó el estudio las especies de anfibios más abundante en la zona fueron *Eleutherodactylus palmeri*, y *E. erythropleura*, con 337 y 184 registros respectivamente, cabe destacar que estas especies fueron registradas durante los tres períodos de tiempo que abarcó este estudio, además, siempre fueron especies abundantes; otras especies como *Bolitoglossa walkeri*, *Cochranella ignota*, *E. brevifrons*, *E. gracilis*, *E. mantipus*, *E. thectopternus* y *E. nigrum*, tuvieron registros entre 75 y 24 y con abundancias variables, el resto de las especies, nueve en total presentaron menos de diez registros y se consideraron como especies poco comunes (Tabla 3, Anexo D y E), entre las cuales se destaca la cecilia *Epicrionops bicolor* de la cual tan solo se conoce un ejemplar del año 1992.

Tabla 3. Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de anfibios registradas en el área SASP. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

ESPECIE	1965-1981	1982-1998	1999-2006	Reg. Totales
ORDEN GYMNOPIHONA				
Rhinatrematidae				
<i>Epicrionops bicolor</i>	0	1	0	1
ORDEN CAUDATA				
Plethodontidae				
<i>Bolitoglossa walkeri</i>	1	2	4	75
<i>Bolitoglossa sp nov</i>	1	1	0	2
ORDEN ANURA				
Amphignathodontidae				
<i>Gastrotheca antomia</i>	0	1	1	2
Brachycephalidae				
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	4	1	2	42
<i>Eleutherodactylus calcaratus</i>	2	0	1	12
<i>Eleutherodactylus cerastes</i>	0	1	1	6
<i>Eleutherodactylus erythropleura</i>	3	4	4	184
<i>Eleutherodactylus gracilis</i>	0	4	1	35
<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>	0	1	1	2
<i>Eleutherodactylus mantipus</i>	1	2	2	30
<i>Eleutherodactylus molybrignus</i>	0	0	2	9
<i>Eleutherodactylus orpacobates</i>	0	1	2	8
<i>Eleutherodactylus palmeri</i>	3	4	4	337
<i>Eleutherodactylus ruizi</i>	0	1	1	2
<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>	1	3	3	44
<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i>	1	3	0	24
<i>Eleutherodactylus sp</i>	1	1	2	17
Centrolenidae				
<i>Cochranella ignota</i>	0	3	1	34
<i>Cochranella savagei</i>	0	0	1	3
Dendrobatidae				
<i>Colostethus fraterdanieli</i>	0	1	1	4
<i>Hyloxalus (Colostethus) fascianiger</i>	0	1	0	2

En forma general los rangos de abundancia relativa total muestran que el área SASP esta compuesta en su gran mayoría por especies poco comunes, las cuales se caracterizan por ser animales poco conspicuos, fosoriales o de hojarasca, y algunos como: *Colostethus fraterdanieli*, *Cochranella savagei*, *Gastrotheca antomia*, e *Hyloxalus fascianiger* son especies con gran afinidad con las fuentes de agua y/o zonas de alta humedad dentro de los bosques y que corresponden al

43% del total de especies para el área, seguida por un 38% de especies abundantes, en general especies de hábitos arbustivos y en algunos casos terrestres, casi todas de desarrollo directo, excepto por *C. ignota* especie asociada a quebradas y que fue registrada en varias de las fuentes de agua del área de estudio, durante todo el período de tiempo; el 14% de especies moderadamente comunes, corresponde a tres especies de *Eleutherodactylus*, de interior de bosque, el restante 5% lo conforma solo una especie, *E. w-nigrum*, la cual fue común durante los dos primeros períodos de tiempo (P1 y P2), pero que en el período reciente (P3), no fue registrada. (Figura 4 y Anexo E).

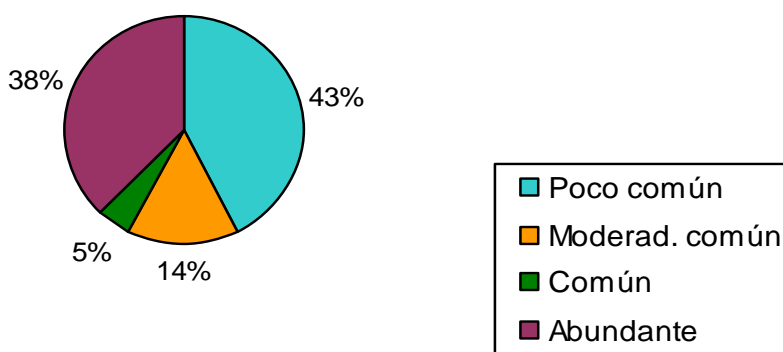


Figura 4. Porcentaje de especies de anfibios para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área SASP. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

Al observar los datos de abundancia relativa para los anfibios en esta área, se tiene que el 30% correspondiente a ocho especies, presentaron valores menores en sus abundancias relativas durante P1 y P2, en comparación con las abundancias relativas actuales (Tabla 3), tres casos llaman la atención, el de *E. gracilis*, especie que en P2 presentó una abundancia relativa de cuatro, con 31 registros y durante los muestreos actuales dicha abundancia relativa paso a ser de

uno, ya que solo se observaron cuatro individuos en el año 1999 y en los últimos muestreos durante los años 2005 y 2006 no fue posible registrar ningún individuo más; algo similar y bastante preocupante sucede con la especie *E. w-nigrum*, para la cual entre P1 y P2 se hicieron 33 registros y durante los muestreos actuales no fue posible registrar ningún individuo. Un último caso que resulta bastante llamativo es el de la especie de rana de cristal *C. savagei*, la cual no había sido registrada en esta zona durante los muestreos anteriores y de la cual se observó un ejemplar en el año 2006.

6.1.2 Reptiles

En el área de SASP se registraron ocho familias de reptiles y un total de 25 especies (Tabla 4), de las cuales nueve corresponden a lagartos y 16 a serpientes.

Tabla 4. Especies de reptiles registrados en el área SASP.

SUBORDEN SAURIA	SUBORDEN SERPENTES	
Gekkonidae	Colubridae	Leptotyphlopidae
<i>Lepidoblepharis duolepis</i>	<i>Atractus loveridgei</i>	<i>Leptotyphlops nicefori</i>
Gymnophthalmidae	<i>Chironius monticola</i>	Elapidae
<i>Cercosaura (Prionodactylus) vertebralis</i>	<i>Chironius carinatus</i>	<i>Micrurus mipartitus</i>
<i>Proctopurus laevis</i>	<i>Dendrophidion bivittatus</i>	Viperidae
<i>Ptychoglossus stenolepis</i>	<i>Dipsas santicjoanis</i>	<i>Bothriechis schlegelli</i>
Scincidae	<i>Dipsas sp</i>	
<i>Mabuya mabouya</i>	<i>Erythrolamprus bizona</i>	
Polycrothidae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	
<i>Norops (Anolis) antonii</i>	<i>Liophis epinephellus</i>	
<i>Anolis eulaemus</i>	<i>Mastigodryas pulchriceps</i>	
<i>Anolis (Phenacosaurus) heterodermus</i>	<i>Sibon nebulata</i>	
<i>Anolis ventrimaculatus</i>	<i>Tantilla longifrontalis</i>	
	<i>Urotheca lateristriga</i>	

Al comparar la riqueza de especies entre períodos de tiempo puede observarse que no hubo una variación muy marcada en la cantidad de especies registradas en cada uno de los períodos (Anexo B), durante los primeros años (P1:1965-1981) se registraron 12 especies, 48% del total y 61 individuos; para el período reciente (P3:1999-2006), se reportaron 14 especies y 96 ejemplares, correspondientes al 56% y se destaca el período intermedio (P2:1982-1998), durante el cual fue posible registrar el 72% de las especies para la zona, un total de 18, pero tan solo 32 individuos (Figura 5).

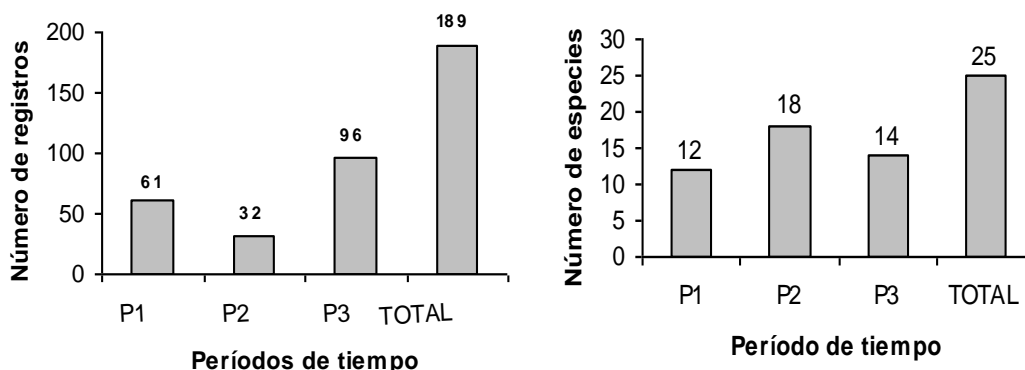


Figura 5. Número de registros y especies de reptiles reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área SASP.

Los cálculos del índice de diversidad de Shannon Wiener para los diferentes grupos muestran que durante los años intermedios la diversidad de reptiles fue mucho mayor que la registrada durante los años iniciales y recientes, pese a que durante este grupo de años, se colectó menor cantidad de individuos en comparación con los otros dos grupos (Tabla 4). Al comparar estos índices se obtuvo que la diversidad de reptiles en el período intermedio resultó ser

significativamente mayor que la del periodo inicial (**P1-P2**: $t = -4,836$; $GL=1$; $p= 5,27E-6$) y que la diversidad de especies de reptiles en el período reciente (**P2-P3**: $t = 4,786$; $GL=1$; $p= 5,89E-6$) e intermedio; pero no existieron diferencias entre las diversidades encontradas en el período inicial y reciente (P1-P3); estos valores reflejan el hecho de que dado el alto nivel de cripticismo de los reptiles, esfuerzos de muestreo mayores podrían permitir aumentar la cantidad de especies e individuos en una área boscosa como el bosque de San Antonio.

Tabla 5. Índice de diversidad, H' : Shannon Wiener, para la comunidad de reptiles a lo largo del tiempo en el área SASP.

	P1: 1965 - 1981	P2: 1982 - 1998	P3: 1999 - 2006
No Individuos	61	32	96
Riqueza spp	12	18	14
H'	1.4114	2.4664	1.5273

La similitud de la riqueza de especies entre períodos de tiempo medida por medio del índice de Jaccard muestra que el período inicial compartió siete especies de reptiles con el período intermedio (P1-P2, $I_j=0,368$) y también con el período reciente (P1-P3, $I_j=0,304$), el par de períodos con una similitud más alta en cuanto al número de especies de reptiles compartidas fueron el intermedio y reciente (P2-P3) cuya similitud no fue muy alta ($I_j= 0,455$), pero si superior a la presentada por los otros períodos.

Para los reptiles en la zona de SASP, fue la familia Colubridae la que presentó la mayor riqueza con un total de 12 especies, lo que corresponde al 48% del total, seguida por los lagartos de la familia Polycrothidae con cuatro especies, el 16%; para el resto de las familias se registraron entre una y tres especies (Figura 6).

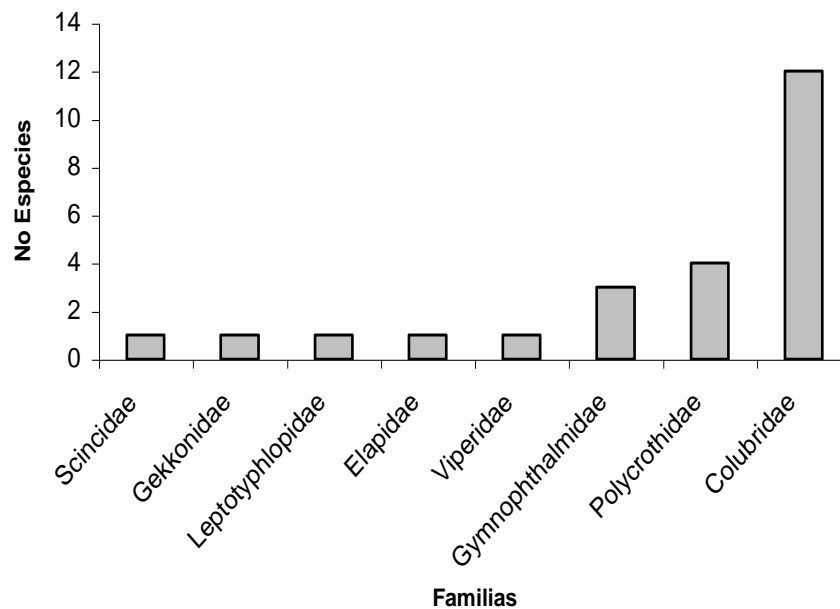


Figura 6. Riqueza de especies para cada una de las familias de reptiles registradas en el área SASP.

En la zona de San Antonio, fueron los lagartos los que presentaron mayor cantidad de registros; la especie *Anolis ventrimaculatus*, con un total de 94 fue la más abundante, cabe destacar que esta fue la única especie entre los reptiles que fue calificada dentro del rango de abundante, con calificación de cuatro, con más de 25 registros, en dos de los períodos de tiempo, iniciales y recientes, durante el período intermedio tuvo una abundancia relativa de uno, es decir entre uno y cuatro registros nada más; otras de las especies más representadas fueron

Norops antonii y *Cercosaura vertebralis*, que tuvieron 16 y 14 registros respectivamente; el resto de especies de lagartos y todas las especies de serpientes tuvieron menos de diez registros y sus abundancias relativas estuvieron en los rangos poco común y moderadamente común, es más el 25% de las especies, siete en total, tan solo fueron registradas una vez durante los cuarenta años que abarca el rango de este estudio; los resultados anteriores no son raros si se tiene en cuenta el alto grado de cripticismo de la gran mayoría de los reptiles y de lo difícil que resulta registrarlos (Tabla 6 y Anexo D).

Lo anterior es corroborado con los índices de abundancia relativa total, estos nos muestran la localidad SASP como un sitio con una gran mayoría, de especies poco comunes, un 72%, es decir aquellas para las cuales se tuvieron menos de cinco registros, seguida por un 25% moderadamente comunes y un 4% para dos especies respectivamente, catalogadas como comunes y abundantes (Figura 7 y Anexo E).

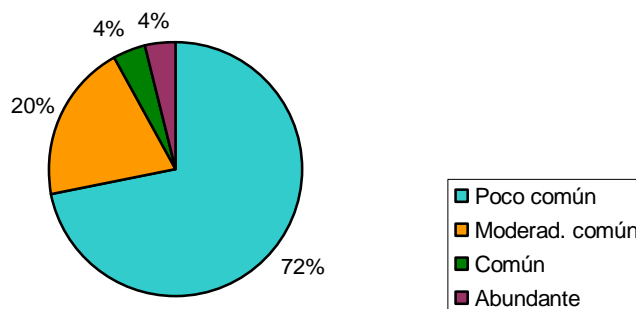


Figura 7. Porcentaje de especies de reptiles para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área SASP. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

Tabla 6. Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de reptiles registradas en el área SASP. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

ESPECIE	1965-1981	1982-1998	1999-2006	Reg. Totales
SUBORDEN SAURIA				
Gekkonidae				
<i>Lepidoblepharis duolepis</i>	0	1	1	5
Gymnophthalmidae				
<i>Cercosaura (Prionodactylus) vertebralis</i>	2	1	2	14
<i>Proctopurus laevis</i>	1	0	0	1
<i>Ptychoglossus stenolepis</i>	1	0	1	3
Scincidae				
<i>Mabuya mabouya</i>	0	0	1	1
Polycrothidae				
<i>Anolis eulaemus</i>	0	0	1	3
<i>Anolis (Phenacosaurus) heterodermus</i>	0	1	1	7
<i>Anolis ventrimaculatus</i>	4	1	4	94
<i>Norops (Anolis) antonii</i>	1	1	2	16
SUBORDEN SERPENTES				
Leptotyphlopidae				
<i>Leptotyphlops nicefori</i>	1	0	0	1
Colubridae				
<i>Atractus loveridgei</i>	0	1	1	2
<i>Chironius monticola</i>	1	1	0	3
<i>Chironius carinatus</i>	0	1	0	1
<i>Dendrophidion bivittatus</i>	0	1	0	1
<i>Dipsas santicjoanis</i>	0	1	1	1
<i>Dipsas sp</i>	0	1	0	1
<i>Erythrolamprus bizona</i>	1	1	0	2
<i>Lampropeltis triangulum</i>	0	1	0	3
<i>Liophis epinephellus</i>	2	2	1	14
<i>Mastigodryas pulchriceps</i>	0	1	0	2
<i>Sibon nebulata</i>	0	1	1	2
<i>Tantilla longifrontalis</i>	0	1	0	3
<i>Urotheca lateristriga</i>	1	0	0	1
Elapidae				
<i>Micrurus mipartitus</i>	1	1	1	4
Viperidae				
<i>Bothriechis schlegelli</i>	1	0	1	4

En el área SASP nueve especies, que corresponde al 36% del total de las registradas para la zona, presentaron abundancias relativas menores durante los muestreos recientes, que las registradas en los años anteriores (Figura 5), es el

caso de especies de serpientes como *Chironius monticola*, *C. carinatus*, *Dendrophidion bivittatus*, *Erythrolamprus bizona*, *Lampropeltis triangulum*, entre otras, que no se registraron en los últimos muestreos, pero que refuerzan la idea de lo difícil que resulta registrar este grupo de animales cuyos hábitos y estrategias de vida los hacen poco conspicuos y que requieren de metodologías de muestreo más elaboradas así como más horas hombre de trabajo. Vale la pena destacar que dos especies de lagartos una de hábitos terrestres y de difícil localización, *Mabuya mabouya* y otra de hábitos arbóreos, *Anolis eulaemus*, fueron registradas por primera vez durante los muestreos recientes.

6.2 Área Km 18 - Chicoral

6.2.1 Anfibios

En el área del KM18CH se hicieron 1592 reportes de anfibios y se registraron ocho familias, para un total de 31 especies (Tabla 7), entre las cuales hay una especie de cecilia, dos de salamandras y 28 de anuros.

Al igual que lo ocurrido en el área de SASP, al comparar entre períodos de tiempo, se observa que durante el período intermedio (P2), entre 1982 a 1998, se registro la mayor cantidad de especies de anfibios con un total de 30 especies, lo que corresponde al 88.2% del total de especies y un número bastante grande (1181) de ejemplares reportados; durante el período reciente (P3), de 1999 hasta la actualidad, se reporta el 47% de las especies, un total de 16, con 397 individuos;

en tanto que durante el primer período de años (P1:1965-1981), tan solo se registraron seis especies, el 17.6% del total y un número bajísimo de individuos, solo 14, en comparación con los otros períodos de tiempo (Figura 8 y Anexo C), cabe anotar que este bajo número de registros se debe principalmente a la poca cantidad de muestreos que se reportan durante estos primeros años, seis en total y los cuales son en su mayoría reportes aislados de visitantes ocasionales de la zona.

Tabla 7. Especies de anfibios registradas en el área KM18CH.

ORDEN GYMNOPIHIONA	ORDEN ANURA	ORDEN ANURA
Rhinatreinatidae	Amphignathodontidae	Brachycephalidae
<i>Epicrionops bicolor</i>	<i>Gastrotheca antomia</i>	<i>Eleutherodactylus acatallelus</i>
ORDEN CAUDATA	Bufonidae	<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>
Plethodontidae	<i>Atelopus longirostris</i> *	<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>
<i>Bolitoglossa walkeri</i>	<i>Chaunus (Bufo) marinus</i>	<i>Eleutherodactylus calcaratus</i>
<i>Bolitoglossa sp nov</i>	Centrolenidae	<i>Eleutherodactylus chrysops</i>
	<i>Cochranella ignota</i>	<i>Eleutherodactylus erythropleura</i>
	<i>Cochranella savagei</i>	<i>Eleutherodactylus gracilis</i>
	<i>Centrolene geckoideum</i>	<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>
	Dendrobatidae	<i>Eleutherodactylus mantipus</i>
	<i>Hyloxalus (Colostethus) abditaurantius</i>	<i>Eleutherodactylus molybrignus</i>
	<i>Hyloxalus (Colostethus) fascianiger</i>	<i>Eleutherodactylus orpacobates</i>
	<i>Hyloxalus (Colostethus) lehmanni</i>	<i>Eleutherodactylus palmeri</i>
	<i>Ranitomeya bombetes</i>	<i>Eleutherodactylus platyichilus</i>
	Hylidae	<i>Eleutherodactylus ruizi</i>
	<i>Dendropsophus columbianus</i>	<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>
	<i>Hyloscirtus alytolylax</i>	<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i>

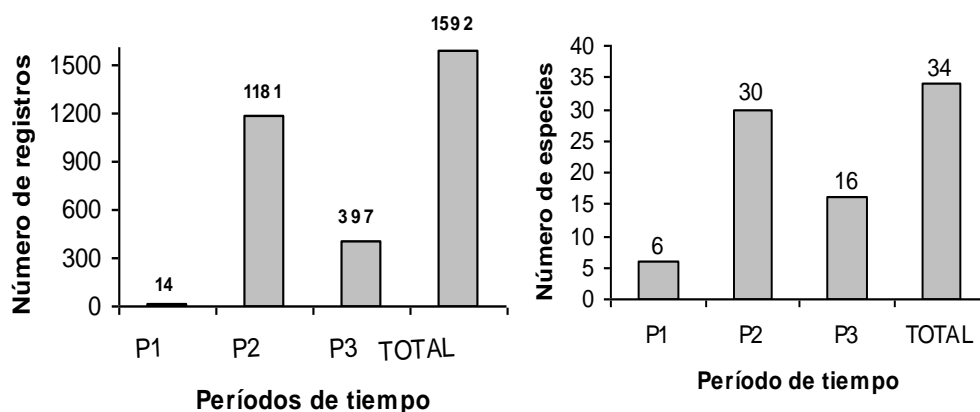


Figura 8. Número de registros y especies de anfibios reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área KM18CH.

Esto concuerda con lo obtenido al calcular el índice de Shannon Wiener para cada uno de los períodos de tiempo, se observa que efectivamente el período entre 1982 y 1999, presenta la diversidad de especies de anfibios más alta, seguida por los muestreos recientes y con el menor índice de diversidad de especies, los muestreos más antiguos (Tabla 8).

Tabla 8. Índice de diversidad, H' : Shannon Wiener, para la comunidad de anfibios a lo largo del tiempo en el área KM18CH.

	P1: 1965 - 1981	P2: 1982 - 1998	P3: 1999 - 2006
No Individuos	14	1165	389
Riqueza spp	6	30	16
H'	1.4329	2.4809	1.8983

Al comparar los índices de diversidad entre los períodos de tiempo, se obtuvo que hay diferencias entre todos ellos, para el caso del índice de diversidad del período inicial (P1) en comparación con el del período intermedio (P2) ($t = -5,589$; $GL=1$; $p = 5,49E-5$) y con el del período reciente (P3) ($t = -2,408$; $GL=1$; $p = 0,027$), el período intermedio resultó tener un índice de diversidad de especies de anfibios mucho mayor, esto se debe a la diferencia en el esfuerzo de muestreo, que se ve reflejada en la cantidad de ejemplares y especies registradas; en tanto que la diferencia observada en la diversidad de los muestreos intermedios y recientes ($t = 9,232$; $GL=1$; $p = 3,79E-19$), se debe en gran medida a la ausencia o disminución de registros de algunas especies durante los últimos muestreos.

Lo anterior es corroborado con el índice de similitud de Jaccard que muestra que los dos grupos más relacionados son el período intermedio y reciente (P2-P3) ($I_j = 0,5$), los cuales compartieron 16 especies de anfibios, seguidos por el período inicial comparados con el intermedio (P1-P2) ($I_j = 0,088$) y reciente (P1-P3) ($I_j = 0,095$), que tan solo compartieron dos y tres especies de anfibios respectivamente.

En el área KM18CH, la familia de anfibios mejor representada es Brachycephalidae con 16 especies, que corresponde al 55.8% de todas las registradas en esta área, esta familia está compuesta por animales de hábitos terrestres y/o arbustivos que habitan el interior del bosque y algunas ocasiones los bordes y con desarrollo directo; seguida por las familias Dendrobatidae, con cuatro especies, el 11.7%, Centrolenidae con tres especies correspondiente al 8.8% y las familias Bufonidae, Plethodontidae, Amphignathodontidae y Rhinatrematidae, las

dos primeras con dos especies cada una y las otras dos con solo una, para un total de representatividad del 23.7% entre las cuatro familias (Figura 9).

Las especies de anfibios más abundante en esta zona fueron *Eleutherodactylus erythropleura* y *E. palmeri*, con 320 y 307 registros respectivamente y aparecieron representadas en todos los años del estudio, aunque fueron más abundantes durante los últimos dos períodos, esto coincide con lo observado en el área de SASP.

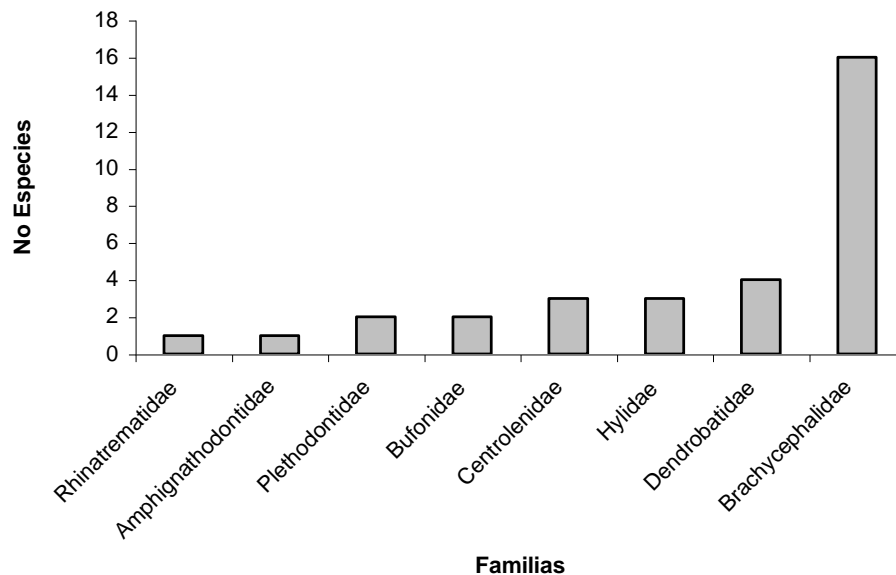


Figura 9. Riqueza de especies para cada una de las familias de anfibios registradas en el área KM18CH.

Otra de las especies con más registros fue la rana de cristal *Cochranella ignota*, de la cual se reportaron 259 individuos, estos datos corresponde en su mayoría a registros hechos por un solo investigador (Restrepo 1997), durante el desarrollo de un trabajo específico de reproducción de esta especie. Las especies *Bolitoglossa*

walkeri, *E. gracilis*, *E. juanchoi*, *E. mantipus*, *E. orpacobates*, *E. thectopternus* y *E. w-nigrum*, fueron también abundantes, con registros entre 50 y 93, otro grupo de especies compuesto por *Chaunus (Bufo) marinus*, *C. savagei*, *Dendropsophus columbianus*, *E. brevifrons* y *E. calcaratus* tuvieron entre 25 y 50 registros; el resto de las especies, diez y seis, tuvieron menos de 20 registros (Tabla 9 y Anexo E).

Algunos registros únicos llaman la atención, como el caso de un ejemplar del año 1981, de la Rana Arlequín *Atelopus longirostris* (UVC 6324), colectado en una quebrada en el área de la carretera del Km 18 a Dapa, en donde pese al intenso esfuerzo de muestreo en años posteriores no se volvió a registrar la especie; adicionalmente, este único ejemplar se encuentra desaparecido por lo cual no puede corroborarse la identificación y la veracidad del registro se pone en duda. Otro registro curioso y único para esta zona lo constituye un ejemplar de la Rana Rubí *Ranitomeya bombetes* (UVC 6431), el cual fue colectado en la carretera que va del Km 18 hacia Dapa también en el año 1981 y que se encuentra depositado en la Colección de Anfibios y Reptiles de la Universidad del Valle, pese a que el reporte no es extraño dada la distribución de la especie en otras áreas de la cordillera Occidental, resulta curioso que no se tengan más registros de la especie en esta área.

Los rangos de abundancia relativa total muestran que el área KM18CH esta compuesta por un 48% de especies abundantes cuyos registros fueron superiores a 25 llegando incluso a más de 300 y un 39% de especies poco comunes que tan solo se tuvieron hasta cuatro registros. De las cuatro especies restantes,

Tabla 9. Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de anfibios registradas en el área KM18CH. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

ESPECIE	1965-1981	1982-1998	1999-2006	Reg. Totales
ORDEN GYMNOPTIONA				
Rhinatrematidae				
<i>Epicrionops bicolor</i>	0	1	1	3
ORDEN CAUDATA				
Plethodontidae				
<i>Bolitoglossa walkeri</i>	0	4	1	54
<i>Bolitoglossa</i> sp nov	0	2	0	8
ORDEN ANURA				
Amphignathodontidae				
<i>Gastrotheca antomia</i>	0	1	0	2
Bufo				
<i>Atelopus longirostris</i> *	1	0	0	1
<i>Chaunus (Bufo) marinus</i>	0	1	4	28
Brachycephalidae				
<i>Eleutherodactylus acatallelus</i>	0	1	0	1
<i>Eleutherodactylus brevifrons</i>	0	3	2	33
<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>	0	1	0	2
<i>Eleutherodactylus calcaratus</i>	0	3	2	32
<i>Eleutherodactylus chrysops</i>	0	1	0	1
<i>Eleutherodactylus erythropleura</i>	1	4	4	320
<i>Eleutherodactylus gracilis</i>	0	4	0	63
<i>Eleutherodactylus juanchoi</i>	0	4	1	51
<i>Eleutherodactylus mantipus</i>	0	4	2	80
<i>Eleutherodactylus molybrignus</i>	0	0	1	1
<i>Eleutherodactylus orpacobates</i>	0	4	4	98
<i>Eleutherodactylus palmeri</i>	1	4	4	307
<i>Eleutherodactylus platytilus</i>	0	1	0	1
<i>Eleutherodactylus ruizi</i>	0	1	0	3
<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>	1	4	0	55
<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i>	0	4	0	52
<i>Eleutherodactylus</i> sp	0	3	1	19
Centrolenidae				
<i>Cochranella ignota</i>	0	4	3	259
<i>Cochranella savagei</i>	0	3	2	41
<i>Centrolene geckoideum</i>	0	2	0	8
Dendrobatidae				
<i>Hyloxalus (Colostethus) abditaurantius</i>	0	2	1	8
<i>Hyloxalus (Colostethus) fascianiger</i>	0	1	0	4
<i>Hyloxalus (Colostethus) lehmanni</i>	0	1	0	1
<i>Ranitomeya (Dendrobates) bombetes</i>	1	0	0	1
Hylidae				
<i>Dendropsophus (Hyla) columbianus</i>	0	2	3	35
<i>Hyloscirtus (Hyla) alytolylax</i>	0	2	1	16

Bolitoglossa sp nov., *Hyloxalus abditaurantius* y *Centrolene geckoideum* fueron moderadamente comunes e *Hyloscirtus alytolylax*, hylido asociado a con quebradas, fue la única especie catalogada como común (Figura 10 y Anexo E).

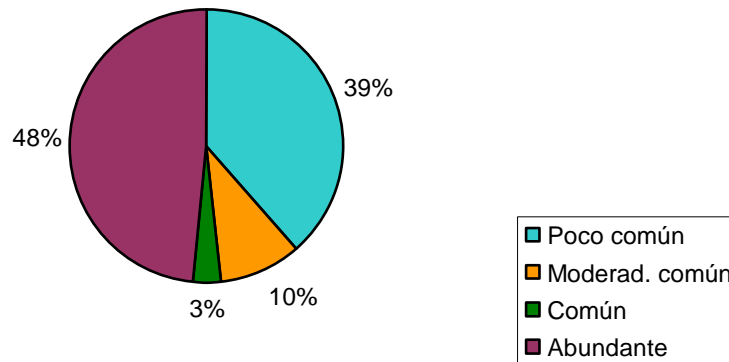


Figura 10. Porcentaje de especies de anfibios para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área KM18CH. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

En el KM18CH se observó que la abundancia relativa de las especies de anfibios registradas cambio a lo largo del tiempo, solo para tres casos: *Chuaunus (Bufo) marinus*, *D. columbianus* y *E. molybrignus*, la abundancia aumento, podría considerarse que no por que las poblaciones de estas especies hayan aumentado en tamaño, sino mas bien porque durante los últimos muestreos por lo menos las dos primeras especies empezaron a ser registradas en las libretas de campo e informes de jornadas de trabajo, pues dado que dichas especies son de amplia distribución y bastante comunes, en muchas ocasiones los investigadores no las mencionan en sus informes originando inconsistencias en la información histórica; sin embargo no se puede descartar la posibilidad de que posiblemente los cambios en la estructura del hábitat pueden haber favorecido la presencia y

abundancia de estas especies. El caso de *E. molybrignus* es completamente diferente, pues esta es una especie poco común y fácil de confundir con otro de los anuros abundantes de la zona, *E. palmeri*, lo que pudo haber ocurrido durante los muestreos de años anteriores.

Para el 12% de las especies, cuatro en total, la abundancia relativa se mantuvo constante, tres de las cuales son especies bastantes comunes en zonas de bosques andinos medianamente intervenidos, *E. palmeri*, *E. erythropleura* y *E. orpacobates*, y la otra es la especie de cecilia, *Epicrionops bicolor*, que es muy difícil de observar, debido a sus hábitos fosoriales, aunque se destaca el único registro (UVC 13646) para una larva de esta especie que se conoce y que fue colectada en el río Bitáco en 1989.

6.2.2 Reptiles

En el área de KM18CH se registraron 535 ejemplares de reptiles, pertenecientes a seis familias, con un total de 31 especies (Tabla 10), de las cuales 11 corresponden a lagartos y 20 a serpientes.

Al comparar la riqueza de especies entre períodos de tiempo puede observarse que hubo una variación muy marcada en la cantidad de especies registradas en cada uno de los períodos (Figura 11 y Anexo C), durante el período inicial desde 1965 a 1981 (P1), se registraron seis especies, tan solo el 19.3% del total y así mismo la cantidad de ejemplares reportadas fue baja solo, 16; en el período intermedio (P2) entre 1982 y 1998, la riqueza fue alta y se reporto el 71% de las

especies, 22 en total y 319 ejemplares registrados; para el período reciente (P3) de 1999 hasta el momento, se lograron registrar 15 especies, un 48.3 % de todas las especies registradas y un total de 200 individuos.

Tabla 10. Especies de reptiles registrados en el área KM18CH.

SUBORDEN SAURIA	SUBORDEN SERPENTES	SUBORDEN SERPENTES
Gekkonidae	Leptotyphlopidae	Colubridae
<i>Lepidoblepharis duolepis</i>	<i>Leptotyphlops joshuai</i>	<i>Atractus crassicaudatus</i>
Gymnophthalmidae	<i>Leptotyphlops macrolepis</i>	<i>Atractus loveridgei</i>
<i>Anadia planiceps</i> sp nov.	Elapidae	<i>Atractus</i> sp A
<i>Cercosaura (Prionodactylus) vertebralis</i>	<i>Micrurus mipartitus</i>	<i>Chironius monticola</i>
<i>Proctopurus laevis</i>		<i>Clelia clelia</i>
<i>Ptychoglossus stenolepis</i>		<i>Dendrophidion bivittatus</i>
Polycrothidae		<i>Diaphorolepis wagneri</i>
<i>Anolis calimae</i>		<i>Dipsas</i> sp
<i>Anolis eulaemus</i>		<i>Erythrolamprus bizona</i>
<i>Anolis (Phenacosaurus) heterodermus</i>		<i>Imantodes cenchoa</i>
<i>Anolis propinchus</i>		<i>Lampropeltis triangulum</i>
<i>Anolis ventrimaculatus</i>		<i>Liophis cobella</i>
<i>Norops (Anolis) antonii</i>		<i>Liophis epinephellus</i>
		<i>Oxyrhopus petola</i>
		<i>Saphenophis</i> sp
		<i>Tantilla longifrontalis</i>
		<i>Urotheca lateristriga</i>

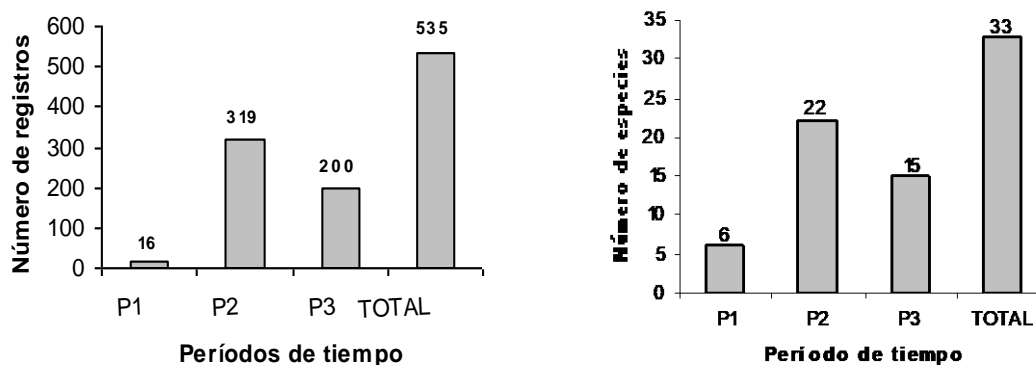


Figura 11. Número de registros y especies de reptiles reportadas durante los tres períodos de tiempo (P1: 1965-1981, P2: 1982-1998, P3: 1999-2006) en el área KM18CH.

Los cálculos del índice de diversidad de Shannon Wiener para los diferentes períodos de tiempo muestra que durante el período inicial se presentó el mayor valor de índice de diversidad, para los reptiles en la zona del KM18CH, esto pese a que durante este período la cantidad de registros fue baja respecto a los otros períodos de tiempo (Tabla 11).

Tabla 11. Índice de diversidad, H': Shannon Wiener, para la comunidad de reptiles a lo largo del tiempo en el área KM18CH.

	P1: 1965 - 1981	P2: 1982 - 1998	P3: 1999 - 2006
No Individuos	16	319	200
Riqueza spp	6	22	15
H'	1.2071	0.8485	0.9352

Los períodos intermedio y reciente tuvieron índices de diversidad bastante bajos, durante estos períodos de tiempo llama la atención la gran cantidad de individuos registrados y el bajo índice de diversidad, esto se debe a que más del 80% de los registros pertenecen a una sola especie, el lagarto *A. ventrimaculatus*.

Al comparar los índices de diversidad de especies de reptiles, se pudo determinar que no existen diferencias entre la diversidad encontrada en los diferentes períodos de tiempo, esto se debe al alto nivel de dominancia que presenta la especie *A. ventrimaculatus* y el reducido número de registros del resto de las especies de reptiles.

De acuerdo con lo obtenido al calcular el índice de similitud de Jaccard, los dos períodos que comparten mayor número de especies de reptiles son el intermedio y el reciente (P2-P3, $I_j=0,3$) con nueve especies en común; el período inicial con los períodos intermedio y reciente compartieron tan solo tres especies de reptiles (P1-P2, $I_j= 0,111$ y P1-P3, $I_j= 0,167$).

Al igual que para la zona de SASP, en el área del KM18CH la familia de reptiles con más riqueza de especies fue Colubridae con un total de 17 especies, lo que corresponde al 54.8% del total, seguida por los lagartos de la familia Polycrothidae con seis especies, el 19.35%; la familia Gymnophthalmidae representó el 12.9%, con cuatro especie, para las otras familias se registraron entre una y dos especies (Figura 12).

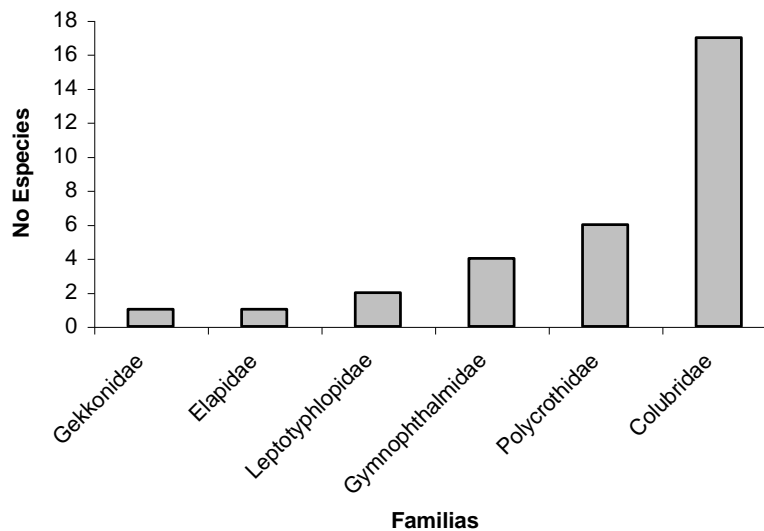


Figura 12. Riqueza de especies para cada una de las familias de reptiles registradas en el área KM18CH.

En la zona del Km 18 y Chicoral, lo más llamativo en cuanto a la representatividad de las especies, fue la cantidad de registros de la especie de lagartos *A. ventrimaculatus*, con un total de 448 lo cual representa el 83.7% de los reptiles reportados en el área durante todo el tiempo del estudio, cabe destacar que esta fue la única especie entre los reptiles que fue calificada dentro del rango de abundante, con calificación de cuatro, durante los dos últimos períodos de tiempo, esta gran cantidad de registros puede ser explicado tal vez, por el alto esfuerzo de muestreo dedicado a localizar esta especie durante el año de 1997, debido a la realización de un trabajo de grado (Echeverry 1996) que buscaba definir el grado de fidelidad de percha de esta especie de lagartos; un grupo de especies, compuesto por los lagartos *C. vertebralis*, *A. antonii*, *A. eulaemus*, *A. maculiventris* y la serpiente *C. monticola*, fueron por lo menos durante uno de los períodos de tiempo especies moderadamente comunes, del resto de las especies, se tienen menos de cuatro registros en cada uno de los períodos de tiempo, lo que demuestra lo difícil que puede ser detectar estos grupos de animales, debido tal vez a sus bajas densidades y a los hábitos crípticos característicos de la gran mayoría de especies de reptiles (Tabla 12 y Anexo D).

Vale la pena mencionar que en el área se colectaron muertos en la carretera los dos primeros ejemplares de una nueva especie de lagarto del género *Anadia* que esta en proceso de ser descrita (Bolívar *et al.* en preparación).

Tabla 12. Abundancia relativa por períodos de tiempo y número de registros totales para cada una de las especies de reptiles registradas en el área KM18CH. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

ESPECIE	1965-1981	1982-1998	1999-2006	Reg. Totales
SUBORDEN SAURIA				
Gekkonidae				
<i>Lepidoblepharis duolepis</i>	0	1	1	4
Gymnophthalmidae				
<i>Anadia planiceps</i> sp nov.	0	1	0	2
<i>Cercosaura (Prionodactylus) vertebralis</i>	1	1	2	14
<i>Proctopurus laevis</i>	0	1	1	4
<i>Ptychoglossus stenolepis</i>	0	0	1	2
Polycrothidae				
<i>Anolis calimae</i>	0	0	1	2
<i>Anolis eulaemus</i>	0	2	2	11
<i>Anolis (Phenacosaurus) heterodermus</i>	0	1	0	1
<i>Anolis propinchus</i>	0	0	1	1
<i>Anolis ventrimaculatus</i>	2	4	4	448
<i>Norops (Anolis) antonii</i>	0	0	2	9
SUBORDEN SERPENTES				
Leptotyphlopidae				
<i>Leptotyphlops joshuai</i>	1	0	0	1
<i>Leptotyphlops macrolepis</i>	0	1	0	2
Colubridae				
<i>Atractus crassicaudatus</i>	0	1	0	1
<i>Atractus loveridgei</i>	0	1	1	3
<i>Atractus</i> sp	0	1	0	2
<i>Chironius monticola</i>	0	2	1	7
<i>Clelia clelia</i>	0	1	0	1
<i>Dendrophidion bivittatus</i>	1	0	0	2
<i>Diaphorolepis wagneri</i>	0	1	0	1
<i>Dipsas santicjoanis</i>	0	0	0	0
<i>Dipsas</i> sp	0	1	0	1
<i>Erythrolamprus bizona</i>	1	0	0	2
<i>Imantodes cenchoa</i>	0	0	1	1
<i>Lampropeltis triangulum</i>	0	0	1	1
<i>Liophis epinephellus</i>	1	1	1	6
<i>Oxyrhopus petola</i>	0	1	0	1
<i>Saphenophis</i> sp	0	1	0	1
<i>Tantilla longifrontalis</i>	0	1	0	1
<i>Urotheca lateristriga</i>	0	1	0	1
Elapidae				
<i>Micrurus mipartitus</i>	0	1	1	2

Así mismo los índices de abundancia relativa total, muestran que el 79% de la especies de reptiles de la zona del KM18CH son categorizadas como poco comunes, es decir que tuvieron menos de cinco registros, seguidas por un 18% de especies moderadamente comunes y un 3% de solo una especie catalogada como abundante, esta fue el lagarto *A. ventrimaculatus* (Figura 13 y Anexo E).

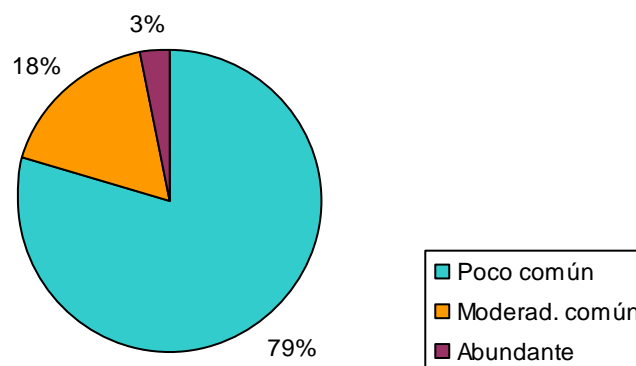


Figura 13. Porcentaje de especies de reptiles para cada uno de los rangos de abundancia relativa en el área KM18CH. Poco común: (1-4 reg.), Moderadamente común (5-15 reg.), Común (16-25 reg.), Abundante (26 o más reg.).

El 21% de las especies de reptiles del área, aumentaron sus índices de abundancia relativa durante los muestreos más recientes, es mas casi todas estas especies fueron registradas por primera vez durante los últimos años, esto se debe a que en la medida en que se acumulan más horas/hombres de muestreo la probabilidad de ir registrando la totalidad de especies aumentará, más aun para el caso de los reptiles, que son animales muy esquivos y con densidades poblacionales bastante bajas. El 57,5% de las especies disminuyo sus índices de abundancia relativa, cosa que no es extraña si se tiene en cuenta lo que he mencionado anteriormente acerca de los hábitos de los reptiles; las restantes

especies mantuvieron estables sus abundancias. Sin embargo no se puede descartar que los cambios del hábitat a lo largo del tiempo hayan incidido en la desaparición o mantenimiento de las especies.

6.3 Acumulación de especies

La curva de acumulación de especies muestra que durante los primeros 15 años de muestreo en el área del bosque de San Antonio y San Pablo el número de ocho especies de anfibios se mantuvo, pero a partir de ahí se empezaron a adicionar poco a poco las especies, hasta el año 1992 cuando el número se estabilizó en 19, al cual solo se sumó una nueva especie en el año 1999; para los reptiles la acumulación fue más constante, tanto así que al año 1991 ya se había registrado el 92% (23 spp), del total de la diversidad de este grupo de animales, conocidos para estas localidades. Vale la pena destacar que aunque la curva casi se aproxima a la asíntota, aun durante los más recientes muestreos fue posible registrar nuevas especies, lo que sugiere que es posible que el listado para esta área aun no se encuentre completo (Figura 14).

Los primeros registros para el área KM18CH, son del año 1971 para reptiles y 1977 para anfibios, a partir de estos años la curva asciende abruptamente, hasta 1990 cuando el inventario de los anfibios estaba prácticamente completo, con el 91% de las especies reportadas, después de esta época se adicionaron las restantes especies hasta el año 2003 a partir del cual no se reportó ninguna otra diferente, pese al esfuerzo de muestreo de los últimos dos años; para los reptiles

sucedió algo similar y así, en el año de 1995 la curva se estabiliza y durante los últimos dos años se adicionaron cinco especies más a la lista. Aunque durante el último año no se presentaron nuevos reportes para ninguno de los dos grupos, todavía no es posible considerar que el listado este completo (Figura 15).

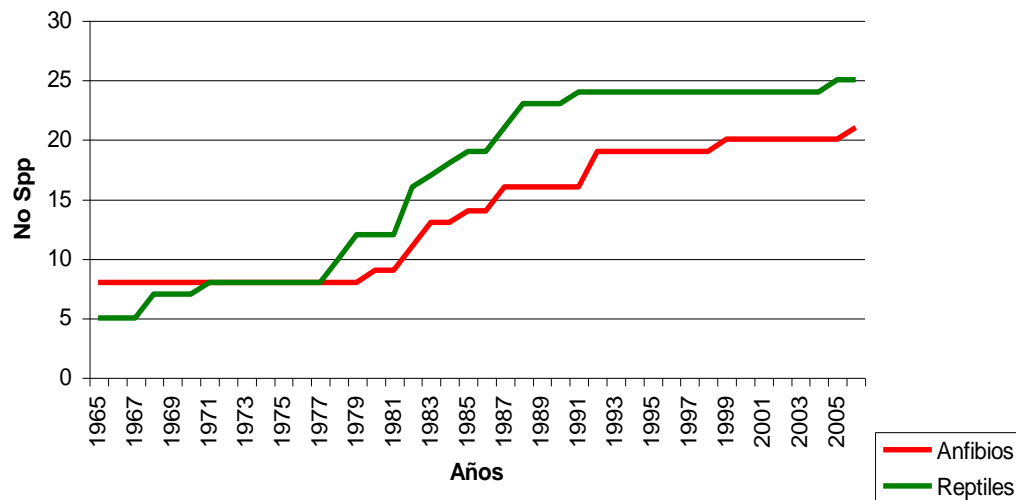


Figura 14. Curva de acumulación de especies de herpetofauna para el área SASP.

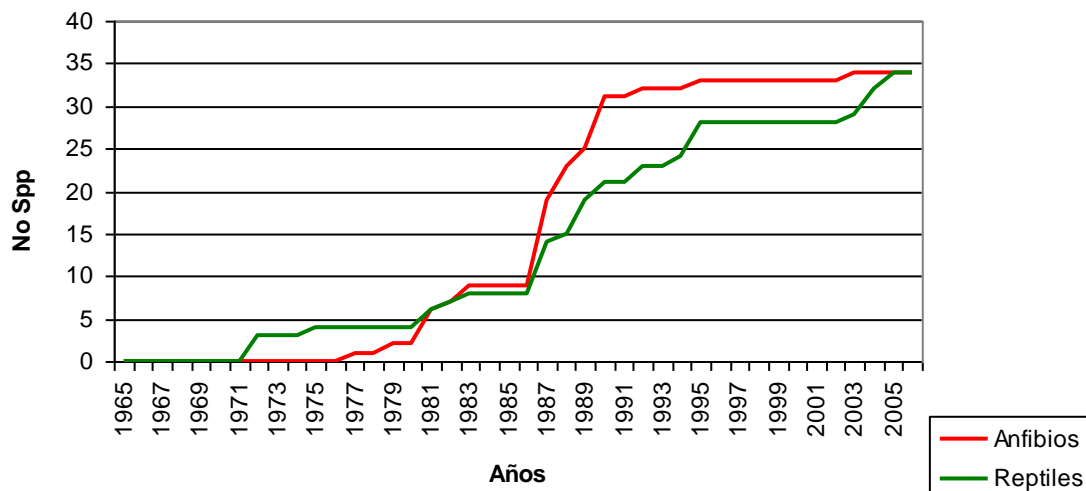


Figura 15. Curva de acumulación de especies de herpetofauna para el área KM18CH.

6.4 Comparación de la diversidad total entre áreas

Se calcularon los índices de diversidad totales para cada una de las áreas de muestreo; para el caso de los anfibios el KM18CH, presentó un índice más alto que SASP, lo cual está sustentado en el hecho de que esta zona corresponde a un bosque mucho más extenso de más de 400h el cual ha sido ampliamente explorado en diferentes localidades a lo largo de estos 40 años. Al comparar las diversidades de estos dos sitios se concluyó que si existen diferencias en la diversidad de especies de anfibios ($t = -10,172$; $p = 1,33E-23$, $GL=1$), entre estos dos sitios.

Tabla 13. Índice de diversidad total, H' : Shannon Wiener, para las comunidades de anfibios y reptiles, en las dos áreas de trabajo SASP y KM18CH.

	SASP		KM18CH	
	Anfibios	Reptiles	Anfibios	Reptiles
No Individuos	873	189	1592	548
Riqueza spp	21	26	34	33
H'	1,9835	2,0518	2,4877	0,9995

Para los reptiles fue el área de SASP la que tuvo un índice de diversidad más alto, pese a que en el área del KM18CH se registraron más especies, aquí hay que tener en cuenta que en una comunidad en la medida que haya más especies y que estas estén más cerca de la equidad en su distribución, mayor será la diversidad (Hair 1987), lo anterior explica lo sucedido en este estudio, pues en el área del KM18CH, aunque se registraron ocho especies más que en SASP, el

81% de los registros correspondieron a una sola especie, *A. ventrimaculatus*, en tanto que en la otra área la mayor parte de los registros se repartieron entre cuatro especies que presentaron abundancias similares entre si. Al comparar los índices de diversidad se corroboró que si existen diferencias entre diversidad de reptiles registrados para las dos áreas ($t= 7,674$; $p= 1,44E-13$, $GL=1$).

6.5 Similitud en la composición de especies entre áreas

Las dos áreas de estudio, SASP y KM18CH, comparten el 54% de las especies de anfibios ($I_j = 0,541$), lo cual evidencia que a pesar de compartir más de la mitad de especies, poseen algunas otras de distribución restringida dentro de los fragmentos, como por ejemplo para el área de SASP el caso de la rana terrestre *E. cerastes*, en el KM18CH se reportaron 15 especies limitadas a esta zona, la mayoría de las cuales están asociadas directamente con fuentes de agua o áreas de alta humedad, condiciones que son más abundantes en esta área (Tabla 14).

Para los reptiles los dos fragmentos SASP y KM18CH compartieron 20 especies ($I_j = 0,488$), es decir el 48,7% de coincidencia entre las dos áreas; igual que lo que sucedió con los anfibios, el área del KM18CH presentó 13 especies limitadas a este fragmento (Tabla 13), es importante resaltar la presencia del lagarto, *Anolis calimae*, el cual poseen rangos de distribución que abarcan en su gran mayoría el piedemonte de la cordillera occidental, esto corrobora que la fauna de este fragmento esta influenciada por especies de zonas bajas.

En general la riqueza de especies de herpetofauna entre los dos sitios presentó 20 especies de anfibios y reptiles coincidentes ($I_j = 0,513$), de las 78 reportadas para esta gran área, esto indica que a pesar de compartir algunas especies, las faunas de los dos fragmentos contienen algunos componentes únicos y dependientes de las características bióticas y abióticas particulares de las dos zonas de estudio.

Tabla 14. Especies de anfibios y reptiles restringidas a cada uno de los fragmentos de estudio, KM18CH y SASP.

KM 18 - Chicoral	San Antonio – San Pablo
ANFIBIOS	
<i>Atelopus longirostris</i> *	<i>Eleutherodactylus cerastes</i>
<i>Chaunus (Bufo) marinus</i>	<i>Colostethus fraterdanieli</i>
<i>Eleutherodactylus acatallelus</i>	
<i>Eleutherodactylus boulengeri</i>	
<i>Eleutherodactylus caprifer</i>	
<i>Eleutherodactylus chrysops</i>	
<i>Eleutherodactylus platytilus</i>	
<i>Eleutherodactylus supernatis</i>	
<i>Centrolene geckoideum</i>	
<i>Hyloxalus (Colostethus) abditaurantius</i>	
<i>Hyloxalus (Colostethus) lehmanni</i>	
<i>Ranitomeya (Dendrobates) bombetes</i>	
<i>Dendropsophus (Hyla) columbianus</i>	
<i>Hyloscirtus (Hyla) alytolylax</i>	
REPTILES	
<i>Anadia planiceps</i> sp nov.	<i>Mabuya mabouya</i>
<i>Anolis calimae</i>	<i>Leptotyphlops nicefori</i>
<i>Anolis propinchus</i>	<i>Chironius carinatus</i>
<i>Leptotyphlops joshuai</i>	<i>Dipsas santicjoanis</i>
<i>Leptotyphlops macrolepis</i>	<i>Mastigodryas pulchriceps</i>
<i>Atractus crassicaudatus</i>	<i>Sibon nebulata</i>
<i>Atractus</i> sp	<i>Bothriechis schlegelli</i>
<i>Clelia clelia</i>	
<i>Diaphorolepis wagneri</i>	
<i>Imantodes cenchoa</i>	
<i>Oxyrhopus petola</i>	
<i>Saphenophis</i> sp	

6.6 Datos de cobertura vegetal

En las fotografías aéreas de tres diferentes años, 1961, 1985 y 1999, suministradas por la CVC, se localizaron y delimitaron los fragmentos de bosque, SASP y KM18CH, como se ve en las figuras 16(A,B,C) y 17 (A,B,C).

Al revisar las fotografías aéreas de área del Bosque de San Antonio y San Pablo, se pudo determinar que durante los últimos cuarenta años ha presentado un proceso de recuperación de ciertas zonas deforestadas en las laderas del cerro de La Horqueta estas zonas corresponde principalmente a los sitios aledaños a la carretera Cali - Buenaventura y el camino que conduce hacia la antena de Telecom, pero sin embargo al hacer la corroboración en campo se pudo observar que dicha regeneración esta compuesta por vegetación herbácea nativa y foránea; esta regeneración es en su gran mayoría con fines ornamentales.

Para el área del Km 18 y Chicoral la situación del bosque es un poco diferente, este gran parche prácticamente no ha cambiado durante estos 40 años, salvo algunos pequeños potreros y zonas de cultivo, establecidas durante los últimos 20 años en el área de Chicoral y por ciertas áreas en los limites sur occidentales del fragmento que se han dado paso a zonas de ganadería y algunos cultivos

Figura 16A. Fotografía aérea de la zona del Bosque de San Antonio y San Pablo.
Año 1961. Escala 1:55:000.

Figura 16B. Fotografía aérea de la zona del Bosque de San Antonio y San Pablo.

Año 1983. Escala 1:44.000.

Figura 16C. Fotografía aérea de la zona del Bosque de San Antonio y San Pablo.
Año 1999. Escala 1:33.000.

Figura 17A. Fotografía aérea de la zona del Kilómetro 18 - Chicoral . Año 1961.

Escala 1:55.000.

Figura 17B. Fotografía aérea de la zona del Kilómetro 18 - Chicoral . Año 1983.

Escala 1:44.000.

Figura 17C. Fotografía aérea de la zona del Kilómetro 18 - Chicoral . Año 1999.

Escala 1:33.000.

6.7 Datos climáticos

El régimen de lluvias bimodal para el área de estudio se grafica a continuación para cada uno de los periodos de tiempo que abarca el estudio (Figura 18).

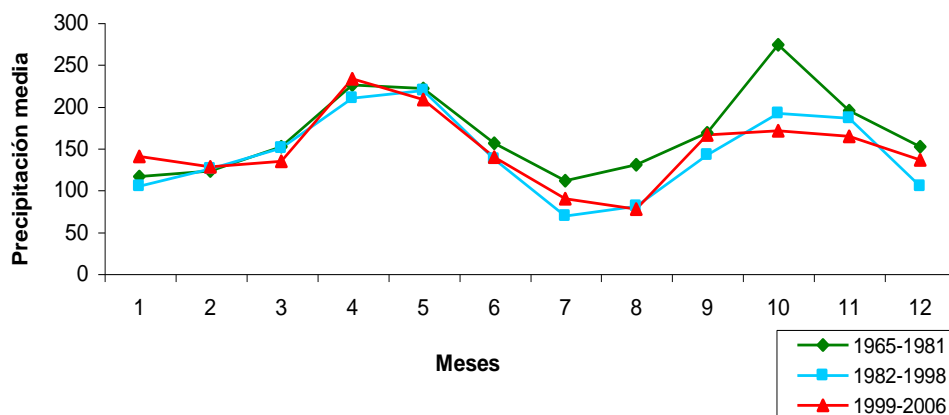


Figura 18. Precipitación media mensual por grupo de años para la Estación Climática La Teresita.

La media anual de la precipitación durante el tiempo del estudio fue de 154.5 mm (SD: 39; N: 40), con un máximo de 318.8 mm en el año de 1974 y un mínimo de 92.2 en 1992, en general puede decirse que los datos de las lluvias para la zona fueron relativamente variables, pese a que la desviación estándar de los datos no fue muy alta y que de acuerdo con los resultados obtenidos de la comparación de los promedios de precipitación entre períodos de tiempo, por medio de la prueba pareada de Wilcoxon se determinó que no existen diferencias estadísticas entre la precipitación promedio de los diferentes periodos de tiempo, un análisis detallado del comportamiento de las lluvias a lo largo de los cuarenta años permite observar un claro descenso en los promedios anuales de la precipitación a partir del año 1973, acrecentándose aun más esta situación entre 1989 y 1993 cuando se registro una época bastante seca (Figura 19).

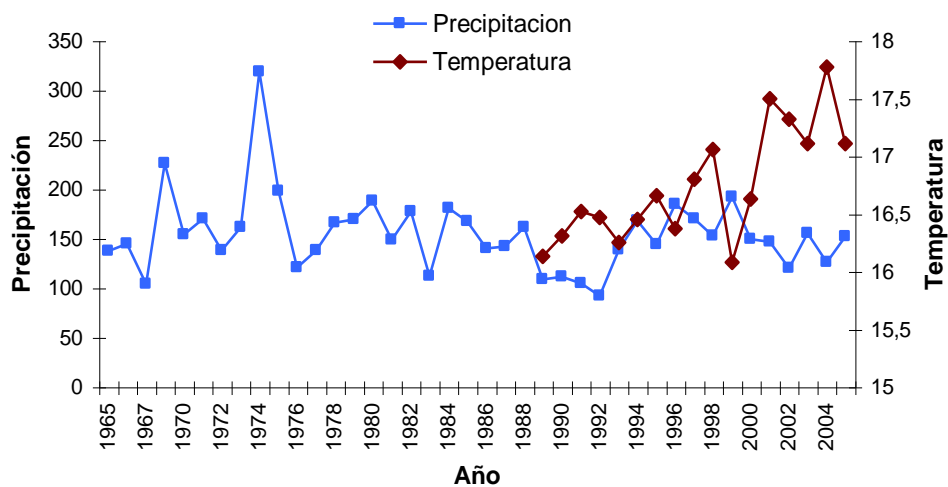


Figura 19. Precipitación y temperatura media anual para la Estación Climática La Teresita.

La temperatura en la zona a partir del año 1989 tuvo un promedio de 16.7°C (SD: 3.5; N: 17), con un máximo de 17.8°C en 2004 y un mínimo de 16.1°C registrado en 1989 y 1999; al revisar los datos se observa que la temperatura media anual ha aumentado en 1,64°C durante los últimos 17 años, dicho aumento es mucho más evidente a partir de 1996, sin embargo se observa un descenso drástico en 1999 (Figura 19). La prueba de Wilcoxon demostró que realmente si existen diferencias entre los promedios de temperatura, la cual resulto ser mucho mayor durante el período reciente (Figura 21).

Los datos de humedad relativa anual tampoco presentaron variaciones drásticas, se tuvo un promedio de 91.3% (SD: 3.5; N: 17), el valor máximo fue 96.2% en 2003 y el mínimo 86.5% en 1991. La prueba de Wilcoxon mostró que no existen diferencias en los valores de humedad entre el período intermedio y reciente de

años; sin embargo, al observar los datos (Figura 21), se ve que los valores de humedad son mucho más altos durante los últimos años con un promedio de 95.3% en comparación con los años anteriores que presentaron una media de 88.7%, esto es un 6.6% menor que en la actualidad.

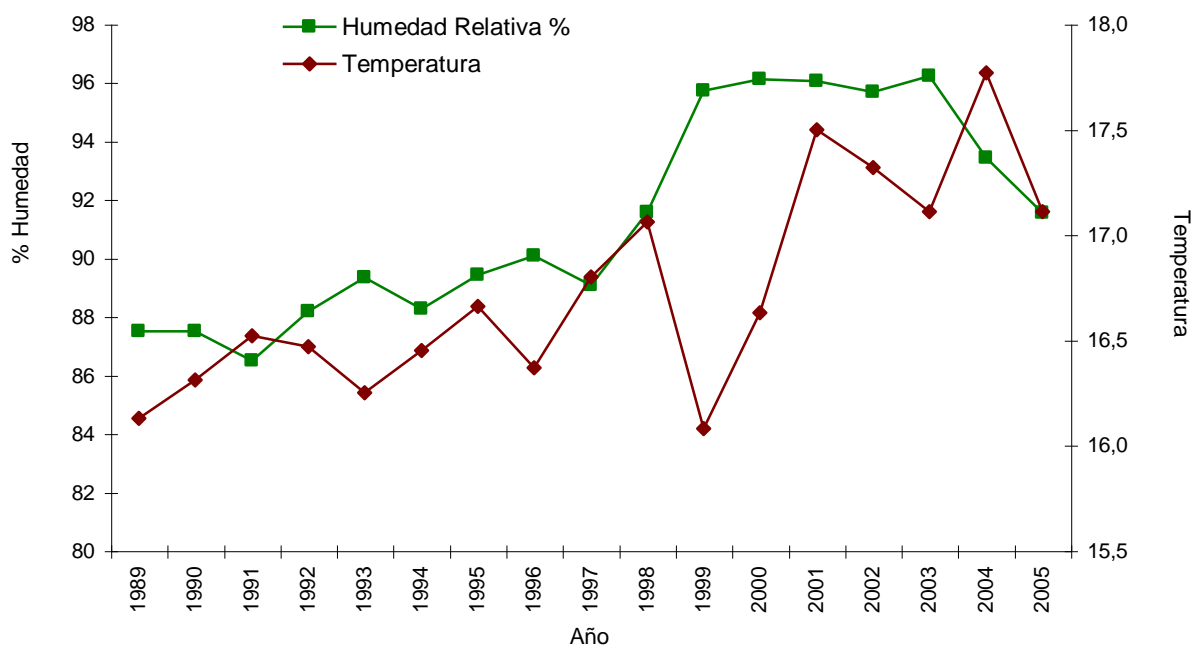


Figura 20. Porcentaje de humedad relativa y temperatura media anual para la Estación Climática La Teresita.

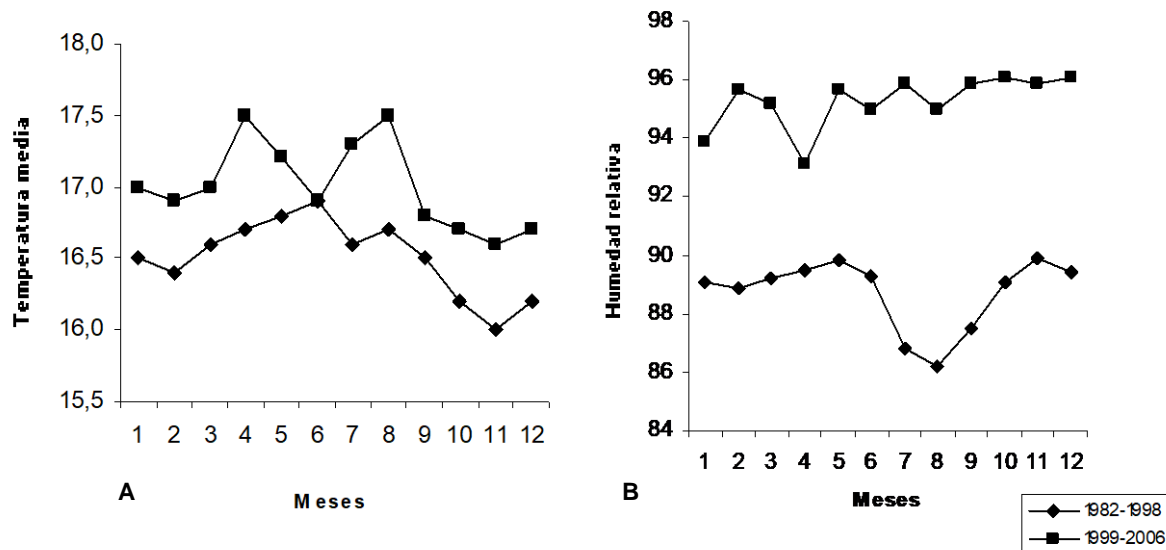


Figura 21. Temperatura media mensual (A) y porcentaje de humedad relativa mensual (B), para el período intermedio y reciente de años en la Estación Climática La Teresita.

Al correlacionar las tres variables climáticas por medio de la prueba de Pearson tenemos que la temperatura y la humedad tienen una relación directa ($CR= 0,54$), lo cual es lógico si se tiene en cuenta que en la medida en que la temperatura suba, mayor será el porcentaje de evaporación en el ambiente y por tanto la humedad relativa aumentara, esto puede generar a largo plazo ambientes más secos, si esta pérdida de evaporación no es contrarestanda con niveles constantes de precipitación o con un tipo de vegetación que permita la retención de la humedad.

7. DISCUSION

En la zona andina colombiana se ha talado el 90% de los bosques nativos, que se han eliminado para establecer pastos para la ganadería y cultivos, como el café, esta situación es más visible en las tres cordilleras donde solo entre 1970 - 1990 se derribaron más de 326.670 hectáreas de bosques alto andinos (Alarcón *et al.* 2002 citado por Rueda *et al.* 2004). En el departamento del Valle del Cauca la pérdida de cobertura vegetal entre 1986 - 1996 fue de 50.000 hectáreas (SIAC, Tomo 3, 2002), lo más preocupante de todo esto es que la deforestación esta acompañada de otra serie de problemas como son la contaminación de las aguas, y suelos, las quemadas y la canalización de las quebradas, entre otros, que afectan en conjunto toda la estructura de estos ambientes.

Antes de la década de 1920 la zona de estudio debió ser un continuo de bosque desde el Parque Nacional Natural Farallones de Cali, hasta la zona de La Cumbre; sin embargo, la construcción y puesta en marcha de la vía ferroviaria, la apertura de los caminos hacia San Antonio y San Pablo y sobre todo la construcción de la vía Cali - Buenaventura, generaron el primer gran proceso de fragmentación de estos bosques, dando como resultado un gran parche de más de 400 h, que se extendía hasta el corregimiento de Bitáco, estos bosques fueron objeto de algunas colonizaciones a mediados del siglo pasado, pero pese a esto se mantiene una gran área boscosa hasta la actualidad, en buen estado de conservación, propiciado por el gran sentido de conservación y alto grado de organización que tienen sus habitantes, quienes apoyados por diferentes instituciones como la

Asociación Calidris, la WWF, la Red de Reservas Privadas de la Sociedad Civil, Universidad Nacional y Universidad del Valle adelantan estudios ambientales encaminados a conocer y preservar mejor los recursos que los rodean. Para la comunidad del alto Bitáco el principal interés es el uso del agua, pues reconocen la importancia que tiene este recurso para el buen funcionamiento de los ecosistemas, por tal razón durante el último año han librado una batalla con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), quienes pretenden aumentar el diámetro de la tubería que colecta agua del río Bitáco, principal fuente de agua de la región, con el fin de cubrir los actuales requerimientos del corregimiento de Bitáco y del Municipio de La Cumbre. Adicionalmente, vale la pena destacar que en este momento la CVC en colaboración con la Junta de Acción Comunal y de los demás actores de zona están en proceso de construcción del Plan de Manejo de la Reserva Forestal de Bitáco, la cual incluye gran parte de los bosques de esta zona.

El otro fragmento de bosque generado por la construcción de la carretera se ubica en el cerro de la Horqueta y sus alrededores, conocido como San Antonio y San Pablo, es mucho más pequeño que el anterior y ocupa actualmente menos de 300h, compuestos por medianos y pequeños fragmento. Originalmente el área fue colonizado, por habitantes de la ciudad de Cali, que veían esta área como un lugar de veraneo, debido a esto la cobertura del bosque se vio afectado, en las laderas del cerro, pero en la parte mas alta, gracias a la instalación de una antena de Telecom y a la declaración de la zona como área de importancia para la ciudad, se

conservó un gran parche de bosque, así mismo en la zona se conservaron otros fragmentos, pero mucho más pequeños, de menos de 70h.

Al analizar las fotografías aéreas fue posible observar una regeneración de la vegetación en el área SASP, se debe a plantas ornamentales, asociadas a las casas de campo de la zona (Obs. pers.), esto debido que para los propietarios de tierras en esta área, es el bosque lo que les genera mayor deleite; incluso algunos se han preocupado por reforestar las riberas de las quebradas con el fin de mantener y en algunos casos recuperar las fuentes de agua, sin embargo la recuperación del bosque ha hecho aun más atractiva la zona como área de recreo, esto ha llevado a la zona a nuevos propietarios y por consiguiente algunos problemas derivados de la colonización se han agudizado, como es el caso de la canalización de las quebradas para surtir a las nuevas viviendas, esto puede ser una de las causas del descenso en el nivel actual del caudal de algunas de las quebradas; la contaminación ambiental generada por los vehículos que entran a la zona y sobre todo por el gran flujo vehicular que recorre a diario la vía entre Cali y Buenaventura, es otro de los problemas que se han acrecentado y que pueden estar afectando a estos bosques.

Debido a que los ecosistemas terrestres fragmentados presentan gran similitud con las islas, el estudio de los procesos de fragmentación se basa en la "teoría de la biogeografía de islas" (Simberloff 1988 citado por Kattan 2002) esta plantea que existe una relación positiva entre el número de especies y el área en que se encuentran, en donde las islas grandes albergan más especies que las islas

pequeñas; sin embargo, la capacidad predictiva de esta teoría, al estimar la riqueza de especies en función del grado de aislamiento y del área del fragmento, es variable y se han observado muchas excepciones al patrón propuesto (Kattan *op cit.*).

Tal es el caso del área SASP, en la cual pese al aumento del área de la cobertura vegetal durante los últimos cuarenta años esto no se vio reflejado en aumento o mantenimiento de la riqueza de especies de anfibios y reptiles, es más entre los muestreos de los años intermedios y los años recientes, se registró 25% menos especies, además la riqueza de especies de herpetofauna en esta área ha variado en 21 especies durante los muestreos más antiguos, de 1965 a 1981, a 36 especies en el período intermedio de 1982 a 1998 y en los muestreos recientes se registraron 30 especies, los datos mostraron un aumento considerable en el número de especies entre los muestreos iniciales e intermedios, esto debido tal vez a la intensificación de los muestreos en esta área durante los años ochenta, por parte de grupos de estudiantes de Biología de la Universidad del Valle que realizaban prácticas en el área cercana a la torre de Telecom; sin embargo durante los muestreos recientes, pese al esfuerzo de muestreo de 256 h/hombre, hubo especies que no fueron registradas.

Todo lo anterior hace pensar que estos grupos de animales, los anfibios y reptiles, podrían estar siendo afectados por otra serie de factores diferentes a la pérdida de cobertura vegetal, a diferencia de lo planteado por algunos investigadores como

Lips *et al.* (2005) que consideran que la alteración del hábitat y especialmente la deforestación están directamente relacionadas con la declinación.

En contraposición a lo anterior los resultados obtenidos durante este estudio son coincidentes con lo observado en investigaciones llevadas a cabo en fragmentos de bosque de Brasil, en la región de Manaus, donde se logró determinar que fueron muy pocas las extinciones de anfibios en fragmentos pequeños, es decir que en este caso no existió una relación directa entre el tamaño del fragmento y la desaparición o mantenimiento de las especies (Tocher *et al.* 1997), lo anterior da para pensar que son otros factores los que están determinando la persistencia de las especies de herpetofauna, entre los cuales tal vez el más relevante es la presencia de microhábitats óptimos para su reproducción (Kattan 1984 y 1993), para el caso de los anfibios esto consiste en zonas de alta humedad y en fuentes de agua, al verificar la estrategia reproductiva de las cuatro especies de anfibios que han desaparecido se observa que dos de ellas, *E. bicolor*, *H. fascianiger*, dependen enteramente del agua para completar el estado larval de su ciclo reproductivo, las otras dos especies *Bolitoglossa sp nov* y *E. w-nigrum*, poseen reproducción directa y necesitan de zonas altamente húmedas que garanticen la supervivencia de los huevos, esto es similar en los reptiles los cuales demandan no solo de humedad, sino también de áreas con buena cantidad de hojarasca y poca perturbación; dichos requerimientos reproductivos de la herpetofauna se han visto afectados por el establecimiento de viviendas y el consiguiente aumento de la demanda de agua y aunque la cobertura vegetal ha aumentado, esta

posiblemente no presenta aun las características necesarias para la recuperación del microclima que permita el mantenimiento de la humedad en el piso del bosque.

En el área del Km 18 y Chicoral, la riqueza de especies de anfibios y reptiles de la zona vario de 12 durante el período de 1965 a 1981, a 54 durante el período siguiente hasta 1998 y finalmente en los muestreos recientes se reportaron 31 especies, 43% menos que en los años anteriores, el fenómeno de disminución de la riqueza de especies es similar al observado en la zona de SASP, pero en esta área se presenta un fenómeno bastante particular y es que teniendo en cuenta las estrategias reproductivas de las especies de anfibios que no han vuelto ha ser registradas, se pudo observar que 11 especies poseen desarrollo directo y cuatro dependen enteramente agua, esto hace pensar que aunque se ha observado un deterioro de algunas de las fuentes de agua en esta área, estas aun poseen ciertas características que permiten el mantenimiento de algunas especies poco sensibles a los cambios, sin embargo especies como *C. geckoideum*, desaparecieron completamente de esas mismas quebradas.

Para el caso de las especies de reptiles y anfibios que poseen desarrollo directo, que habitan al interior o en el borde de los bosques y que no fueron registradas durante los muestreos recientes, se plantea que dado que la cobertura vegetal no ha variado drásticamente, factores tales como el aumento acelerado de la temperatura en 1,64°C durante los últimos años y el incremento de la población en los alrededores de los bosques, podrían ser los factores determinantes en la desaparición de dichas especies en esta área.

Teniendo en cuenta que los bosques tropicales son comunidades en perpetuo estado de transición, los ecosistemas permanecen en un equilibrio dinámico, las perturbaciones naturales forman parte integral de su dinámica y permiten que la heterogeneidad ambiental del bosque se conserve, tanto en el tiempo como en el espacio. Las perturbaciones de origen antropogénico han jugado un papel fundamental en la estructuración de las comunidades boscosas naturales a lo largo de la historia (García-Montiel 2002), tal es el caso de la fragmentación que crea parches aislados que estarían afectando la tasa de dispersión de algunos animales como los herpetos, los cuales se encuentran íntimamente ligados a cierto tipo de estructura vegetal y características abióticas, y que además debido a su estructura anatómica y a requerimientos fisiológicos no tienen la capacidad de desplazarse amplias distancias y migrar hacia otros fragmentos cuando las condiciones son adversas.

Este es el principal factor que está afectando la riqueza de especies de reptiles a alrededor del mundo (Gibbons *et al.* 2000), pues la acelerada pérdida del hábitat está presionando al máximo las poblaciones de este grupo de animales de naturaleza críptica, desplazándolos hacia los bordes de los fragmentos donde al ser más visibles, pueden ser también más vulnerables a morir aplastados en carreteras o a manos de los habitantes de las zonas aledañas, esta problemática se evidenció durante el desarrollo de este trabajo en las dos áreas de estudio.

Estudios previos llevados a cabo en esta zona (Kattan 1993, Rincón 1998), demostraron que la especies de anfibios de reproducción acuática, presentan una

alta dependencia de las fuentes de agua, de tal manera que las ranas han desaparecido de los sitios en donde el arroyo se ha canalizado y/o entubado para suministrar agua a los acueductos locales, en cambio las especies de reproducción terrestre y desarrollo directo se han mantenido, aunque sus abundancias son mucho menores, en la gran mayoría de las especies, en tanto otras presentan abundancias muy altas.

Esto coincide con lo observado durante este estudio, en el área de SASP donde el 37% de las especies de anfibios y reptiles disminuyeron sus abundancias relativas; algo más dramático se registró para el área KM18CH en donde la diversidad relativa del 67% de las especies disminuyó. En las dos áreas como se explicó anteriormente fue muy evidente la desaparición de las especies con relación directa al agua, de las cuales solo persiste *Cochranella ignota* y *C. savagei*, siendo más abundante la primera que la segunda; estas dos especies resultan quizá ser muy poco selectivas en cuanto a los niveles y calidad de agua, para ellas puede ser mucho más determinante la presencia de una buena cobertura arbustiva encima de las quebradas, pues es allí donde desarrollan el cortejo y depositan las posturas.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran

1988 citado por Moreno 2000), como el que está ocurriendo para las dos zonas de estudio donde llama mucho la atención la disminución de las abundancias relativas de algunas especies y la desaparición de otras de forma simultánea en ambos fragmentos, este fenómeno comenzó a mediados de los años noventa, se agudizó a comienzos del nuevo siglo y aun hoy es evidente, el caso más dramático lo presentan las especies *E. gracilis* y *E. w-nigrum*, las cuales se caracterizaron por ser bastante comunes en las dos áreas de estudio y que a partir del año 1994 no se volvieron a registrar, salvo tres registros en el año 1999 en el área del bosque de San Antonio, la situación es aun más preocupante si se tiene en cuenta que este acontecimiento de desaparición de especies es coincidente con el comienzo de un aumento acelerado en la temperatura ambiental de la zona de estudio.

El hecho de que las desapariciones de especies de anfibios en las áreas de estudio sean coincidentes con anomalías climáticas, está de acuerdo con lo reportado en otras investigaciones (Burrowes *et al.* 2004, Corn 2005, Lips *op cit*, Pounds *et al.* 1999, 2006), que plantean que los cambios climáticos afectan no solo la calidad de los ambientes en donde se reproducen y desarrollan los anfibios, sino que también podrían estar generando desarreglos a nivel inmunológico en este grupo de animales, haciéndolos más susceptibles al ataque de patógenos.

Vale la pena anotar que este tipo de acontecimientos de desaparición de anfibios y particularmente el de las dos especies anteriormente mencionadas, ha sido

reportado para otras localidades, Hacienda San Pedro (corregimiento del Queremal, municipio de Dagua) y El Boquerón (municipio del Cairo), en la cordillera occidental en el departamento del Valle del Cauca (Velásquez 2006), donde se evidenció la disminución de las poblaciones de anfibios en general y adicionalmente se reportó la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, por primera vez para esta zona de Colombia, en algunas de las especies que habían desaparecido, como: *Cochranella griffithsi*, *Colostethus lehmanni*, *Hyloxalus fascianiger*, *Hyloscirtus alytolilax*, *E. erythropleura*, *E. gracilis*, *E. silverstonei*, *E. thectopternus* y *E. w-nigrum*; siete de estas especies fueron reportadas para las zonas del presente estudio y presentaron bajas dramáticas en sus abundancias relativas, excepto por *E. erythropleura*, la cual fue de las más abundantes.

En este momento se cuenta con un reporte positivo para quitridiomycosis (Anexo E), en un ejemplar de *E. w-nigrum* (UVC 12062), colectado en la carretera que va del Km 18 a Dapa y aunque es un registro aislado, hace pensar que muy posiblemente los descensos sufridos por las poblaciones de anfibios en las comunidades de SASP y KM18CH podrían deberse a mortandades causadas por el hongo *B. dendrobatidis*, esto es aun una hipótesis que esta siendo explorada en el marco de un proyecto de investigación que esta desarrollando en este momento el Laboratorio de Herpetología de la Universidad del Valle.

Otro de los puntos claves a explorar es la “resistencia” a la enfermedad que algunas especies de anfibios podrían presentar, como el caso de *E. erythropleura*,

especie que siempre ha sido muy abundante pese a haberse detectado algunos ejemplares infectados, en este caso surge el interrogante: ¿Será posible que algunas especies altoandinas generen anticuerpos para combatir la enfermedad? , esto aun no se ha probado y falta mucha investigación en este campo para entender y clarificar la dinámica de esta mortal enfermedad.

Debido a la gran cantidad de vacíos de información histórica que existe para la gran mayoría de localidades en Colombia y en general en América Latina, son muy pocos los estudios que evalúan los cambios en la riqueza de especies en el transcurso del tiempo, como lo hace el presente trabajo, cabe destacar dos estudios llevados a cabo en el Ecuador, uno de los cuales se centro en las ranas del género *Telmatobius* y su disminución poblacional (Merino-Viteri *et al.* 2005), para este se revisaron ejemplares de colecciones y se encontraron gran cantidad de ejemplares juveniles y adultos con malformaciones y/o enfermedades, adicionalmente analizaron los datos climáticos de tres localidades, para las cuales se registraron condiciones extremas de alta temperatura y baja precipitación que coinciden con los registros de las enfermedades y desapariciones de las poblaciones de estos anfibios entre la segunda mitad de la década de 1980 y la primera de 1990.

El otro estudio (Bustamante *et al.* 2005) es más similar al presente trabajo, pues se compararon las abundancias relativas y composición de especies, para muestreos iniciales, 1967 – 1988 y muestreos recientes, 2000 – 2003, en siete localidades de los Andes ecuatorianos, se observaron diferencias en la

composición de especies entre los muestreos, registrando en la actualidad, para algunas localidades menos especies que en el pasado a pesar de que el esfuerzo de captura fue mayor; se destaca además que las abundancias relativas fueron mucho menores para las especies con larvas acuáticas de lo que fue para las de desarrollo directo.

Los trabajos anteriores son coincidentes con lo registrado durante el presente estudio y ponen en evidencia un problema de índole global y que esta afectando principalmente a las comunidades altoandinas, que son consideradas como las áreas con mayor biodiversidad y endemismo de anuros en el mundo, lo cual genera que este problema sea aun más preocupante.

Teniendo en cuenta lo anterior la Corporación Autónoma del Valle del Cauca en su agenda de trabajo para los próximos cinco años ha dado gran importancia a estudios de monitoreo de la herpetofauna del departamento en las zonas alto andinas que ellos consideran como áreas prioritarias; así mismo otras entidades como la Fundación Zoológica de Cali, ha incluido dentro de su plan de trabajo un programa de monitoreo a largo plazo de poblaciones de ciertas poblaciones de anfibios y reptiles. También el Laboratorio de Herpetología de la Universidad del Valle, se encuentra desarrollando un programa de monitoreo en cinco diferentes localidades del departamento. A nivel nacional la recién creada Asociación Herpetológica Colombia tiene dentro de sus objetivos prioritarios de trabajo la implementación de estudios de monitoreo a largo plazo.

El objeto de todos estos estudios es poder corroborar con datos reales de campo, la información suministrada por la UICN en su programa Global Amphibian Assessment, el cual con la colaboración de expertos nacionales llevo a cabo la calificación del estado de amenaza en que se encuentran cada una de las especies de anfibios del mundo, para el caso de Colombia se reporto que el 30% de las especies del país se encontraban amenazadas, muy similar a lo que se presenta en el Valle del Cauca; en el caso particular del presente estudio, se determinó que el 35% de las especies reportadas, 12 de 34, se encontraban con algún grado de amenaza, es decir estaban categorizadas como Extinta, En peligro critico, En peligro o Vulnerable (Anexo F), la situación es mucho más preocupante si se tiene en cuenta que de estas 12 especies ocho corresponde a aquellas que no fueron registradas durante los últimos muestreos.

Para el caso de los reptiles tan solo una de las especies se encuentra dentro del apéndice II de CITES, pero esto no significa que las poblaciones de estos animales no se encuentren amenazadas, es más bien que la falta de información no ha permitido realizar una adecuada y completa categorización de las especies de reptiles.

Todo lo anterior nos presenta un panorama bastante alarmante, que hace pensar que la gran diversidad de herpetofauna reportada en el pasado en los fragmentos de bosque aledaños a la ciudad de Cali, se encuentra realmente amenazada, no solo por factores directos como el aumento de la frontera agrícola y de las áreas de vivienda, sino por las consecuencias que esto trae como son la deforestación,

transformación de los bosques, disminución de las fuentes de agua y contaminación, que están generando cambios que aunque en muchas ocasiones estos no son muy evidentes están afectando directamente el mantenimiento y supervivencia de las especies de anfibios y reptiles en estos bosques de niebla del suroccidente colombiano, por lo cual se hace necesario estudios a largo plazo que verifiquen el estado actual de las poblaciones con el fin de identificar los factores que están poniendo en riesgo estas comunidades y que permitan la generación y construcción de planes de manejo conjunto con los pobladores y entes estatales, en pos de conservar la biodiversidad de estas áreas.

8. CONCLUSIONES

- La diversidad de anfibios y reptiles en el área de estudio fue mayor durante el periodo intermedio de muestreos, que abarco entre 1982 y 1998, esto debido posiblemente a la conjunción de los siguientes dos factores: el primero, la menor degradación del bosque en comparación con el periodo actual y el segundo, acumulación de un esfuerzo de muestreo significativamente mayor en intensidad. Esto hace pensar que podrían ser factores de tipo ambiental los que han variado y que pueden ser los que están determinando la persistencia de las especies en esta zona.

- Al comparar el estado de la cobertura vegetal en el área de estudio a lo largo de los últimos cuarenta años, se pudo determinar que esta ha disminuido para el caso del fragmento Km18CH, donde se han perdido y transformado algunas áreas, principalmente en los bordes del fragmento original, pero donde aun persiste una gran zona de bosque de 181h que se encuentra protegida como Área de Reserva Forestal; en el fragmento SASP, la secuencia de fotografías aéreas muestran un aumento de la cobertura vegetal, lo cual al ser corroborado en el campo resulto ser mas una vegetación arbustiva ornamental, que realmente una regeneración del bosque original, dicha “regeneración” es tan pobre que aunque aporta en cierta medida a la cobertura no lo hace a la calidad del bosque, por tanto no representa un factor positivo para el mantenimiento y conservación de las especies de herpetofauna.

- La variación de los factores climáticos, como la precipitación, humedad relativa y temperatura se considera pudieron estar relacionados con la pérdida y/o disminución de la herpetofauna, sobre todo si tenemos en cuenta la gran dependencia que tienen estos organismos de dichos factores ambientales. El dato más dramático lo representa el aumento en 1.65°C que sufrió la temperatura en los últimos 20 años y el periodo entre 1995 y 1998 que resultó ser inusualmente cálido y seco, época que coincide con el último registro conocido para especies como: *Centrole geckoideum*, *E. w-nigrum*, *E. gracilis*, *Hyloscirtus alytolylax* e *Hyloxalus fascianiger*, y como el punto de aparición de los primeros reportes de infecciones por quitridium para esta zona.
- Para el área SASP, aunque aumentó la cobertura vegetal durante los últimos cuarenta años esto no se vio reflejado en aumento o mantenimiento de la riqueza de especies de anfibios y reptiles, pues entre los periodos intermedios y recientes se registró 17% menos especies. Para el área del Km 18 y Chicoral la situación del bosque es un poco diferente, este gran parche prácticamente no ha cambiado durante estos 40 años y la riqueza de especies de anfibios y reptiles de la zona disminuyó en un 43% en comparación con los años anteriores.

- Se observaron disminuciones en las abundancias relativas de las especies, para el área SASP del 37% y para el área KM18CH del 67%. En las dos áreas fue muy evidente una marcada tendencia de desaparición de las especies con requerimientos de alta humedad o altamente asociadas a fuentes de agua, esta declinación en las poblaciones de anfibios y reptiles es coincidente con temperaturas extremadamente altas en ciertos períodos de años.
- Los resultados del presente trabajo coinciden con los obtenidos por Bustamante *et al.* (2005), quienes compararon las abundancias relativas y composición de especies, para muestreos iniciales, 1967 – 1988 y muestreos recientes, 2000 – 2003, en siete localidades de los Andes ecuatorianos, se observaron diferencias en la composición de especies entre los muestreos, registrando en la actualidad, para algunas localidades menos especies que en el pasado a pesar de que el esfuerzo de captura fue mayor; se destaca además que las abundancias relativas fueron mucho menores para las especies con larvas acuáticas de lo que fue para las de desarrollo directo.
- Para las especies de reptiles se pudo determinar que fue la fragmentación de los bosques el factor que más está afectando sus poblaciones, las cuales se ven confinadas a pequeños parches que en la mayoría de los casos no cumplen con los requerimientos ambientales tales como condiciones climáticas, disponibilidad de zonas de refugio y oferta de alimento; todo lo

anterior genera que los animales se desplacen hacia los bordes de dichos fragmentos, donde los riesgos de ser detectados por los depredadores pueden aumentar y dado que en muchas ocasiones los bordes de los parches boscosos son carreteras o caminos, la vulnerabilidad es mayor aun, lo cual se ve evidenciado en los reportes de ejemplares muertos por vehículos o sacrificados por los habitantes de las áreas aledañas a los bosques.

- Para los anfibios la cobertura boscosa no es el principal factor que esta afectando la persistencia de las especies dentro de los fragmentos, son otros factores entre los cuales tal vez el más relevante es la presencia de microhábitats óptimos para su reproducción, para el caso de los anfibios esto consiste en zonas de alta humedad y en fuentes de agua permanentes o estacionales.

9. RECOMENDACIONES

- El monitoreo continuo de las poblaciones de herpetofauna en localidades específicas y sobre todo un buen registro de la información obtenida permitirá a largo plazo el desarrollo de estudios encaminados a detectar los cambios que se producen en la composición de las especies de anfibios y reptiles y los posibles factores que pudieran estar influyendo en dichas fluctuaciones.

- Es necesario continuar y ahondar los trabajos relacionados con la detección del hongo quitridium en diferentes áreas de Colombia, para si obtener datos que permitan entender la incidencia que dicha enfermedad pudo y puede estar teniendo sobre disminución y desaparición de especies de anfibios en nuestro país.

- Se hace necesario difundir y popularizar el uso de los sensores remotos, como herramientas de detección de los cambios ocurridos en los hábitats con el fin de poder tener una visión mucho más completa de la dinámica de los ecosistemas a lo largo del tiempo y de esta manera poder relacionar dichos cambios a los eventos de aumento, mantenimiento o desaparición de la biodiversidad.

- La obtención de datos concretos acerca del estado de la biodiversidad en zonas declaradas como de interés ambiental en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial, permitirán a las comunidades y entidades gubernamentales fortalecer las estrategias para la conservación y manejo de dichas áreas.

10. LITERATURA CITADA

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

ACOSTA-GALVIS, A.R., J.V. RUEDA, A.A. VELÁSQUEZ, S.J. SANCHEZ y J.A. PEÑA. 2006. Descubrimiento de una especie de *Atelopus* (Bufonidae) para Colombia: ¿Una luz de esperanza o el ocaso de los sapos arlequines? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 30 (115): 279-290.

ALFORD, A. A. y J.R. RICHARDS. 1999. Global amphibian declines: A problem in applied ecology. *Annual Review Ecological Systematic*. 30: 133–165.

ALVARE, L.M., Z. PIÑEROS, C. RESTREPO, J.H. RESTREPO y E. VELASCO. 1987. Propuesta para la protección del bosque de San Antonio. Centro de Datos para la Conservación CDC – CVC.

ARDILA-R., M. C. 2003. Desarrollo de la herpetología en Colombia. Aportes al conocimiento histórico de los estudios sobre anfibios. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 27 (103): 233-244.

ARGÜELLES, M. 1946. La carretera al mar 1926 – 1946. Imprenta Departamental. Cali, Colombia.

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

BARRERA, M. y P. M. RUIZ .1989. Una nueva especie del género *Centrolenella* (Noble 1920) (Amphibia: Anura: Centrolenidae) de la Cordillera Occidental de Colombia. *Trianea, Inderena* (3): 77-84.

BEEBEE, T.J.C. 1996. Ecology and conservation of amphibians. Chapman & Hall, London.

BERNAL, M. H., D. P. MONTEALEGRE y C. A. PAEZ. 2004. Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 28 (108): 385-390.

BLAUSTEIN, A. R., D. B. WAKE y W. P. SOUSA. 1994. Amphibian declines: Judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinction. *Conservation biology* 8(1): 60-71.

BLAUSTEIN, A. R., J.M. ROMANSIC, J.M. KIESECKER y A.C. HATCH. 2003. Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Diversity and Distribution* 9: 123-140.

BOULENGER, G.A. 1896. II. - Description of new Reptiles and Batrachians from Colombia. *Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 6, XVII(97):* 16-21.

BOULENGER, G.A. 1908. LXX. - Descriptions of new Batrachians and Reptiles discovered by Mr. M.G. Palmer in South-western Colombia. *Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 8, II(12):* 515-522.

BRAME, A. H. y D. B. WAKE. 1972. New species of salamanders (Genus *Bolitoglossa*) from Colombia, Ecuador and Panama. *Contributions in Science Natural History Museum Los Angeles County.* 219: 1-34.

BURROWES, P. A., R. L. JOGLAR y D. E. GREEN. 2004. Potential causes for amphibian declines in Puerto Rico. *Herpetologica.* 60(2): 141-154.

CAREY, C. y M. A. ALEXANDER. 2003. Climate change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and Distribution* 9: 111-121

CAREY, C., HEYER, R. W., WILKINSON, J., ALFORD, R. A., ARNTZEN, J. W., HALLIDAY, T., HUNGERFORD, L., LIPS, K. R., MIDDLETON, E. M., ORCHARD, S. A., y A. S. RAND. 2001. Amphibian declines and environmental change: use of remote-sensing data to identify environmental correlates. *Conservation Biology* 15: 903-913.

CASTAÑO-MORA, O. V. (Ed). 2002. Libro rojo de los reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales –

Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional – Colombia. Bogotá, Colombia.

CASTRO, H. F. Y G. H. KATTAN. 1991. Estado de conocimiento y conservación de los anfibios del Valle del Cauca. Págs. 310-323 en: E. Flórez y G. H. Kattan (eds). Memorias Primer Simposio Nacional de fauna del Valle del Cauca. INCIVA, Cali.

CORN P.S. 2005. Climate change and amphibians. *Animal biodiversity and conservation*. 28(1): 59-67.

COCHRAN, D. M. y C. J. GOIN. 1970. Frogs of Colombia. *U. S. Natural. Museum. Bulletin*. (288): 1-655.

CUELLAR, T.A., L. BALLESTEROS Y R. SANTACRUZ. 1993. Compilación monográfica del municipio de La Cumbre, Valle. Núcleo Educativo N° 013 San Pío X. Municipio de La Cumbre. Valle del Cauca.

DUELLMAN, W. 1979. The herpetofauna of the Andes: Patterns of distribution, origin, differentiation and present communities. Págs. 371-459 en W. E. Duellman (ed.). *The South American Herpetofauna: Its origin, Evolution and Dispersal*. Museum of Natural History Monograph 7, The University of Kansas.

DUNN R.R. 2004. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conservation Biology* 18(2): 302-309.

ECHEVERRY, C. 1996. Fidelidad y jerarquización de percha en una población del lagarto *Anolis ventrimaculatus* (Sauria: Polychrotidae). Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

ESPINAL, L. S. 1968. Visión ecológica del Departamento del Valle del Cauca. Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali.

GAA. Global Amphibian Assessment. 2004. IUCN, Conservation International and Nature Serve. www.globalamphibians.org.

GARCES-O. M. 1984. Historia del endiablado camino entre Cali y Buenaventura y de la carretera al mar. *Despertar Vallecaucano* 74 (Julio): 21-22.

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

GIBBONS, J.W. D. E. SCOTT, T. J. RYAN , K. A. BUHLMANN, T. D. TUBERVILLE, B. S. METTS, J. L. GREENE, T. MILLS, Y. LEIDEN, S. POPPY y C. T. WINNE. 2000. The global declines of reptiles. Déjà vu amphibians. *BioScience* 50(8): 653-666.

GIRALDO-G., L. F. 1999. Determinación de la situación socioeconómica de la zona de reserva forestal de Bitáco, municipio de La Cumbre, Valle del Cauca. Informe Técnico. CVC.

GIRALDO, M. 1985. Estructura y composición de la comunidad aviaria en un bosque montano húmedo de la cordillera Occidental. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

GUTIERREZ-LAMUS, D.L., V.H. SERRANO y M.P.RAMIREZ-PINILLA. 2004. Composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque (natural y cultivado) en la cordillera oriental colombiana. *Caldasia* 26(1): 245-264.

HAIR, J. A. 1987. Medida de la diversidad ecológica. Págs. 283-289 *en* Rodríguez-T., R., editor. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA.

HERRERA-M. A., L. A. OLAYA-M. y F. CASTRO. 2004. Incidencia de la perturbación antrópica en la diversidad, la riqueza y la distribución de *Eleutherodactylus* (Anura: Brachycephalidae) en un bosque nublado del sur occidente colombiano. *Caldasia* 26(1): 265-274.

Instituto geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC). 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Bogotá D. E. 13 (11).

KATTAN, G. 1984. Ranas del Valle del Cauca. *Cespedecia* 13 (49-50): 316-340.

KATTAN, G. 1986. Nueva especie de rana (*Atelopus*) de Los Farallones de Cali, Cordillera Occidental de Colombia. *Caldasia* 14 (68-70): 651-657.

KATTAN, G. 1993. The effects of forest fragmentation on frogs and birds in the Andes of Colombia: implications for watershed management. Págs 11-13 *en* J. K. Doyle and J. Schelhas, editores. *Forest remnant in the tropical landscape: benefits and policy implications*. Smithsonian Migratory Bird Center, Washington D.C., USA

KATTAN, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies Págs 561-590 *en* Guariguata, M.R. y G.H. Kattan, Eds. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*.

KATTAN, G. Y H. ALVAREZ-LÓPEZ. 1996. Preservation and management of diversity in fragmented landscapes islands. Págs 3-18 *en* J. Schelhas y K. Greenberg. *Forest Patches in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington D.C.

KATTAN, G., H. ALVAREZ-LÓPEZ y M. GIRALDO. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* 8(1): 138-146.

KATTAN, G., C. RESTREPO y M. GIRALDO. 1984. Estructura de un bosque de niebla en la cordillera Occidental, Valle del Cauca, Colombia. *Cespedesia* 13(47-48): 23-43.

LA MARCA, E., K.R. LIPS, S. LÖTTERS, R. PUSCHENDORF, R. IBÁÑEZ, J.V. RUEDA-A. LMONACID, R. SCHULTE, C. MARTY, F. CASTRO, J. MANZANILLA-PUPPO, J.E. GARCÍA-PÉREZ, F. BOLAÑOS, G. CHAVES, J.A. POUNDS, E. TORAL y YOUNG, B.E. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in Neotropical harlequin frogs (*Bufonidae: Atelopus*). *Biotrópica*, 37, 190-201.

LIPS, K. R., REASER, J. K., YOUNG, B. E. y IBÁÑEZ, R. 2001. *Amphibian Monitoring in Latin America: A Protocol Manual*. Herpetological Circular N° 30.

LIPS K. R., J. D. REEVE y L. R WITTERS. 2003 Ecological traits predicting amphibian population declines in Central America. *Conservation Biology* 17(4): 1078-1088.

LIPS K. R., J. R. MENDELSON, A. MUÑOZ-ALONSO, L. CANSECO-MÁRQUEZ y D. G. MULCAHY. 2004. Amphibian populations declines in montane southern Mexico: resurveys of historical localities. *Biological Conservation*. 119: 555-564.

LIPS K. R., P.A. BURROWES, J.R. MENDELSON, III. y G. PARRA-OLEA. 2005. Amphibian population declines in Latin America: A synthesis. *Biotrópica* 37(2): 222-226.

LONGCORE, J.E., PESSIER, A. P y NICHOLS, D. K.1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia* 1999; 91: 219-227.

LOTERO, G. 1987. Recuerdos de cacería. *Despertar Vallecaucano* 88: 17.

LÖTTERS, S., E. LA MARCA, R. W. GAGLIARDO, C. J. SEÑARIS y M. VEITH. 2005. Harlequin frogs back? Some thoughts and speculations. *Froglog* 70.

LÖTTERS, S., E. LA MARCA, S. STUART, R. W. GAGLIARDO, y M. VEITH. 2004. A new dimension of global biodiversity loss? *Herpetotropicos*, 1, 29-31.

LYNCH, J. D. 1976. The species groups of the south american frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Brachycephalidae). *Occasional papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 61: 1-24.

LYNCH, J. D. 1977. A new species of *Eleutherodactylus* from the of Colombia (Amphibia: Anura: Brachycephalidae). *Occasional papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 678: 1-6.

LYNCH, J. D. 1981. Two new species of *Eleutherodactylus* from western Colombia. *Occasional papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 697: 1-12.

LYNCH, J. D. 1986a. Origins of the high andean herpetological fauna. Págs. 478-479 en Vuilleumier, F. y M. Monasterio (eds.). *High altitude tropical biogeography*. Oxford University Press, New York.

LYNCH, J. D. 1986b. New species of *Eleutherodactylus* of Colombia II: four species from the cloud forests of the western cordilleras. *Caldasia* 15 (71-75): 629-647.

LYNCH, J. D. 1990a. A new ocellated frog (Centrolenidae) from western Colombia. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 103 (1): 35-38.

LYNCH, J.D. 1993. A new Centrolenid frog from the Andes of western Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 18 (71): 567-569.

LYNCH, J.D. 1995. Three new species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Brachycephalidae) from Paramos of the Cordillera Occidental of Colombia. *Journal of Herpetology* 29 (4): 513-521.

LYNCH, J.D. 1996. New frog of the genus *Eleutherodactylus* (Family: Brachycephalidae) from the San Antonio region of the Colombian Cordillera Occidental. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20 (77): 330-345.

LYNCH, J.D. 1999. Lista anotada y clave para las ranas (Género *Eleutherodactylus*) chocoanas del Valle del Cauca y apuntes sobre las especies de la Cordillera Occidental adyacente. *Caldasia* 21(2): 184-203.

LYNCH, J.D. y T. GRANT. 1999. Dying frogs in western Colombia: catastrophe or trivial observation?. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 22(82): 149-152.

LYNCH, J.D. y W. MYERS. 1983. Frogs of the Fitzingeri group of *Eleutherodactylus* in eastern Panamá and Chocoan Sur America Leptodactylidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 175(5): 481-572.

LYNCH, J.D. y P. M. RUIZ. 1996. New sister - species of *Eleutherodactylus* from the Cordillera Occidental of southwestern Colombia (Amphibia: Salientia: Brachycephalidae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20 (77): 347-363.

LYNCH, J.D., P.M. RUIZ Y M. C. ARDILA. 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and Toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21 (80): 237-248.

LYNCH, J.D. y A.M. SUAREZ-MAYORGA. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24: 471-480.

LYNCH, J.D. y A.M. SUAREZ-MAYORGA. 2004. Un análisis biogeográfico de los anfibios del Chocó biogeográfico *en* RANGEL O.J. (ed). Colombia Diversidad Biótica IV. La región Chocoana costa pacífica.

MCDIARMID, R.W. 2001. Preparación de anfibios como especímenes científicos Págs 279-287 *en* Heyer, W. R. M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster (eds.). *Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina.

MEDEM, F. 1981. Los crocodylia de Sur América. Volumen I. Los crocodylia de Colombia. Colciencias. Bogotá.

MERINO-VITERI, A., L. A. COLOMA y A. ALMENDARIZ. 2005. Los *Telmatobius* de los Andes de Ecuador y su disminución poblacional. Asociación Herpetológica Española, Monografías de Herpetología, 7: 9-37.

MORENO, C. E. 2000. Manual de métodos para medir la biodiversidad

OSORNO-MUÑOZ. M. 1999. Evaluación del efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Amphibia: Anura: Brachycephalidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial): 347-356.

POT. 1999. Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali. 200X. <http://orbita.starmedia.com/~martzsolis/POT%20Cali.htm>

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

POUNDS, J. A., M. P. L. FOGDEN y J.H. CAMPBELL. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611-614.

POUNDS, J. A. y R. PUSCHENDORF. 2004. Clouded futures. *Nature*. 427:107-109.

POUNDS, J.A., BUSTAMENTE, M.R., COLOMA, L.A., CONSUEGRA, J.A. FODGEN M.P.L., FOSTER, P.N, LA MARCA, E., MASTERS, K.L., MERINO-VITERI, A., PUSCHENDORF, R., RON, S.R., SANCHEZ-AZOFEIFE, A., STILL C.J & YOUNG, B.E. 2006. Widespread amphibian extinction from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439: 161-167

RANGEL, J.O., P.D. LOWY, M. AGUILAR y A. GARZÓN. 1997. Tipos de Vegetación en Colombia. Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. Págs. 89 – 381 *en* Rangel, J.O., P.D. Lowy y M. Aguilar (eds.). Colombia Diversidad Biótica II. ICN, Bogotá, Colombia.

RENJIFO JM. 1997. Ranas y sapos de Colombia. Editorial Colina, Medellín.

RESTREPO, C. 1985. Aspectos ecológicos de la diseminación de cinco especies de muerdagos por aves. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

RESTREPO, J. H. 1997. Ecología conductual de *Cochranella ignota* rana arbórea neotropical. Tesis Maestría, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

RESTREPO, J. H. y L. G. NARANJO. 1999. Ecología reproductiva de una población de *Cochranella ignota* (Anura: Centrolenidae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23(86): 49-59.

RETALLICK, R.W.R., H. MCCALLUM y R. SPEARE. 2004. Endemic infection of the amphibian chytrid fungus in a frog community post-decline. *PLoS Biology* 2, 1965-1971.

RINCÓN, F. y F. CASTRO. 1998. Aspectos ecológicos del género *Eleutherodactylus* (Anura: Brachycephalidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. *Caldasia* 20(2):191-200.

RIVERA, L.W., ZIMMERMAN, J. K. y AIDE, T. M. 2000. Vegetation analysis of secondary forests in the Karst Region of the Dominican Republic. *Plant Ecology* 148:115-125.

RON, S. 2005. Predicting the distribution of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the New World. *Biotropica* 37(2):209-221.

RON, S. R. y A. MERINO. 2000. Declinación de anfibios del Ecuador: información general y primer reporte de chytridiomycosis para Suramérica. *Froglog*. 42.

RON, S. R., W. E. DUELLMAN, L.A. COLOMA y M.R. BUSTAMANTE. 2003. Population decline of the Jambato toad *Atelopus ignescens* (Anura:Bufonidae) in the Andes of Ecuador. *Journal of Herpetology* 37(1):116-126.

RUEDA-A. LMONACID, J. V. 1999. Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Revista de la Academia colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (suplemento especial): 475-497.

RUEDA-A. LMONACID, J. V., J. D. LYNCH y A. AMÉZQUITA. 2004. Libro rojo de los 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.

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

RUIZ-C., P.M., J. D. LYNCH y M. C. ARDILA. 1997a. Seis nuevas especies de *Eleutherodactylus* Dumeril y Bibron, 1841. (Amphibia: Brachycephalidae) del norte de la Cordillera Occidental de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21 (79): 155-179.

RUIZ-C., P.M., M. C. ARDILA, J. D. LYNCH y J. H. RESTREPO. 1997. Una nueva especie de *Gastrotheca* (Amphibia: Anura: Hylidae) de la Cordillera Occidental de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 21(80): 373-378.

SÁNCHEZ-C., H., O. CASTAÑO-M y G. CÁRDENAS-A. 1995. Diversidad de los reptiles en Colombia Págs 277-325 en Rangel., Ch. (Ed). Colombia Diversidad Biótica I. Editorial Guadalupe Ltda.

SAUNDERS, D. A., R. J. HOBBS y C. R. MARGULES. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. Conservation Biology 5(1): 18-28.

SCOTT Jr., N.J. 2001. Inventario completo de especies. Págs 73-80 en Heyer, W. R. M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster (eds.). Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios. Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina.

SCROCCHI G. Y S. KRETZSCHMAR. 1996. Guía de métodos de captura y preparación de anfibios y reptiles para estudios científicos y manejo de colecciones herpetológicas. Miscelánea 102. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.

SKELLY, D.K., K. L. YUREWICZ, E. E. WERNER y R. A. RELYEA. 2003. Estimating decline and distributional change in amphibians. Conservation Biology 17(3): 744-751.

STORFER, A. 2003. Amphibian declines: future directions. Diversity and Distribution 9: 151-163

TOCHER, M. D., C. GASCON, L. ZIMMERMANN. 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: A ten-year study. Pp 124-137 en W. F. Laurance & R.O. Bierregaard, editores. Tropical forest remnant: Ecology, management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, USA.

TORAL, E., P. FEINSINGER y M. L. CRUMP. 2002. Frogs and a cloud-forest edge in Ecuador. Conservation Biology 16(3): 735-744.

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.

VELASQUEZ-ESCOBAR, B. E. 2006. Análisis de la presencia de *Batrachochytrium dendrobatidis* (Chytridiales) en anuros de dos localidades del Valle del Cauca. Tesis de pregrado. Departamento de Biología, Universidad del Valle.

VARGAS, F. y F. CASTRO 1999. Distribución y preferencia de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico colombiano. Caldasia 21(1): 95-109.

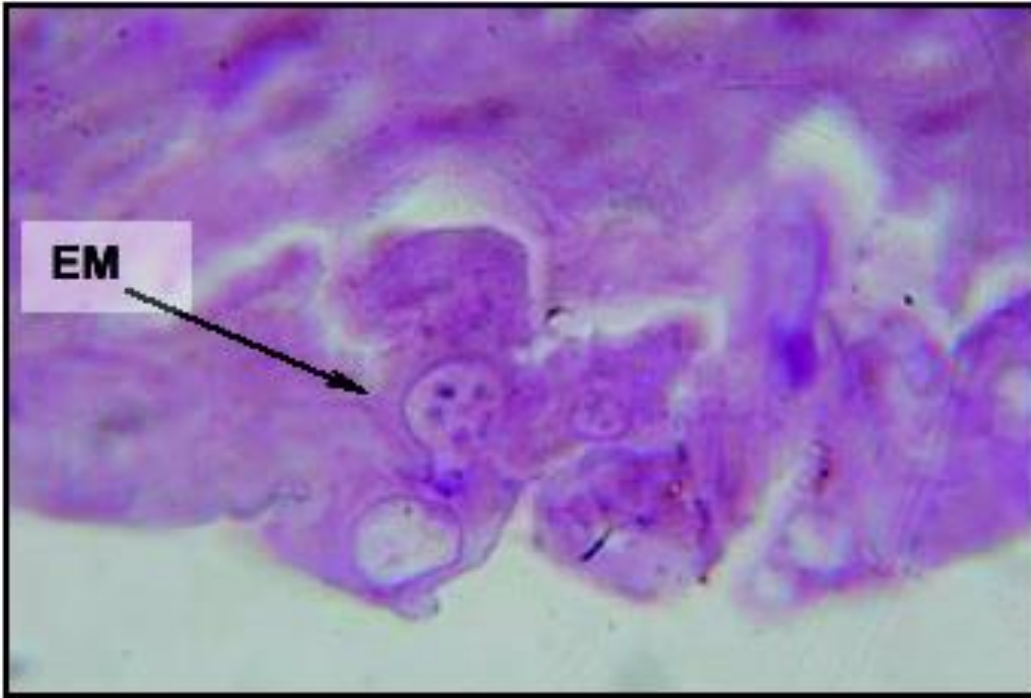
VERNAZA, J. I. 1984. Carretera hacia "El Saladito" y "San Antonio". Despertar Vallecaucano 74: 21.

YAHNER, H. R. 1988. Changes in wildlife communities near edges. Conservation Biology 2: 333-339.

YOUNG, B.E., S.N. STUART, J.S. CHANSON, N.A. COX y T.M. BOUCHER. 2004. Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios en el nuevo mundo. NatureServe, Arlington, Virginia.

ZAR, J. H. 1984. Bioestatistical Analysis. 2nd. Edition. Prentice Hall, New Jersey, USA.

ANEXO F. Corte de piel ventral del dígito de *Eleutherodactylus w-nigrum* (UV-C 12062), infectado con *B. dendrobatidis*. Tomado de Velásquez 2006



1. Se observan zoosporangios, en diferente estado. (EM) corresponde a uno en estado maduro, con papila de expulsión desarrollada (PAS, 100 X).



2. Se ven zoosporangios vacíos (S) (PAS 100X).