

Composición y estructura de anfibios anuros en un transecto altitudinal de los Andes Centrales de Colombia

Juan G. CADAVID C., Cesar ROMAN-VALENCIA¹ & Andrés F. GÓMEZ T.

Universidad del Quindío, Dept. Biología, A.A. 460, Armenia, Quindío, Colombia. Fax: (57) 67460111.
E-mail: ¹croman@uniquindio.edu.co

Abstract: Composition and structure of Anura (Amphibia) in an altitudinal transect from the Central Andes of Colombia. Results of diversity and microhabitat preference of anura in six Andean forest patches located in the wester flank of the Central Cordillera of Colombia are presented. Samplings were made between December/2003 July/2004 in the main sites. The effort of capture was standardized in four days of sampling between 06:00-09:00 hrs and 19:00-24:00 hrs with an effort of capture of 64 hours/man. 322 individuals of 16 species distributed in four families were captured: 12 Leptodactylidae, one Hylidae, two Centrolenidae and a Bufonidae. The most abundant species were *Eleutherodactylus uranobates* (25.46%) and *E. permixtus* (18.32%). The diversity among sites was analyzed using a t-student that showed significant differences ($t= 128.4774$; $p= 0.000$), the sites with greater diversity were located between 1600 and 2500 m. The different indicators of diversity obtained in the curve of species accumulation were useful by extrapolation. The occurrence of species in three variables was analyzed: horizontal position with respect to bodies of water, vertical position with respect to the ground and type of substrate with a chi-square for five species, of which none were distributed independently. A contradiction was found in the ecological data collected for *E. permixtus* when compared with data reported in the relevant literature. In addition, three alternative sites were taken into account to extend the listing of species record, and *Hyla larinopygion* and *Centrolene prosoblepon* were added. The rank of distribution of *Eleutherodactylus achatinus*, *Cochranella griffithsi*, *Centrolene prosoblepon* and *Leptodactylus colombiensis* is extended.

Key words: Diversity, microhabitat, Anura, Amphibia, Central Andes, Colombia.

En los últimos años se ha incrementado el estudio del orden Anura sobre la cordillera de los Andes para completar el listado de especies y el conocimiento en general de este grupo (Lynch, 1998; Rueda – Almonacid, 1999). Actualmente se registran para Colombia más de 620 especies (Acosta-Galvis, 2000). Se resaltan los registros hechos para ambos flancos de la Cordillera Central con 121 especies y 62 % de endemismos (Lynch *et al.*, 1997).

Las ranas y los sapos, por sus características biológicas, son bastantes vulnerables a los cambios ambientales y se registra declinación mundial de algunos taxones y poblaciones de anfibios. Algunos han desaparecido antes de ser registrados para la ciencia, pérdidas causadas principalmente por la polución, cambio climático global y la degradación del hábitat (Barinaga, 1990; Blaustein & Wake, 1990; Rueda – Almonacid, 1999; Wake & Morowitz, 1991; Corn, 2005). La parte alta de la cuenca del Río Cauca presenta una alta intervención humana debido a la explotación agrícola y ganadera, el establecimiento de cultivos de pino y eucalipto, y un reciente evento

antrópico: turismo integrado a la región principalmente en zonas rurales. Con esta problemática existen relictos selváticos aislados que han modificado su componente biótico y aumentan el efecto de borde, que alteran la distribución de las especies y la dinámica poblacional (Marsh & Pearman, 1997).

El 40 % de los anuros conocidos en Colombia son del género *Eleutherodactylus* cuyas especies no poseen etapa larval (Lynch, 1998) aunque necesiten cierto grado de humedad, la presencia de agua no es condición necesaria para poder reproducirse. *Eleutherodactylus*, que ha desarrollado gran capacidad para habitar lejos del ambiente acuático y colonizar nuevos hábitat, es el grupo de mayor diversidad y abundancia en el neotrópico (Duellman, 1992). En realidad es el género de mayor diversidad de todos los vertebrados conocidos.

El reemplazo de especies en sentido altitudinal en las pendientes de la cordillera de los Andes depende de las adaptaciones fisiológicas y las variables ambientales que determinan cual es el gradiente altitudinal en que se distribuyen

y los límites del mismo. La medición de la diversidad biológica por medio de índices de diversidad es una herramienta para valorar de las comunidades en los diferentes niveles o unidades (Alberico, 1982). La diversidad se compone de dos elementos básicos: el número de especies (riqueza) y la abundancia proporcional de especies (equitatividad) (Magurran, 1989).

No hay estudios ecológicos integrados que identifiquen el estado actual de la anurofauna del área y es necesario un reconocimiento en la comunidad de ranas y sapos de la parte alta de la cuenca del Río Cauca. Este trabajo pretende analizar la diversidad, la preferencia de microhábitats y la distribución espacial, aproximándonos a la función que cumplen estos organismos dentro del ecosistema natural.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

Se relevaron seis sitios o estaciones de muestreo ubicadas a lo largo de un transecto altitudinal de los 1000 m s.n.m. (04°24'15"N y 75°47'31"O) hasta 3700 m s.n.m. (4°38'39"N y 75°25'56"O). Los sitios con mayor intervención antrópica fueron Maravelez en el municipio de La Tebaida y Panabi en el municipio de Armenia. El resto de los sitios presentó un aceptable estado de conservación, ya que correspondieron a bosques maduros sin entresaca ni uso de químicos agrícolas. La zona de trabajo presenta un periodo de lluvia de octubre a diciembre y de abril a mayo, y una estación seca de junio a septiembre y de enero a mayo (Román-Valencia, 1993).

Los sitios muestreados correspondieron a: bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) entre 900 y 2000 m s.n.m., donde se encontraron las reservas Maravelez y Panabi; bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) de 1900-2900 m s.n.m., al que localizaron las reservas Madremonite y Acaime; bosque húmedo montano (bh-M) de 2900-4000 m s.n.m. que incluyó la reserva El Bosque estaciones 1 y 2. Las zonas de vida mencionadas siguen a Holdridge (1979).

Reserva Maravelez (04°24'15"N y 75°47'31"O) a 1000 m s.n.m., municipio de la Tebaida, cuenca del río La Vieja, a 30 minutos desde el aeropuerto El Edén por carretera no asfaltada. Se caracteriza por estar fuertemente intervenida con ganadería, presenta zonas de húmedales y cuerpos de agua lóticos y permanentes de uno a tres metros de ancho, el relicto conformado principalmente por guadua (*Guadua angustifolia*); además, es frecuente el uso de pesticidas en cultivos. Las condiciones ambientales variaron entre

16 y 24 °C de temperatura, y 87 a 100 % de humedad relativa.

Reserva PANABI (04°35'07"N y 075°38'20"O) a 1692 m s.n.m., en el municipio de Armenia, sobre la vía Cháguala al norte de la ciudad. Se caracteriza por poseer 1,5 Ha de bosque poco intervenido y 9 Ha de bosque en diferentes estados de sucesión; el bosque que se halló junto a la quebrada fue predominantemente de guadua (*Guadua angustifolia*). En los días de muestreo la temperatura osciló entre 17 y 22,5 °C y la humedad relativa entre 80 y 100 %.

Reserva Madremonite (04°40'27"N y 075°34'54"O) a 2032 m s.n.m., ubicada en la vereda Boquia, municipio de Salento; a 9,3 Km de la cabecera municipal por carretera y aproximadamente 1 Km por camino de herradura. Por su condición de reserva no presentó entresaca ni intervención humana en el interior selvático. Se encuentra rodeada de cultivos de coníferas y eucaliptos y en menor medida de potreros. Posee un terreno con pendientes pronunciadas. El máximo y el mínimo de temperatura oscilaron de 15 y 20,2 °C y la humedad relativa entre 96 y 100 %.

Reserva Acaime (04°32'40"N y 75°39'44"O) a 2500-2600 m s.n.m., a 30 minutos de la cabecera municipal de Salento hasta la vereda Cócora y 4,8 km por camino de herradura. El lugar se encontró bien conservado por encima de 2500 m s.n.m. En alturas inferiores a 2500 m s.n.m. se encuentra intervenido con potreros y cultivos de coníferas pertenecientes a fincas cercanas. Presenta un afluente de tipo secundario que en algunos sitios alcanzó más de los siete metros de ancho. Durante los días de muestreo la temperatura osciló entre 12 y 18 °C y la humedad relativa entre 96 y 100 %.

Reserva El Bosque estación 1 (4°39'05"N y 75°23'11"O) a 3140 m s.n.m., Alto Quindío, Salento. Desde la vereda Cócora 8,4 Km por camino de herradura. El lugar se observa bien conservado y se encuentra en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural de los Nevados. Se caracteriza por pendientes pronunciadas y vegetación propia de bosque de niebla. La temperatura varió de 9 a 16 °C y la humedad relativa de 98 a 100 %.

Reserva El Bosque estación 2 (4°38'39"N y 75°25'56"O) de 3612 a 3700 m s.n.m., Alto Quindío, Salento, desde Cócora hasta el sitio de muestreo 11 Km por camino de herradura. Alcanza la zona de subpáramo y páramo. La vegetación aquí presente es sumamente frágil, quebradiza, cubierta de musgo y hepáticas por la alta humedad, de condición permanente durante gran parte del tiempo. Posee un terreno con pendientes muy pronunciadas y pequeñas planicies en la

zona de páramo caracterizado por *Espeletia sp.*; la temperatura varió entre 5,5 y 7 °C y la humedad relativa se mantuvo en 100 % en todas las noches de muestreo.

Se visitaron lugares adicionales para ampliar la lista y observaciones sobre las especies reportadas, aunque estos datos no se tuvieron en cuenta para los análisis: Quebrada La Venada, Vereda Quebrada Negra, Municipio de Calarcá, Quindío (04°26'52''N y 75°41'06''O, 1278 m s.n.m.), Quebrada Los Ramírez, Afluente del río Itálica, Vereda Cairo, Quinchía, Risaralda (05°21'35''N y 75°43'41''O, 1811 m s.n.m.) y Reserva El Jardín, Vereda Río Gris, Municipio de Génova, Quindío (04°09'58''N y 75°45'29''O, 2416- 2658 m s.n.m.).

Muestréos

Los muestreos se realizaron desde diciembre de 2003 hasta julio de 2004, y cubrieron los períodos secos y lluviosos de la zona. Cada uno de los sitios se visitó durante cuatro días consecutivos o en dos bloques de dos días entre cuarto menguante y luna nueva. Se muestreó de 06:00 a 09:00 y de 19:00 a 24:00 horas, con un esfuerzo de captura de 32 horas/hombre realizado por dos personas para un total de 64 horas/hombre. Los lugares adicionales, para ampliar o profundizar las observaciones, fueron visitados de septiembre a diciembre de 2004. Este diseño experimental, redujo al máximo el hecho de que las fechas pudiesen afectar los resultados de los hallazgos.

La búsqueda se realizó explorando hábitats potenciales, tales como el interior del bosque, borde de bosque, caminos, y revisar sobre la hojarasca y la vegetación circundante por medio del método de encuentro visual (VES). Se recorrieron las quebradas removiendo piedras y plantas con el método de remoción y se revisó bajo las cascadas.

Los ejemplares fueron capturados de forma manual y depositados individualmente en bolsas de tela humedecida. Se tomaron datos ecológicos como el lugar de ubicación de los individuos, el comportamiento que tenían cuando fueron localizados y hora de actividad. Posteriormente se registraron datos morfométricos a cada uno de los ejemplares para facilitar su determinación. De uno a seis individuos por especie fueron sacrificados, fijados en formol al 10%, y se colocó el ejemplar en posición adecuada de preservación (en posición natural, con los miembros doblados y dígitos extendidos, después de atar la etiqueta de campo al ejemplar). Después de dos días, se pasaron a la solución preservativa (30%, 50% y 70% de alcohol) (*sensu* Pisani & Villa, 1974 y Paez et al., 2002). La determinación taxonómica de los

ejemplares fue realizada en base a las descripciones bibliográficas y listados (Cochran & Goin, 1970; Lynch, 1980, 1981, 1991, 1992a, 1992b, 1996; Ruiz-Carranza & Lynch, 1991a, 1991b; Ruiz-Carranza et al., 1996; Lynch et al., 1994, 1996; Duellman 1973) y fue verificada por el Dr. John D. Lynch, del laboratorio de anfibios del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (ICNMMNH). Los ejemplares se depositaron en la colección del Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío, Armenia (IUQ-A), y en el laboratorio de anfibios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, Bogotá (ICNMMNH).

Análisis de los datos

A los ejemplares colectados se les registraron parámetros morfométricos (Ardila-Robayo, 1979 y Lynch & Rueda - Almonacid, 1999) y ecológicos (Vargas & Castro, 1999). De igual modo, se hicieron anotaciones ecológicas sobre el uso del microhábitat como: posición horizontal (ubicación de los ejemplares con respecto a cuerpos acuáticos), posición vertical (altura de los individuos con respecto al suelo), tipo de sustrato y variables físico-químicas, como temperatura y humedad relativa. Las coordenadas y altura de los sitios fueron determinadas con un sistema de posición global (SPG) 4000XL.

Diversidad. Los índices usados en este trabajo son los más comunes entre los ecólogos, a pesar de ser los más útiles; cada uno presenta sus falencias ya que parten de ciertas condiciones o supuestos que no todas las comunidades cumplen. El índice de diversidad de Shannon suele hallarse entre 1,5 y 3,5 (Margalef, 1972, citado por Magurran, 1989). Este índice suele ser utilizado, dado que considera la comunidad como infinita (muestra). El índice de Simpson es una medida de la dominancia de especies, tiene en cuenta las especies más comunes (Magurran, 1989).

Por lo anterior, se aplicó el índice de Shannon con logaritmo en base 2, el índice de Simpson, el índice de equitabilidad de Pielou y riqueza de especies (Magurran, 1989 y Moreno, 2001), para llevar a cabo el análisis de la diversidad de los sitios. Para que los valores arrojados por los índices de diversidad fueran interpretados de modo correcto entre los sitios fue necesario homogeneizar la muestra con esfuerzo de captura horas/hombre; por esta razón no fueron tenidos en cuenta los datos observados en los sitios adicionales.

Análisis cluster de afinidad y prueba t-student. Se utilizó el análisis cluster con el método de Ward de distancias euclidianas (Colwell,

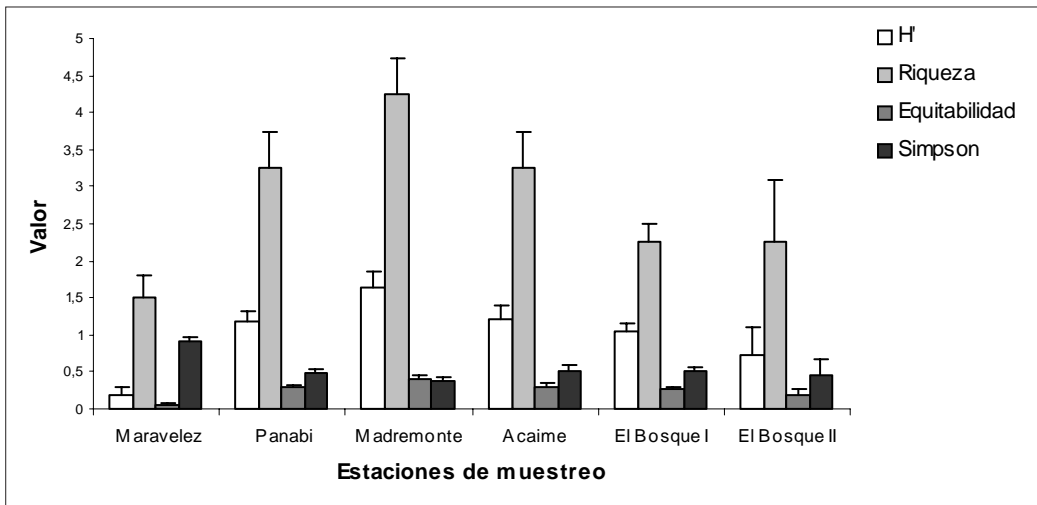


Fig. 1: Promedios de los índices de diversidad y error estándar para cada estación de muestreo de un transecto en los Andes centrales de Colombia. Diciembre 2003 a julio 2004.

2004) para evaluar la similitud entre los sitios de muestreo con el programa *Statistica* versión 5.0, en relación con las especies compartidas y exclusivas en cada uno de los sitios. Además, se analizaron posibles diferencias significativas entre los sitios con una prueba t-student.

Curva de acumulación de especies. Se elaboró una curva de acumulación con el programa *Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species for Samples*. Versión 7,0 (Colwell, 2004) recomendado por Moreno & Halffter (2001), que es un estimador de la diversidad y evalúa el número de especies observadas con respecto a las especies esperadas. Los datos fueron analizados aleatoriamente. Se determinó si el muestreo realizado es o no suficiente para la posibilidad de que aparecieran nuevas especies. Asimismo, se utilizaron los siguientes estimadores de diversidad para evaluar la riqueza específica (número de especies) y la estructura de las comunidades (especies con relación a su abundancia): Sobs (especies observadas), Sobs 95 % de intervalo de confianza del límite superior (especies esperadas), Singletons (especies con un solo individuo), Dobletones (especies con dos individuos), ACE (estimador según la abundancia de las especies), CHAO 1 (estimador según la presencia o ausencia de las especies). Para información referente a los estimadores de diversidad se consultó Colwell (2004).

Análisis de microhábitats. Se determinó la abundancia relativa de las especies. Se analizó la ocurrencia de las especies en cada variable ecológica para determinar la posible preferencia de microhábitats: a) posición horizontal (corrien-

te permanente, corriente o charco temporal, y ausencia de cuerpos de agua), b) posición vertical: suelo (0-0,02 m), baja (0,02-0,50 m), media (0,50-1,50 m), alta (> 1,50 m), c) tipo de sustrato (hojas, ramas, hojarasca, tronco y otros).

La prueba Chi-cuadrado (X^2) (Sokal & Rohlf, 1995) se utilizó para analizar la ocurrencia de las especies en cada una de las variables ecológicas (posición horizontal, posición vertical y tipo de sustrato) sobre las especies representadas con 30 o más individuos, para que el análisis fuera estadísticamente representativo (Tablas 4, 5, y 6).

La prueba-cuadrado (X^2) con una probabilidad (∞) de 0,05 evaluó las siguientes hipótesis:

1. La ocurrencia de las especies fue independiente de: a) CCA: cercanía a cuerpos de agua, b) CCT: cuerpos de agua o corrientes temporales, c) ACA: ausencia de cuerpos de agua (Tabla 4).
2. La ocurrencia de las especies fue independiente de la altura respecto al suelo. a) S: suelo (0- 0,02 m), b) B: bajo (0,02 - 0,50 m), c) M: medio (0,50 - 1,50 m), d) A: alto (> 1,50 m) (Tabla 5).
3. La ocurrencia de las especies fue independiente del tipo de sustrato. a) H: hoja, b) T: tronco, c) HOJ: hojarasca, d) R: rama, e) O: otro (Tabla 6).

RESULTADOS

Diversidad. Se capturaron 322 individuos pertenecientes a 16 especies y cuatro familias: Leptodactylidae (*Eleutherodactylus thectopternus*, *E. achatinus*, *E. w-nigrum*, *E. simoterus*, *E.*

erythropleura, *E. palmeri*, *E. piceus*, *E. uranobates*, *E. permixtus*, *E. boulengeri*, *E. racemus* y *Leptodactylus colombiensis*), Hylidae (*Hyla columbiana*), Bufonidae (*Bufo marinus*), Centrolenidae (*Cochranella savagei* y *Cochranella griffithsi*) (Tabla 1). La especie más abundante fue *E. uranobates* con (25,46%) seguida por *E. permixtus* (18,32%). Las especies más raras fueron *Bufo marinus*, *Cochranella griffithsi*, *Leptodactylus colombiensis*, y *Eleutherodactylus boulengeri* representadas por un solo ejemplar. En las visitas a los lugares adicionales se incorporaron al listado de especies *Hyla larinopygion* y *Centrolene prosoblepon* para un total de 18 especies en el transecto (Tabla 2).

Los resultados mostraron que las comunidades en el transecto estuvieron compuestas entre 3 y 7 especies (sitios Maravelez y Madremonte respectivamente). Madremonte fue el sitio con mayor valor de diversidad entre los sitios de trabajo con promedio del índice de diversidad de Shannon = 1,65 bits / individuo (Fig. 1): este sitio presentó un total de 7 especies registradas y 69 ejemplares.

El éxito de captura se obtuvo de dividir el total de individuos capturados por el total de horas dedicadas al muestreo; el resultado dio una idea de la abundancia relativa. El valor promedio del transecto fue de 0,838 individuos / hora hombre, el sitio con mayor éxito de captura fue Madremonte (1,078 individuos / hora hombre) y el de menor éxito de captura fue Maravelez (0,609 individuos / hora hombre) (Tabla 3). Los resultados fueron consecuentes con los valores de diversidad correspondientes, dado que a mayor éxito de captura mayor diversidad. En lo referente al horario de actividad todas las especies fueron preferiblemente nocturnas. De los 322 individuos solo 20 fueron capturados durante el día (Tabla 7).

Reserva Maravelez. Se hallaron tres especies, dos de las cuales estuvieron representadas por un solo ejemplar, *Leptodactylus colombiensis* y *Bufo marinus*; *Hyla columbiana* fue la especie más común (n= 37). El valor promedio del índice de Shannon fue de 0,19 bits / individuo y fue el valor de diversidad más bajo. Todos los ejemplares fueron capturados cerca a cuerpos de agua sobre humedales y quebradas, algunos se hallaron en el borde de bosque asociados con la quebrada. En el interior del bosque de guadua (*Guadua angustifolia*) no se hallaron ejemplares.

Reserva Panabi. Fueron capturadas cuatro especies: *Eleutherodactylus achatinus* (n= 26), *E. erythropleura* (n= 14), *E. palmeri* (n= 13), *Cochranella savagei* (n= 5) (Tabla 1). El índice de Shannon arrojó un valor promedio de 1,19 bits

/ individuo. El cual es un registro bajo. La mayor parte de individuos fueron capturados en el interior de bosque en ausencia de cuerpos de agua.

Reserva Madremonte. Se encontraron siete especies: *Eleutherodactylus thectopternus* (n= 24), *E. achatinus* (n= 3), *E. w-nigrum* (n= 21), *E. erythropleura* (n= 2), *E. palmeri* (n= 17), *E. permixtus* (n= 1) y *Cochranella griffithsi* (n= 1); la especie más abundante fue *E. thectopternus* con 24 ejemplares, seguida de *E. w-nigrum* con 21; el promedio del índice de Shannon fue igual a 1,65 bits/individuo, el cual es bajo, no obstante fue el valor más alto para las comunidades evaluadas. Madremonte fue la reserva con mayor diversidad en el presente estudio.

Reserva Natural Acaime. Se encontraron seis especies: *Eleutherodactylus achatinus* (n= 3), *E. erythropleura* (n= 2), *E. piceus* (n= 2), *E. uranobates* (n= 16), *E. permixtus* (n= 39), *E. boulengeri* (n= 1). El índice de Shannon con promedio de 1,20 bits / individuo fue bajo (Fig. 1); este fue el segundo lugar con mayor número de especies.

Reserva Natural El Bosque (estación 1). Se hallaron tres especies con 40 ejemplares, *Eleutherodactylus simoterus* (n= 1), *E. uranobates* (n= 26) y *E. permixtus* (n= 13). El promedio del índice de Shannon fue de 1,03 bits/individuo, muy bajo en comparación con otros sitios como Panabi y Madremonte (Fig. 1). Sólo fueron capturados dos individuos en el día y no se encontraron ejemplares sobre la hojarasca.

Reserva El Bosque (estación 2). Se colectaron cinco especies: *Eleutherodactylus simoterus* (n= 4), *E. piceus* (n= 1), *E. uranobates* (n= 40), *E. permixtus* (n= 6) y *E. racemus* (n= 2); la especie más abundante, *Eleutherodactylus uranobates*. El promedio de Shannon fue de 0,73 bits / individuo, y representó el segundo sitio con menos diversidad después de la reserva Maravelez (Fig. 1). Todos los ejemplares fueron capturados en la noche (19:00-24:00 h) sobre estrato hoja; en el muestreo diurno (06:00-09:00 h) no hubo colectas.

Análisis cluster de afinidad y prueba t-student. La Fig. 2 indica la presencia de cuatro grupos de afinidad entre los diferentes sitios de muestreo basados en el número de especies compartidas y su abundancia: grupo 1 (Bosque estación 1 y Bosque estación 2) con 15% de diferencia presentaron en común tres especies *Eleutherodactylus simoterus*, *E. permixtus* y *E. uranobates*. Grupo 2 (Acaime y el grupo 1) con 41% de diferencia compartieron tres especies *E. piceus*, *E. uranobates* y *E. permixtus*. Grupo 3 (Madremonte y Panabi) con diferencia de 42% en común tres especies *E. achatinus*, *E. erythro-*

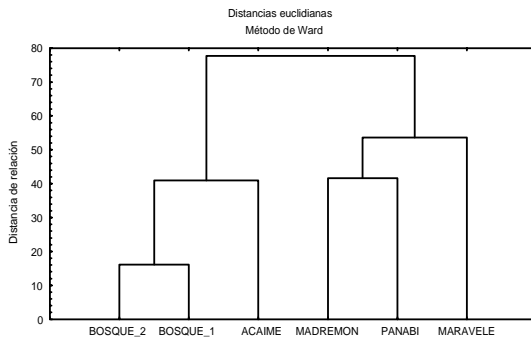


Fig. 2: Análisis cluster de relación de seis comunidades de un transecto de los Andes centrales de Colombia. Distancias euclidianas, método de Ward. Diciembre 2003 a julio 2004.

pleura y *E. palmeri*. Grupo 4 (Maravelez y grupo 3) no compartieron especies. De las observaciones hechas se originaron dos grupos, entre los grupos 1 y 2 y los grupos 3 y 4 con una diferencia de 78% (Fig. 2).

El análisis cluster de afinidad (Fig. 2) mostró la estrecha relación entre las dos estaciones del Bosque con 15% de diferencia, dado que fue una zona de vegetación continua y en buenas condiciones de conservación que anuló los efectos causados por la fragmentación. Estos dos lugares se hallaron relacionados con la reserva Acaime con diferencia de 41%, dado que fueron zonas de vida continuas a pesar de encontrarse distanciadas. Entre Madremon y Panabi hubo estrecha relación (42% de diferencia) y fue menor con los sitios por encima de 2500 m s.n.m. Maravelez fue el único sitio cuya comunidad no estuvo relacionada con otra estación de muestreo. Posiblemente porque Maravelez fue la reserva más distanciada de los otros sitios de muestreo y es parte de una zona de vida diferente. La reserva Maravelez fue el único sitio que no compartió especies con otras estaciones de muestreo debido probablemente a que la composición estructural del hábitat, constituida por zonas de potreros, humedales, y cultivos de helicónes, ofrece poco hábitat potencial. Las adaptaciones fisiológicas y etológicas observadas para sitios bajos son menos exitosas en el piedemonte. Las especies que alcanzaron menor rango altitudinal, en el presente trabajo fueron las especies encontradas en Maravelez (Tabla 1). Sin embargo, son todas de amplia distribución y regularmente abundantes en zonas bajas, pero debido a la explotación agropecuaria y al uso de pesticidas pudieron estar diezmadadas como el caso de *Bufo marinus*, especie de la que se colectó un único ejemplar. La

prueba t-student con $\alpha = 0,05$ se realizó para determinar significancias entre la diversidad de los diferentes sitios y arrojó los siguientes resultados: Shanon $t = 128,4774$ y $p = 0,000$, Riqueza $t = 115,6430$ y $p = 0,000$, Equitatividad $t = 133,5842$ y $p = 0,000$, Simpson $t = 132,7829$ y $p = 0,000$; los resultados de los cuatro índices usados indicaron que hubo diferencias significativas entre la diversidad de los sitios.

La prueba t-student aplicada a los promedios de los índices de diversidad confirmó que hubo diferencias significativas entre la diversidad de las comunidades evaluadas. Estas diferencias se presentaron debido a que hubo comunidades con especies dominantes como el caso de *Hyla columbiana* en la reserva Maravelez y *E. uranobates* en El Bosque 2 (Tabla 1), donde la dominancia fue alta y la diversidad fue baja (Fig. 1); por el contrario hubo comunidades que presentaron menos especies dominantes, donde la dominancia fue más baja y el valor de diversidad fue más alto gracias a la homogeneidad relativa existente en la distribución de la abundancia de ejemplares.

Curva de acumulación de especies. El resultado de la curva (Fig. 3) presenta un comportamiento asintótico e indicó la secuencia con que aparecieron las especies en el muestreo de un modo aleatorizado. La Fig. 3 señala que el número de especies que puede conformar la comunidad no fue muestreado en su totalidad; sin embargo, el número de especies obtenidas no estuvo lejos de los datos esperados que arrojaron los diferentes estimadores. El muestreo constató la presencia de 16 especies observadas (Sobs). El límite superior para las especies observadas con un intervalo de confianza de 95 % arrojó un valor de 20,54 especies, y se acercó a los valores dados por los demás estimadores. Para las especies observadas, estos datos no estuvieron muy distantes del esperado, que osciló entre 16 y 24 especies según los diferentes estimadores (Fig. 3). Los valores correspondientes de los estimadores más confiables fueron: CHAO 1 (= 24) y ACE (= 20,54). Los singletons (= 4) y dobletons (= 1) con tendencia a estabilizarse en los primeros 3-6 días de muestreo (Fig. 3).

Lista anotada de las especies obtenidas

Familia Bufonidae

Bufo marinus. Se halló un ejemplar macho de 77,8 mm de longitud rostro-cloaca en la reserva de Maravelez durante la noche, cerca a cuerpos de agua, en el suelo sumergido en agua lodo. En Quinchía Risaralda en octubre de 2004, se encontraron seis ejemplares, una hembra para-

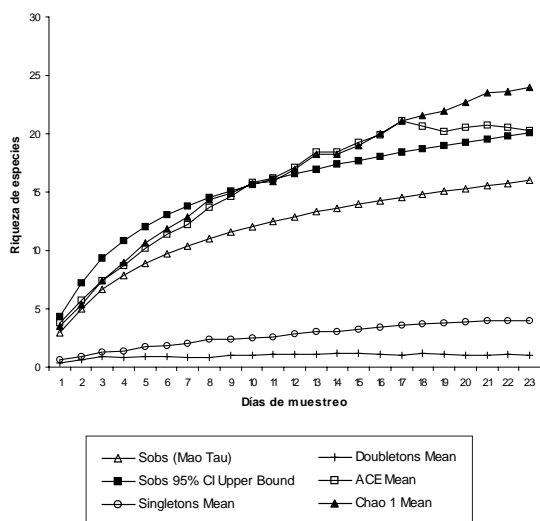


Fig. 3: Curva de acumulación de especies para un transecto altitudinal en los Andes centrales de Colombia. Diciembre 2003 a julio 2004.

sitada por cuatro garrapatas (Ixodidae) y se escucharon numerosos cantos.

Familia Centrolenidae

Cochranella savegei. Se encontraron cinco ejemplares en la reserva natural Panabi, todos cerca de cuerpos de agua, en estrato medio y alto, sobre hojas de heliconia en la noche; se encontró una postura de 20 huevos sobre una hoja de heliconia al cuidado de un macho en diciembre de 2003, los ovocitos presentaron color verde encendido en su parte animal anterior y rosado a fucsia en su parte vegetativa. En la quebrada Los Ramírez, Municipio de Quinchia, Risaralda se encontró un macho al cuidado de una postura en septiembre de 2004. Se capturó un macho de *C. griffithsi* gracias al canto, se escucharon otros cantos de esta especie sobre la quebrada a alturas superiores a los 3 m del suelo. *Cochranella griffithsi*. Se halló un ejemplar durante la noche en la reserva Madremonte en abril de 2004, se escucharon cantos que la identificaron en alturas por encima de los tres metros del suelo; el ejemplar se encontró cerca de cuerpos de agua en estrato alto sobre hoja. Lo anterior constituye en un nuevo registro para la zona.

Centrolene prosoblepon. Fueron hallados cuatro ejemplares en el sitio alterno Quebrada La Venada, Vereda Quebrada Negra, Municipio de Calarcá, Quindío en las horas de la noche, próximos a cuerpos de agua, en altura superior a 2 m del suelo. Nuevo reporte para la zona.

Familia Hylidae

Hyla columbiana. Representada por 37 ejemplares, su ocurrencia dependió de la presencia de cuerpos de agua ($X^2= 74,20$, $p= 0,103$, 2 g.l.). El 100% de los individuos se colectó próximos a cuerpos de agua (Tabla 4); respecto a la posición vertical *Hyla columbiana* presentó dependencia ($X^2= 18,86$, $p= 0,352$, 3 g.l.). El 43% de los ejemplares fue capturado en estrato bajo y el 43% en estrato medio (Tabla 5); la ocurrencia de la especie dependió del tipo de sustrato ($X^2= 44,82$, $p= 0,711$, 4 g.l.). El 67% de los ejemplares prefirió posarse sobre sustrato hoja (Tabla 6). *Hyla columbiana* fue común en Maravelez, cantó activamente sobre la vegetación emergente de los humedales, generalmente en grupos de tres individuos; de hábitos nocturnos aunque su actividad se extendió hasta las primeras horas de la mañana. Se encontraron hembras con huevos en diciembre y julio.

Hyla larinopygion. Fue colectado un ejemplar en el sitio alterno reserva El Jardín municipio de Génova, departamento del Quindío en cercanía a cuerpos de agua en altura superior a 1,5 m del suelo.

Familia Leptodactylidae

Eleutherodactylus thectopternus. Se observaron 24 individuos en la reserva Madremonte y se excluyó del análisis de los datos estadísticamente significativos por el tamaño de la muestra (≥ 30). El 70,8 % de los ejemplares se capturó en ausencia de cuerpos de agua, el 54 % en estrato bajo y el 37 % en estrato suelo, 54,1% se capturó en sustrato hoja. En el día se observaron cinco individuos escondidos entre la hojarasca y troncos del suelo, los restantes se capturaron en actividad nocturna.

Eleutherodactylus achatinus. Se capturaron en total de 32 ejemplares, la presencia de la especie dependió de la existencia de cuerpos de agua ($X^2= 34,96$, $p= 0,103$, 2 g.l.). El 81% de los individuos se encontró en microhábitats con ausencia de cuerpos de agua (Tabla 4); la especie tuvo mayor ocurrencia en la posición vertical suelo ($X^2= 15,19$, $p= 0,352$, 3 g.l.). El 53% de los individuos fue hallado en el suelo (Tabla 5); con respecto al tipo de sustrato la ocurrencia de la especie mostró dependencia ($X^2= 17,67$, $p= 0,711$, 4 g.l.). El 41% de los individuos fue encontrado en hojarasca (Tabla 6). *Eleutherodactylus achatinus* presentó actividad diurna y nocturna (Tabla 7). Se encontró de día oculta entre la hojarasca del suelo y de noche perchada sobre vegetación baja o sobre la hojarasca. Se observó una pareja en amplexus en septiembre de 2004 en la vereda Quebrada Negra, quebrada La Venada, munici-

pio de Calarcá. La especie es abundante en caminos y en bordes de bosque tanto de día como de noche, se adapta muy bien sobre la hojarasca del suelo por su patrón de coloración que facilita ocultarse, lo que demostró una tendencia generalista y explica su alta densidad en sitios con alta perturbación. El presente reporte amplía su rango de distribución geográfica y altitudinal a los 2500 m s.n.m.

Eleutherodactylus w-nigrum. Se observaron 21 individuos en la reserva Madremonte. Principalmente en ausencia de cuerpos de agua (66,6 %), estrato bajo (61,9 %) y sustrato hoja (71,4 %). Se capturaron 20 individuos en la noche. Se localizaron en el borde del bosque, en los caminos y en las zonas con vegetación herbácea.

Eleutherodactylus simoterus. Fueron encontrados cinco ejemplares, uno en la reserva El Bosque estación 1 y cuatro en El Bosque estación 2, de actividad nocturna; los cinco ejemplares, se encontraron en ausencia de cuerpos de agua (n=4) y en sustrato hoja (n=5) (Tablas 4, 5, 6). En este trabajo se observó *E. simoterus* en bosque de niebla a 3150 m s.n.m.

Eleutherodactylus erythropleura. Se localizó en la reserva Panabi (n=14), Madremonte (n=2) y Acaime (n=2); el 16,66 % de los 14 ejemplares fueron hallados durante el día, el 83,33 % se encontró en la noche, el 88,88 % estaba en ausencia de cuerpos de agua, el 77,77 % se encontró posado sobre las hojas (Tablas 4, 5, 6).

Eleutherodactylus palmeri. Se obtuvieron 30 ejemplares. Su ocurrencia dependió de la presencia de cuerpos de agua ($X^2= 31,2$, $p= 0,103$, 2 g.l.). El 80% de los individuos se capturó en ausencia de cuerpos de agua; con respecto a la posición vertical la especie mostró dependencia ($X^2= 9,4$, $p= 0,352$, 3 g.l.). El 40% de los ejemplares se capturaron en posición vertical medio y un 33% en posición vertical bajo; para el tipo de sustrato la especie presentó dependencia ($X^2= 68,8$, $p= 0,711$, 4 g.l.). El 93% de los ejemplares fue capturado en hojas. *E. palmeri* presentó hábitos nocturnos (Tabla 7), se escucharon cantos de machos a alturas superiores a los 3 m del suelo; se encontraron hembras con ovocitos en diciembre de 2003 en la reserva Panabi y una pareja en amplexus en abril de 2004 en la reserva Madremonte.

Eleutherodactylus piceus. Se localizaron tres individuos, dos en la reserva de Acaime y uno en la reserva El Bosque estación 2; dos fueron hallados en cercanía a cuerpos de agua y uno en ausencia de cuerpos de agua, en estratos medio y bajo, posados sobre hoja y rama, los ejemplares se encontraron en la noche.

Eleutherodactylus uranobates. Es la especie más abundante, con 82 ejemplares examinados.

Respecto a la variable posición horizontal, la ocurrencia de la especie dependió de la presencia de cuerpos de agua ($X^2= 24,17$, $p= 0,103$, 2 g.l.). El 51% de los individuos colectados en cercanía a cuerpos de agua (Tabla 4). De igual manera, la ocurrencia de la especie dependió de la posición vertical ($X^2= 44,69$, $p= 0,352$, 3 g.l.). El 56% se encontró en posición vertical baja; para el tipo de sustrato la especie mostró dependencia ($X^2= 190,06$, $p= 0,711$, 4 g.l.). El 93% de los ejemplares colectados sobre hoja. Más abundante en El Bosque estación 2 (3600-3700 m s.n.m.), aunque estuvo presente desde los 2500 m s.n.m. en la reserva Acaime. Presentó actividad nocturna. En el presente trabajo se registró entre los 2500 a 3700 m s.n.m.

Eleutherodactylus permixtus. Presentó un total de 59 ejemplares colectados a través de todo el transecto. La ocurrencia de la especie *E. permixtus* dependió de la presencia de cuerpos de agua ($X^2= 27,5$, $p= 0,103$, 2 g.l.). El 54% de los individuos fue colectado en ausencia de cuerpos de agua; la ocurrencia de la especie dependió de la variable posición vertical ($X^2= 16,94$, $p= 0,352$, 3 g.l.). El 39% de los individuos se encontró en posición vertical baja; la ocurrencia de la especie con respecto a la variable tipo de sustrato presentó dependencia ($X^2= 133,07$, $p= 0,711$, 4 g.l.). El 91% de los ejemplares se encontró en sustrato hoja (Tablas 4, 5 y 6). Es una especie que se distribuyó desde Madremonte a 2032 m s.n.m. hasta El bosque estación 2 a 3700 m s.n.m., se localizó en cuatro de los seis sitios de muestreo, fue abundante por encima de los 2500 m s.n.m. Se capturaron ejemplares adultos (> 35 mm LRC) cerca de la quebrada en estrato medio y alto sobre la vegetación ribereña, en marzo de 2004. La especie fue activa durante la noche, solo dos observaciones fueron hechas durante el día (Tabla 7).

Eleutherodactylus boulengeri. Se observó un solo ejemplar a lo largo de todo el transecto, que se localizó en la reserva natural Acaime, en la noche, en ausencia de cuerpos de agua, en estrato medio y posado sobre una hoja.

Eleutherodactylus racemus. Se capturaron dos ejemplares en la reserva El Bosque estación 2 en horario nocturno, en ausencia de cuerpos de agua, en estrato medio y posados sobre la hojarasca. Estos dos ejemplares fueron encontrados a los 3700 m s.n.m., lo cual amplía su rango altitudinal.

Leptodactylus colombiensis. Se examinó un ejemplar adulto en la reserva Maravelez en la noche, cerca de cuerpos de agua, sumergido en el agua lodo del humedal.

Cinco especies alcanzaron mayor altitud: *Eleutherodactylus simoterus*, *E. piceus*, *E.*

uranobates, *E. permixtus* y *E. racemus*, mientras las especies que presentan mayor rango altitudinal en el transecto estudiado son, en orden decreciente, *Eleutherodactylus boulengeri*, *Eleutherodactylus achatinus*, *Eleutherodactylus erythropleura*, *Eleutherodactylus uranobates* (Tabla 1)

DISCUSION

Diversidad. Según Margalef (1995) un sitio presenta diversidad baja cuando el valor promedio del índice de Shannon es menor de 3 bits / individuo, y es alta cuando el registro esté por encima de 3 bits / individuo. De este modo, las comunidades evaluadas, en el presente trabajo, presentaron poca diversidad; no obstante, de estas comunidades Madremonite fue la más diversa con un promedio en el índice de Shannon de 1,65 bits / individuo. Este índice arrojó valores bajos de diversidad debido a que es muy sensible a variar por causa de la dominancia de especies, lo cual se dio en el presente estudio; si hubiera existido una homogeneidad mayor en la repartición de las especies y su abundancia, los valores del índice hubiesen sido altos.

El sitio con mayor diversidad fue la reserva Madremonite (promedio del Índice de Shannon = 1,65) y el sitio de menor diversidad fue Maravelez (promedio de Shannon = 0,19) (Fig. 1). En Maravelez la diversidad fue baja por la dominancia de *Hyla columbiana*; además, las tres especies colectadas fueron encontradas en los humedales y potreros a orilla de quebrada. En el interior del bosque no se observaron ejemplares debido posiblemente a la competencia interespecífica, dado que el sustrato de las hojas, preferido por las ranas, estaba fuertemente utilizado por arañas grandes (Migalomorfos), además, de la fuerte intervención antrópica presente en el lugar. Por otra parte, la reserva Madremonite tuvo mayor diversidad debido a que la comunidad se distribuyó más homogéneamente, influenciada por la mayor oferta de microhábitats existentes; esta reserva se ubicó en una zona de vida donde las condiciones ambientales son óptimas para la fisiología del grupo.

Influyó sobre la diversidad alfa el estado de conservación y la presión antrópica a la que se encontraron algunos sitios que originaron relictos selváticos aislados, y una baja complejidad estructural del hábitat. La zona de estudio estuvo influenciada por la actividad agrícola y ganadera, especialmente por los monocultivos de café y plátano en alturas por debajo de los 2000 m s.n.m. Que, según Lynch & Rueda-Almonacid (1998) afectan las comunidades de anuros. Los

resultados de este trabajo sobre éxito de captura, coinciden con los encontrados por Lynch *et al.* (2002): 0,95 individuos / hora hombre (Tabla 3).

De las 18 especies registradas, 11 pertenecen al género *Eleutherodactylus*, familia Leptodactylidae (Tabla 1). Este género es el más abundante en el neotrópico (Lynch, 1998 y Rincón – Franco & Castro, 1998) por su capacidad adaptativa y estrategia reproductiva en ausencia de cuerpos de agua y desarrollo directo. El 80 % de las especies de alta montaña pertenecen al género *Eleutherodactylus*, que posee principalmente estrategias de huevos no acuáticos, lo que explica su alta diversidad (Kattan, 1987) y la captura de gran cantidad de juveniles. Ello coincide con lo encontrado por Lynch (1999).

La mayor diversidad se observó entre 1600 y 2500 m s.n.m., posiblemente a que las condiciones de humedad y temperatura propias de este rango altitudinal fueron poco fluctuantes de día y noche. De esta forma se favorecen diversos modos reproductivos (Duellman, 1992 y Crump, 1974), que facilitan la colonización de muchos hábitats y microhábitats potenciales. En altitudes bajas la temperatura es mayor y algunas veces la humedad es menor; por esta razón las ranas limitan su capacidad de alejarse del ambiente acuático, muchas están restringidas a éste ambiente, condición necesaria para sus posturas (Duellman & Trueb, 1994 y Navas, 1999). En alturas superiores a los 2500 m s.n.m. la temperatura y la humedad son más extremas: la temperatura baja a medida que la altura aumenta, y la humedad es alta, sin embargo, el ambiente es seco por la presencia de fuertes vientos y por la alta radiación solar (en páramo) que restringe la presencia de especies, y la productividad y complejidad estructural del hábitat disminuye. El frío de la zona permite que estos organismos ectotérmicos-heterotérmicos desarrollen adaptaciones metabólicas posiblemente limitando su diversidad (Navas, 1999).

Lynch & Rueda-Almonacid (1998) encontraron que el rango altitudinal de 1800 y 2450 m s.n.m. como el más diverso en un transecto del flanco oriental de la Cordillera Central. Ruiz-Carranza *et al.* (1997) anotaron que en reemplazos verticales de especies a lo largo de perfiles en el Chocó biogeográfico se pueden encontrar entre 1000 y 2000 m s.n.m. de 60 a 70 especies simpátricas. Los resultados de este estudio coinciden con estos autores (Lynch & Rueda-Almonacid, 1998 y Ruiz-Carranza *et al.*, 1997): El reemplazo de las especies a lo largo del transecto altitudinal estuvo influenciado posiblemente por la capacidad de adaptación fisiológica que pre-

sentaron (Duellman & Trueb, 1994). Por lo general el sitio donde se da el reemplazo marca el límite donde posiblemente las adaptaciones fisiológicas de las especies son óptimas (Duellman & Trueb, 1994).

Curva de acumulación de especies. Indicó que el número de especies observadas no fueron todas las que conformaron la comunidad, no obstante la Fig. 3 indicó un comportamiento asintótico de la riqueza observada (Sobs= 16). Los resultados de este trabajo coinciden con valores esperados (Sobs 95% CI límite superior = 20,54) que se obtuvieron con los diferentes estimadores. En el caso de los estimadores CHAO 1 (24) y ACE (20,54) si las especies con uno o dos ejemplares hubieran estado mejor representadas y/o más numerosas, el valor arrojado para estos estimadores se habría aproximado más a los datos observados. Las especies poco abundantes hicieron sensibles los estimadores ante las variaciones. Duellman (1978) realizó un muestreo en Santa Cecilia, Ecuador, donde colectó 5665 ejemplares. A pesar del alto número de individuos colectados por este autor; la curva de acumulación no logró estabilizarse completamente e indicó que la abundancia de muchas de las especies aún era incompleta, especialmente las más comunes. Sin embargo, las curvas de acumulación son útiles cuando hay un posible submuestreo, ya que los valores observados extrapolados a la riqueza esperada se pudieron utilizar como una medida confiable de la diversidad (Moreno & Halffter, 2001). La riqueza observada en el presente trabajo (Fig. 3), con un límite superior de intervalo de confianza de 95 %, indicó que los resultados obtenidos fueron confiables.

Análisis de microhábitats. De las especies encontradas, solo cinco (*Eleutherodactylus achatinus*, *E. palmeri*, *E. uranobates*, *E. permixtus* y *Hyla columbiana*) están representadas por individuos suficientes para aplicar la prueba Ji Cuadrado (≥ 30).

Con respecto a la variable posición horizontal, la comunidad de anuros de todo el transecto prefirió ausencia de cuerpos de agua (52,79 %) y cercanía a cuerpos de agua (44,72 %) (Tabla 4). La categoría corriente o charco temporal (Tabla 4) fue poco usada por las especies, dado que las corrientes o charcos temporales se formaron después de las lluvias. Para la variable posición vertical, los ejemplares capturados prefirieron los estratos bajo y medio (40,9 y 30,74 % respectivamente). Estos resultados difieren de los encontrados por Péfaur & Duellman (1980), donde se restringió el componente vertical de la estructura del hábitat a unos pocos centímetros. Incluso el componente vertical del presente estudio pudo

haber sido más amplio, ya que no se muestreó el dosel. Para la variable tipo de sustrato todas las especies prefirieron en su mayoría el sustrato hoja con 77,32%. Estas preferencias estuvieron influenciadas porque el 93,78 % de los ejemplares fueron capturados en la noche. La principal estrategia de depredación de las ranas de actividad nocturna es "sit and wait" (perchado y esperar) (Péfaur & Duellman, 1980 y Duellman & Trueb, 1994) que llevan a cabo en las hojas de estos estratos, posiblemente en actitud de cacería o en actividad reproductiva, lo que se observó en el presente estudio.

Eleutherodactylus achatinus presentó una marcada preferencia por ausencia de cuerpos de agua (Tabla 4), lo cual coincide con lo anotado por Páez *et al.* (2002). Sin embargo, en diciembre de 2003, en la época de lluvias, se capturaron seis ejemplares adultos en la ribera de la quebrada, que posiblemente estaban en época reproductiva, aunque no se observaron posturas, ni hembras con ovocitos y no se escucharon cantos.

Eleutherodactylus w-nigrum, *E. erythropleura* y *E. achatinus* estuvieron presentes en bosque montano, y prefirieron posarse en bordes de bosque, en senderos como en zonas perturbadas, así como en quebradas (excepto *E. achatinus*). Estos resultados coinciden con lo anotado por Páez *et al.* (2002).

Eleutherodactylus uranobates de historia natural muy poco conocida, según Lynch & Suárez-Mayorga (2002), no es una especie con afinidad de páramo sino de subpáramo. Sin embargo, en este trabajo se observó principalmente en los últimos remanentes arbustivos del subpáramo. *Eleutherodactylus permixtus*, según Páez *et al.* (2002), es nocturna restringida al piso del bosque y activa sobre la hojarasca oculta bajo piedras y troncos. Lynch *et al.* (1994) plantearon que es abundante de día oculta debajo de rocas y troncos, y en la noche se encuentran en vegetación baja y el suelo. Esto difiere de lo observado en el presente trabajo, dado que sólo el 8,48% de los ejemplares se hallaron en el suelo y el 91,52 % de los individuos de *E. permixtus* fueron hallados sobre hoja (Tabla 5).

Eleutherodactylus piceus se distribuye ampliamente a lo largo de la Cordillera Central en subpáramo (Lynch *et al.*, 1996). *Eleutherodactylus simoterus* y *E. racemus* son especies simpátricas, y comparten el mismo microhábitat. Son propias de páramo (Lynch & Suárez-Mayorga, 2002). De *Eleutherodactylus boulengeri* se halló un ejemplar en bosque de niebla en actividad nocturna. Este resultado coincide con lo encontrado por Lynch (1981). Se considera escasa y prefiere zonas bien boscosas (Restrepo & Alberico, s.f.), lo

cual coincide con los datos obtenidos en la presente investigación, ya que sólo fue encontrado un ejemplar en estrato medio sobre hoja en ausencia de cuerpos de agua. Lynch (1981) registró la especie como abundante entre 2600 y 2880 m s.n.m. en el departamento del Huila. Sin embargo, los resultados de este trabajo indicaron que a 3090 m s.n.m. desapareció bruscamente.

Las tres especies de la familia Centrolenidae: *Centrolene prosoblepon*, *Cochranella savagei*, y *C. griffithsi* presentaron comportamientos acordes a los patrones establecidos para su grupo (Lynch, 1998 y Duellman, 1992). Las tres son especies relativamente comunes y de amplia distribución (Acosta-Galvis, 2000).

Bufo marinus y *Leptodactylus colombiensis* son comunes en las tierras bajas del territorio colombiano (Acosta-Galvis, 2000). Sin embargo, se examinó un individuo en la reserva Maravelez. *Bufo marinus* presenta una época reproductiva que se extiende desde mayo hasta septiembre en las lluvias (Gallego & Díaz, 1997); sin embargo, no se escucharon cantos en los muestreos hechos en Maravelez que abarcaron su época reproductiva; se puede atribuir su escasez exclusivamente a factores antrópicos presentes en esta reserva dado que es frecuente el uso de pesticidas. Por otra parte, en la Quebrada Los Ramírez, Municipio de Quinchía, Risaralda, sitio que presentó las mismas características estructurales de Maravelez, fueron observados 6 ejemplares y se escucharon numerosos llamados de *Bufo marinus*. Por lo tanto, es importante efectuar estudios que esclarezcan esta situación, dada la importancia ecológica de esta especie. Según Vargas & Castro (1999) es una especie que puede soportar ciertos cambios en su ambiente natural por ser poco exigente en sus requerimientos ambientales. En el municipio de Quinchía, Risaralda se halló una hembra de *B. marinus* parasitada por 4 garrapatas (Ixodidae). Méndez (1999) anota que es común que parasiten anfibios, aves, reptiles y mamíferos.

La ocurrencia de las especies dependiente de los microhábitats sugirió que las comunidades de anuros en el transecto fueron especializadas. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Péfaur & Duellman (1980) y Duellman & Trueb (1994). Los anuros son especialistas en aprovechar microhábitats determinados por sus requerimientos tróficos y físicos como mecanismo de distribución que disminuye la competencia interespecífica, posibilita una alta densidad de las poblaciones y una mejor explotación de los recursos disponibles para toda la comunidad (Rincón-Franco & Castro, 1998). Péfaur & Duellman (1980) mostraron que el solapamiento de

nicho es mayor en las especies nocturnas y evidencia competencia. Los resultados coinciden con lo encontrado por estos autores, ya que las especies simpátricas de actividad nocturna prefirieron posarse sobre vegetación en estratos bajo y medio principalmente, como en los casos de *Eleutherodactylus palmeri* y *E. erythropleura*; también en *E. uranobates*, *E. permixtus* y *E. piceus*.

Lo encontrado por diferentes autores (Rincón-Franco & Castro, 1998, Péfaur & Duellman, 1980 y Miyamoto, 1988) plantea que la comunidad puede clasificarse en diversos grupos: diurnos terrestres, nocturnos terrestres, nocturnos arbóreos y acuáticos. Los diurnos terrestres son principalmente miembros de Dendrobatidae. Sin embargo, no se encontró ningún representante de esta familia; debido a que la dieta de estos animales está representada casi exclusivamente por Himenópteros (Silverstone, 1975 y 1976), y no se observó presencia de hormigas ni hormigueros.

AGRADECIMIENTOS

John D. Lynch (ICNMHN) por la verificación de las determinaciones del material colectado y suministro de literatura. María de las Mercedes Girón Vanderhuck (IUQ) y Andrés Acosta-Galvis (Instituto de investigaciones biológicas "Alexander Von Humboldt", Bogotá) leyeron el manuscrito y plantearon valiosas sugerencias, Hernando Hurtado T. (centro de investigación y asesoría estadística, Universidad del Quindío) por su amable ayuda en el procesamiento estadístico. Raquel I. Ruiz C. (IUQ) por su colaboración en trabajo de campo y laboratorio. John F. Tovar (USA) corrigió el resumen en inglés.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta-Galvis, A. R. 2000. Ranas, salamandras y caeciliias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1 (3): 289-319.
- Alberico, M. 1982. La medición de diversidad biológica. *Cespedesia suplemento* 3(41-42): 21-29.
- Ardila-Robayo, M. C. 1979. Status sistemático del género *Geobatrachus* Ruthven 1915 (Amphibia: Anura). *Caldasia* 12 (59): 383 - 495.
- Barinaga, M. 1990. Where have all the froggies gone?. *Science* 247 :1033-1034
- Blaustein, A. R. & D. B. Wake. 1990. Declining amphibian populations: a global peñón?. *Trends Ecol. Evol.* 5: 203-204
- Cochran, D. M. & C. J. Goin. 1970. *Frogs of Colombia*. Smithsonian Institution Press: United States National Museum Bulletin 288, 655 pp.
- Colwell, R. K. 2004. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from

- Samples, version 7.00. User's Guide and Application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimate> [visitado el 28/09/2004]. University of Connecticut, Storrs, CT.
- Corns, P. S. 2005. Climate change and amphibians. *Anim. Biodivers. Conserv.* 28 (1): 59-67
- Crump, M. L. 1974. Reproductive Strategies in a Tropical Anuran Community. *Misc. Publ. Mus. Nat. His. Univ. Kansas* (61): 1-67.
- Duellman, W. E. 1973. Descriptions of new Hylid frogs from Colombia and Ecuador. *Herpetologica* 29: 219-227.
- 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Misc. Publ. Mus. Nat. His. Univ. Kansas* (65): 1-352.
- 1992. Estrategias reproductoras de las ranas. *Investigación y Ciencia* (192): 54-62.
- Duellman, W. E. & L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press. 670 pp.
- Gallego-M., L. M. & J. M. Díaz. 1997. Fases oogenéticas en un ciclo anual del *Bufo marinus* (Amphibia: Anura) en el departamento del Quindío. Trabajo de grado. Programa de Biología y Educación Ambiental. Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas. Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. 60 pp.
- Holdridgde, L. R. 1979. *Ecología basada en las zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, 216 pp.
- Instituto de investigación de recursos biológicos "Alexander Von Humboldt". 2004. *Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad*. 187-225 pp.
- Kattan, G. 1987. Patrones de composición taxonómica y de modos reproductivos en comunidades de ranas en el Valle del Cauca. *Cespedesia* 16 (51-56): 75-83.
- Lynch, J. D. 1980. New species of *Eleutherodactylus* of Colombia (Amphibia: Leptodactylidae) I: five new species from the paramos of the Cordillera Central. *Caldasia* 13 (61): 164-187.
- 1981. Two new species of *Eleutherodactylus* from western Colombia (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* (697): 1-11.
- 1991. New diminutive *Eleutherodactylus* from the Cordillera Central of Colombia (Amphibia: Leptodactylidae). *J. Herpetol.* 25 (3): 344-352.
- 1992a. Distribution and variation in a Colombian frog, *Eleutherodactylus erythropleura* (Amphibia: Leptodactylidae). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 27(4): 221-226.
- 1992b. Two new species of *Eleutherodactylus* from southwestern Colombia and the proposal of a new species group (Amphibia: Leptodactylidae). *J. Herpetol.* (26): 53-59.
- 1996. New frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Family Leptodactylidae) from the San Antonio region of the Colombian Cordillera Occidental. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 20(77): 331-345.
- 1998. La riqueza de la fauna Anura de los Andes colombianos. *Innovación y Ciencia* 7 (4): 46-51.
- 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 -202.
- Lynch, J. D. & J. V. Rueda-Almonacid. 1998. New frogs of the genus *Eleutherodactylus* from the eastern flank of the northern Cordillera Central of Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 22(85): 561-570.
- 1999. New species of frogs from low and moderate elevations from the Caldas transect of the eastern flank of the cordillera Central. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23(87): 307-314.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza & M. C. Ardila-Robayo. 1994. The identities of the Colombian frogs confused with *Eleutherodactylus latidiscus* (Boulenger) (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Occ. pap. Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas.* (170): 1-42.
- 1996. Three new species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from high elevations of the Cordillera Central of Colombia. *Caldasia* 18(3): 329-342.
- 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 21 (80): 237 - 248.
- Lynch, J. D. & A. M. Suárez-Mayorga. 2002. Análisis Biogeográfico de los Anfíbios Paramunos. *Caldasia* 24(2): 471-480.
- Lynch, J. D., J. Asprilla, J. Tailor & A. Jiménez. 2002. Ecología y estructura taxonómica de la anurofauna presente en el Municipio de Quibdó, Chocó Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó* (16): 36-41.
- Magurran, A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Veda, 201 pp.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona.
- Marsh, D. M. & P. B. Pearman. 1997. Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of Leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conserv. Biol.* 11(6): 1323 - 1358.
- Méndez, E. 1999. *Insectos y otros artrópodos de importancia médica y veterinaria*. Edición Limitada, Panamá, 341 pp.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E. & G. Halffter. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *J. App. Ecol.* (38): 487-490.
- Miyamoto, M. 1988. Vertical habitat used by *Eleutherodactylus* frogs (Leptodactylidae) at two Costa Rican localities. *Biotropica* 14(2): 141-144.
- Navas, C. A. 1999. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23 (suplemento especial) 465-474.
- Páez, V. P., B. C. Bock, J. J. Estrada, A. M. Ortega, J. M. Daza & P. D. Gutiérrez-C. 2002. *Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia*. Colciencias, Universidad de Antioquia y Universidad Nacional sede Medellín, 136 pp.
- Péfaur, J. E. & W. E. Duellman. 1980. Community structure in high andean herpetofaunas. *Trans. Kansas Acad. Science* 83(2): 45-64.
- Pisani, G. R. & J. Villa. 1974. Guía de técnicas para la preservación de anfibios y reptiles. *Society for the*

- study of amphibians and reptiles *Miscellaneous Publications Circular herpetológica* (2): 1-23.
- Restrepo, J. H. & M. Alberico. (s.f.). *Los anfibios y reptiles de Ucumari*. Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Pereira, Colombia, 50 pp.
- Rincón-Franco, F. & F. Castro. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. *Caldasia* 20(2): 193–202.
- Román-Valencia, C. 1993. Composición y estructura de las comunidades de peces en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Biología y Educación* (5): 8-19.
- Rueda-Almonacid, J. V. 1999. Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23 (Suplemento especial): 475 – 498.
- Ruiz-Carranza, P. M., M. C. Ardila-Robayo & J. D. Lynch. 1996. Lista actualizada de la fauna anfibia de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 20 (77): 365 – 415.
- Ruiz-Carranza, P. M. & J. D. Lynch. 1991a. Ranas Centrolenidae de Colombia I. Propuesta de una nueva clasificación genérica. *Lozanía* (57): 1-32.
- 1991b. Ranas Centrolenidae de Colombia III. Nuevas especies de *Cochranella* del grupo granulosa. *Lozanía* (59): 1-20.
- 1997. Ranas Centrolenidae de Colombia X. Los centrolenidos de un perfil del flanco oriental de la Cordillera Central en el Departamento de Caldas. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 21(81): 541-553.
- Ruiz-Carranza, P. M., J. D. Lynch & M. C. Ardila-Robayo. 1997. Seis nuevas especies de *Eleutherodactylus* Dumeril y Bibron, 1841 (Amphibia: Leptodactylidae) del norte de la Cordillera Occidental de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 21(79): 155-174.
- Silverstone, P. A. 1975. A revision of the poison-arrow frogs of the genus *Dendrobates* Wagler. *Nat. Hist. Mus. Of Angeles County Science Bulletin* (21) 1-55.
- 1976. A revision of the poison-arrow frogs of the genus *Phylllobates* Bibron in Sagra (Family Dendrobatidae). *Nat. Hist. Mus. of Angeles Country Science Bulletin* (27): 1-50.
- Sokal, R. R. & F. F. J. Rohlf. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in Biological Research*. Third Edition. W.H. Freeman and Company, Nueva York
- Vargas, F. & 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.
- Wake, D. B. & H. J. Morowitz. 1991. Declining amphibians populations- a global peñón?. Findings and recommendatios. *Alytes* 9: 33-42

Recibido: 13-IV-2005

Aceptado: 13-XII-2005

Tabla 1: Riqueza y abundancia de la fauna de anuros en un transecto de los Andes centrales de Colombia. Diciembre de 2003 a julio de 2004

Especies	Número de Ejemplares						Total
	Maravelez	Panabi	Madremonte	Acaime	El Bosque 1	El Bosque II	
BUFONIDAE							
<i>Bufo marinus</i>	1						1
CENTROLENIDAE							
<i>Cochranella savagei</i>		5					5
<i>Cochranella griffithsi</i>			1				1
HYLIDAE							
<i>Hyla columbiana</i>	37						37
LEPTODACTYLIDAE							
<i>Eleutherodactylus thecptomus</i>			24				24
<i>E. achatinus</i>		26	3	3			32
<i>E. w-nigrum</i>			21				21
<i>E. simoterus</i>					1	4	5
<i>E. erythropleura</i>		14	2	2			18
<i>E. palmeri</i>		13	17				30
<i>E. piceus</i>				2		1	3
<i>E. uranobates</i>				16	26	40	82
<i>E. permixtus</i>			1	39	13	6	59
<i>E. boulungeri</i>				1			1
<i>E. racemus</i>						2	2
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	1						1
ABUNDANCIA	39	58	69	63	40	53	322
RIQUEZA	3	4	7	6	3	5	

Tabla 2: Riqueza y abundancia de la fauna de anuros, en sitios adicionales de los Andes centrales de Colombia. Septiembre a diciembre de 2004

Especies	Lugares alternos		
	El Jardín	La Veneda	Los Ramírez
BUFONIDAE			
<i>Bufo marinus</i>			6
CENTROLENIDAE			
<i>Centrolene prosoblepon</i>		4	
<i>Cochranella savagei</i>			1
HYLIDAE			
<i>Hyla columbiana</i>			3
<i>Hyla larinopygion</i>	1		
LEPTODACTILIDAE			
<i>Eleutherodactylus thecopternus</i>	1		
<i>E. achatinus</i>		13	
<i>E. w-nigrum</i>	1		
<i>E. erythropleura</i>			4

Tabla 3: Relación del esfuerzo de muestreo y éxito de captura en un transecto en los Andes centrales de Colombia. Diciembre de 2003 a julio de 2004

Sitios de muestreo	Maravelez	Panabi	Madremonte	Acaime	El Bosque	El Bosque
Esfuerzo de captura (horas/hombre)	64	64	64	64	64	64
Exito de captura (Individuos/hora hombre)	0,609	0,906	1,078	0,984	0,625	0,828
Individuos capturados	39	58	69	63	40	53

Tabla 4: Frecuencia de las especies de anuros con respecto a cuerpos de agua en un transecto en los Andes centrales de Colombia. Diciembre de 2003 a julio de 2004. CCA = Cercanía a cuerpos de agua; CCT = Cuerpos de agua o corrientes temporales; ACA = Ausencia de cuerpos de agua.

Especie	Número de ejemplares			Total
	CCA	CCT	ACA	
BUFONIDAE				
<i>Bufo marinus</i>	1	0	0	1
CENTROLENIDAE				
<i>Cochranella savagei</i>	5	0	0	5
<i>Cochranella griffithsi</i>	1	0	0	1
HYLIDAE				
<i>Hyla columbiana</i> *	37	0	0	37
LEPTODACTILIDAE				
<i>Eleutherodactylus thecopternus</i>	7	0	17	24
<i>E. achatinus</i> *	6	0	26	32
<i>E. w-nigrum</i>	7	0	14	21
<i>E. simoterus</i>	1	0	4	5
<i>E. erythropleura</i>	2	0	16	18
<i>E. palmeri</i> *	6	0	24	30
<i>E. piceus</i>	2	0	1	3
<i>E. uranobates</i> *	42	7	33	82
<i>E. permixtus</i> *	26	1	32	59
<i>E. boulengeri</i>	0	0	1	1
<i>E. racemus</i>	0	0	2	2
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	1	0	0	1
TOTAL	144	8	170	322

* Especies estadísticamente significativas (> 30 individuos)

Tabla 5: Frecuencia de las especies de anuros con respecto a su ubicación vertical en un transecto en los Andes centrales de Colombia. Diciembre de 2003 a julio de 2004. S = Suelo; B = Bajo; M = Medio; A = Alto.

Especie	Número de ejemplares				Total
	S	B	M	A	
BUFONIDAE					
<i>Bufo marinus</i>	1	0	0	0	1
CENTROLENIDAE					
<i>Cochranella savagei</i>	0	0	1	4	5
<i>Cochranella griffithsi</i>	0	0	0	1	1
HYLIDAE					
<i>Hyla columbiana</i> *	5	16	16	0	37
LEPTODACTILIDAE					
<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>	9	13	1	1	24
<i>E. achatinus</i> *	17	6	8	1	32
<i>E. w-nigrum</i>	4	13	4	0	21
<i>E. simoterus</i>	1	1	2	1	5
<i>E. erythropleura</i>	4	3	7	4	18
<i>E. palmeri</i> *	1	10	12	7	30
<i>E. piceus</i>	0	1	2	0	3
<i>E. uranobates</i> *	4	46	22	10	82
<i>E. permixtus</i> *	4	23	21	11	59
<i>E. boulungeri</i>	0	0	1	0	1
<i>E. racemus</i>	0	0	2	0	2
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	1	0	0	0	1
TOTAL	51	132	99	40	322

* Especies estadísticamente significativas (> 30 individuos)

Tabla 6: Frecuencia de las especies de anuros con respecto a diferentes sustratos en un transecto en los Andes centrales de Colombia. Diciembre de 2003 a julio de 2004. H = hoja; T = tronco; HOJ = hojarasca; R = rama; O = otro

Especie	Número de ejemplares					Total
	H	T	HOJ	R	O	
BUFONIDAE						
<i>Bufo marinus</i>	0	0	0	0	1	1
CENTROLENIDAE						
<i>Cochranella savagei</i>	5	0	0	0	0	5
<i>Cochranella griffithsi</i>	1	0	0	0	0	1
HYLIDAE						
<i>Hyla columbiana</i> *	25	0	0	8	4	37
LEPTODACTILIDAE						
<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>	13	1	7	3	0	24
<i>E. achatinus</i> *	9	7	13	1	2	32
<i>E. w-nigrum</i>	15	1	3	1	1	21
<i>E. simoterus</i>	5	0	0	0	0	5
<i>E. erythropleura</i>	14	0	3	0	1	18
<i>E. palmeri</i> *	28	0	2	0	0	30
<i>E. piceus</i>	2	0	0	1	0	3
<i>E. uranobates</i> *	77	0	0	3	2	82
<i>E. permixtus</i> *	54	0	3	1	1	59
<i>E. boulungeri</i>	1	0	0	0	0	1
<i>E. racemus</i>	0	0	2	0	0	2
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	0	0	0	0	1	1
TOTAL	249	9	33	18	13	322

* Especies estadísticamente significativas (> 30 individuos)

Tabla 7: Frecuencia de captura según horas de actividad en anuros en un transecto de los Andes centrales de Colombia. Diciembre de 2003 a julio de 2004.

Especie	Diurno	Nocturno	Total
LEPTODACTILIDAE			
<i>Eleutherodactylus thecopternus</i>	5	19	24
<i>E. achatinus</i>	8	24	32
<i>E. w-nigrum</i>	1	20	21
<i>E. simoterus</i>	0	5	5
<i>E. erythropleura</i>	3	15	18
<i>E. palmeri</i>	0	30	30
<i>E. piceus</i>	0	3	3
<i>E. uranobates</i>	1	81	82
<i>E. permixtus</i>	2	57	59
<i>E. boulungeri</i>	0	1	1
<i>E. racemus</i>	0	2	2
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	0	1	1
HYLIDAE			
<i>Hyla columbiana</i>	0	37	37
CENTROLENIDAE			
<i>Cochranella savagei</i>	0	5	5
<i>Cochranella griffithsi</i>	0	1	1
BUFONIDAE			
<i>Bufo marinus</i>	0	1	1
TOTAL	20	302	322