

DECLIVE EN POBLACIONES DE SEIS ESPECIES DE ANFIBIOS ANUROS DEL PÁRAMO DE MUCUBAJÍ, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA

JETZABEL GROSS^{1,2}

¹ Estudiante graduada de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Investigadora Asociada, Colección de Anfibios y Reptiles, Laboratorio de Biogeografía, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Resumen: El objetivo de este trabajo consistió en determinar el estatus poblacional de las especies de anuros del Páramo de Mucubají, Edo. Mérida, Venezuela, a través de un estudio de presencia-ausencia, abundancia relativa y esfuerzo de captura desde abril 2005 hasta julio 2006. Adicionalmente, buscamos correlacionar algunas variables físico-químicas en el área de estudio con la presencia-ausencia de los animales. Realizamos salidas de campo mensuales, con duración de 3 días/2 noches y como método principal de muestreo empleamos el Relevamiento por Encuentro Visual. En total logramos capturar 44 animales, que fueron 23 *Pristimantis ginesi*, 15 *P. lancinii*, 3 *P. kareliae* y 3 *P. paramerus*. Las especies *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis*, previamente reportadas para el área, no se encontraron durante el período de este monitoreo. En orden de abundancia, la especie *P. ginesi* fue la dominante y *P. paramerus* la especie cuyo valor de abundancia relativa fue el más bajo. El esfuerzo de captura total fue de 281.13 horas/hombre, de las cuales *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis* consumieron todas, ya que estas especies nunca fueron halladas, mientras que *P. ginesi* fue la especie con el valor más bajo, con 26.25 horas/hombre. Del análisis de las variables fisicoquímicas se infiere que la temperatura del aire durante el período de estudio pudo haber sido mayor a la exhibida en años anteriores, y que la humedad relativa y la temperatura del aire medidas en 2006 parecen ser más altas y bajas, respectivamente, que las registradas en 2005. Durante el monitoreo, los valores de pH, en el agua, tendieron a ser ligeramente alcalinos en el área, y la presencia de coníferas en el lugar parece contribuir con la acidificación del agua, llevándola a valores cercanos a la neutralidad.

Palabras Clave: Anfibios, Declive poblacional, Venezuela, Andes, Páramo de Mucubají, Monitoreo, Ecología, Conservación.

Abstract: J. Gross. "Population decline in six species of anuran amphibians in Paramo Mucubají, Merida State, Venezuela". The goal of this study was to determine the population status of the anuran species in Páramo de Mucubají, Mérida State, Venezuela, through a study of presence-absence, relative abundance and capture effort, from April 2005 to July 2006. Additionally, we seek to correlate some physicochemical variables in the study area with the presence-absence of the animals. We carried out monthly field trips, with duration of 3 days/2 nights and the main method of sampling was the Visual Encounter Survey. In total we achieved to capture 44 animals, namely 23 *Pristimantis ginesi*, 15 *P. lancinii*, 3 *P. kareliae* and 3 *P. paramerus*. The species *Atelopus mucubajiensis* and *Aromobates leopardalis* were not found. In order of relative abundance, the species *P. ginesi* was dominant and *P. paramerus* was the species whose value of relative abundance was the lowest. The total capture effort was 281.13 hours, of which *A. mucubajiensis* and *A. leopardalis* consumed all, since these species were never found, while *P. ginesi*'s value was as low as 26.25 hours. From the analyses of the physicochemical variables we infer that the air temperature during the study period was greater than the values exhibited in previous years, and that the relative humidity seem to be higher and the air temperature lower than the values registered for the year 2005. During the survey, pH values of water tended to be slightly alkaline in the area, and the presence of conifers in the place seems to contribute with water acidification, taking this to values closer to neutrality.

Key Words: Amphibians, Population decline, Venezuela, Andes, Páramo de Mucubají, Monitoring, Ecology, Conservation.

INTRODUCCION

La pérdida de biodiversidad es un fenómeno global que se ha observado desde hace varios años, siendo este efecto notoriamente evidente en la últimas décadas del siglo pasado. Actualmente, una gran cantidad de seres vivos está siendo afectada por diversos factores que provocan esta pérdida de biodiversidad, que ha llevado a algunos inclusive a la extinción (Young *et al.* 2001, Lips *et al.* 2005a, Lips *et al.* 2005b, Daszak y Cunningham 2002). En anfibios, la existencia real de este fenómeno fue tomada en cuenta por científicos a nivel mundial sólo a partir de 1989. En los

últimos años, las tasas de disminución de poblaciones de muchas especies han sido incontroladas, con reportes que ejemplifican tanto la reducción en el número de organismos como la reducción de sus áreas de distribución (Blaustein *et al.* 1994).

Latinoamérica, en particular, aloja una diversidad de fauna de anfibios que representa la mitad del total de la riqueza mundial de estos animales, con muchas especies amenazadas (Young *et al.* 2001). En la actualidad, los mayores factores a tomarse en cuenta para explicar esta pérdida de diversidad son: (1) las

² Send correspondence to / Enviar correspondencia a:
jetzagross@gmail.com

alteraciones climáticas, que pueden estar facilitando la dispersión de agentes patógenos, además de dificultar, con sus alteraciones de periodos secos y lluviosos, la supervivencia ecológica de diversas especies (Pounds y Crump 1994, Blaustein *et al.* 1994, Carey y Alexander 2003, Lips *et al.* 2005b); (2) el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*, que ha sido asociado con muchas de las desapariciones de estos animales (Daszak y Cunningham 2002, Lips *et al.* 2005b, Lampo *et al.* 2008); y (3) la alteración del hábitat natural de algunas de estas especies, aunque se conoce que estos eventos están ocurriendo de igual manera en áreas legalmente protegidas en donde la intervención humana es muy baja o inexistente (Santiago-Paredes y La Marca 2007 ; La Marca 2007a).

Venezuela es el quinto país más mega-diverso en anfibios a nivel mundial (Young *et al.* 2004). La Cordillera de Mérida presenta una alta incidencia de especies endémicas (Péfaur y Rivero 2000). Esta riqueza ha sido atribuida a la presencia de valles pronunciados, una compleja orografía, y una variada alternancia de cinturones altitudinales de vegetación que contribuyen con la existencia de un mosaico ambiental diverso (La Marca 1995). Para esta cadena montañosa se ha señalado declinaciones en varias especies de anfibios (La Marca y Reinthaler 1991, La Marca 2004, La Marca *et al.* 2005, García *et al.* 2007, Santiago-Paredes y La Marca 2007).

Con esta investigación nos propusimos determinar el estado actual de las poblaciones de anfibios anuros endémicos de la región del páramo de Mucubají, a través de un estudio de abundancia relativa, complementado con mediciones puntuales de variables fisicoquímicas como temperatura del aire, temperatura del agua, pH del agua, humedad relativa y oxígeno disuelto, en cada estación de muestreo seleccionada del Páramo de Mucubají, para tratar de relacionarlas con la presencia/ausencia de estas especies en el área de estudio.

MATERIALES Y METODOS:

Área de Estudio y Monitoreo de especies

El área de estudio se localiza en el Páramo de Mucubají, Sierra de Santo Domingo, en los Andes del Estado Mérida, Venezuela. Posee una extensión de 135 km². La zona de muestreo está ubicada a lo largo de un gradiente altitudinal desde 2500 msnm hasta 3500 msnm, en los pisos altitudinales Altiandino Inferior y Superior, y en las unidades ecológicas de Páramo Andino y Selva Nublada Montano Alta (siguiendo la terminología en La Marca 1999, y La Marca y Soriano 2004). Las coordenadas que definen la localización del gradiente son: 8°47'07.4"N-8°50'14.3"N y 70°44'21.0"W-70°51'19.2"W. A lo largo del gradiente, los sistemas ecológicos dominantes son el páramo y el bosque nublado montano alto (La Marca y Soriano 2004). La formación vegetal más importante, por su extensión y cobertura, corresponde al denominado páramo andino (Azócar y Monasterio 1980).

En el área de estudio se consideró diferentes microhabitats y parches. Operacionalmente, definimos microhabitat como un hábitat muy pequeño y especializado, mientras que consideramos parche a una unidad del paisaje, parte o sección que difiere o contrasta con el hábitat general. Definimos cuatro categorías de microhábitat, 1)

bajo rocas, 2) bajo rocas cercanas al agua, 3) en vegetación y 4) en vegetación cercana al agua.

Los parches considerados fueron de dos tipos: 1) vegetación compuesta por helechos, gramíneas y musgos, y 2) vegetación compuesta por frailejones y gramíneas. Todos los parches se caracterizaban por estar conformados por vegetación aglomerada y organizada en unos pocos metros cuadrados.

El monitoreo se realizó durante 15 meses continuos entre abril 2005 y julio 2006, con una duración de tres días (con dos noches) por cada salida al área de estudio. Un total de 15 estaciones fueron muestreadas en el área de estudio, en un rango altitudinal desde 2500 hasta 3500 m.s.n.m. Dos de estas estaciones fueron seleccionadas arbitrariamente para ser revisadas de manera constante, cada mes, durante todo el período de estudio. Adicionalmente a estas estaciones constantes, cada mes se tomaron de tres a cuatro estaciones extras, que en conjunto conformaban de cinco a seis estaciones para monitoreos mensuales.

Las 15 estaciones monitoreadas se localizan entre los dos tipos de vegetación mencionados. Identificamos cada estación de muestreo con un número (las estaciones más elevadas con los primeros números y así sucesivamente hasta asignar la estación más baja en elevación). Registramos detalles de ubicación geográfica y altitudinal de estas estaciones (Tabla 1, Figs. 1-2). Las estaciones ubicadas en páramo andino se identificaron como 1, 2, 3, 4 y 5; aquellas en la zona de transición entre bosque nublado montano alto y páramo andino (que denominamos arbustal pre-paramero) como 6, 7 y 8, mientras que a aquellas en bosque nublado montano alto se les asignaron los números 9, 10, 11,12, 13, 14 y 15.

Captura de anfibios

En este estudio se consideraron 6 especies de anuros del Páramo de Mucubají, *Atelopus mucubajiesis*, *Aromobates leopardalis*, *Pristimantis ginesi*, *Pristimantis kareliae*, *Pristimantis lancinii*, *Pristimantis paramerus*. En el caso de las especies de anfibios aquí tratadas como *Pristimantis*, estas fueron consideradas en otras ocasiones como *Eleutherodactylus*, *Paramophrynella* o *Mucubatrachus* (La Marca 2008). La técnica elegida para la captura de anfibios en las estaciones de muestreo fue la de Relevamiento por Encuentros Visuales (REV), descrita por Crump y Scott (2001). Este método involucra caminar a través de un área o hábitat por un período de tiempo predeterminado en búsqueda sistemática de animales, registrando datos de 1) número de individuos encontrados; 2) tiempo total de búsqueda; 3) área total analizada. A través de este método se logró obtener, para cada estación de muestreo, 1) lista de especies; 2) riqueza de especies; abundancia relativa.

De modo complementario a este REV, se obtuvo información anexa para cada estación individual a partir de Muestreos por Parches (Jäger 2001) y por Transectas de Bandas Auditivas (TBA) (Zimmerman 2001). Además de la metodología principal de muestreo de anfibios aplicada sobre las estaciones seleccionadas, se registraron datos de variables fisico-químicas en cada lugar de encuentro de un anfibio. Igualmente, se efectuó una descripción detallada de las condiciones del microhábitat (catalogadas dentro de los cuatro tipos de microhábitat antes establecidos).

La captura de los animales sólo fue de manera temporal, ya que estos fueron liberados en su sitio de captura luego de: 1) toma de fotos, tanto ventrales, dorsales, como laterales, que ayudaron a conformar un registro fotográfico de individuos, para identificación posterior en recapturas; 2) registro de la longitud rostro-cloacal (LCR), mediante un vernier caliper marca Clarke® con precisión de 0.02 mm; y 3) descripción de características morfológicas resaltantes (como patrones de coloración observables, y características de dígitos) para facilitar la labor de reconocimiento.

Ubicación y parámetros ambientales

En cada estación de muestreo registramos la ubicación geográfica mediante un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS), marca Garmin®, modelo GPSmap 60CS, el cual también proporcionó la elevación (por presión barométrica) en metros sobre el nivel del mar. Se registró datos sobre vegetación presente en cada estación, que sirvieron para conocer y dar detalles sobre hábitat/microhábitat.

Para el registro de condiciones fisicoquímicas que rodeaban a los animales capturados, el periodo de estudio, se tomaron las siguientes variables durante los respectivos períodos de muestreo en cada una de las estaciones (cabe destacar que en las estaciones P2 y P7 estas mediciones de variables fisicoquímicas se realizaron de manera constante, mensualmente): (1) temperatura del aire (T_{AI}; °C), (2) temperatura del agua (T_{AG}; °C), (3) oxígeno disuelto en el agua (ox; mg/l), (4) temperatura del agua (T_{AG}; °C), (5)

humedad relativa (HR; %), y (6) pH. Las mediciones fueron obtenidas de la siguiente manera: Temperatura (°C) Atmosférica: mediante un termómetro de contacto, marca CEM®, modelo DT-610B, a un metro sobre la superficie del suelo. Temperatura del sustrato: mediante el mismo termómetro de contacto, a unos 5 cm de profundidad en el suelo (esto únicamente en caso de captura). Temperatura (°C) del agua: mediante el termómetro de contacto mencionado anteriormente, entre 5 y 10 cm de profundidad, tanto en lagunas como en corrientes principales de cada estación visitada. pH: registrado con un pHmetro marca Hanna® modelo HI98127, a 5 centímetros de profundidad en cada laguna o corriente principal de cada estación. Oxígeno Disuelto: con un oxímetro marca Milwaukee®, modelo SM 600, a unos 5 centímetros de profundidad en cada laguna o corriente principal de cada estación visitada. Humedad Relativa: con un psicrómetro marca Nielsen-Kellerman®, modelo Kestrel 4000, a 1 metro sobre el suelo y siempre bajo sombra, en la vegetación adyacente a la corriente de agua principal de la estación de muestreo.

Métodos para Análisis de Datos

Para el análisis primeramente observamos detalladamente los datos recogidos de los ejemplares capturados en el campo, con el fin de lograr una identificación de los mismos. Esto último fue logrado a través de comparaciones de los registros morfométricos (LRC), registros fotográficos y descripción pertinente de algunas características morfológicas/anatómicas destacadas en cada animal capturado.

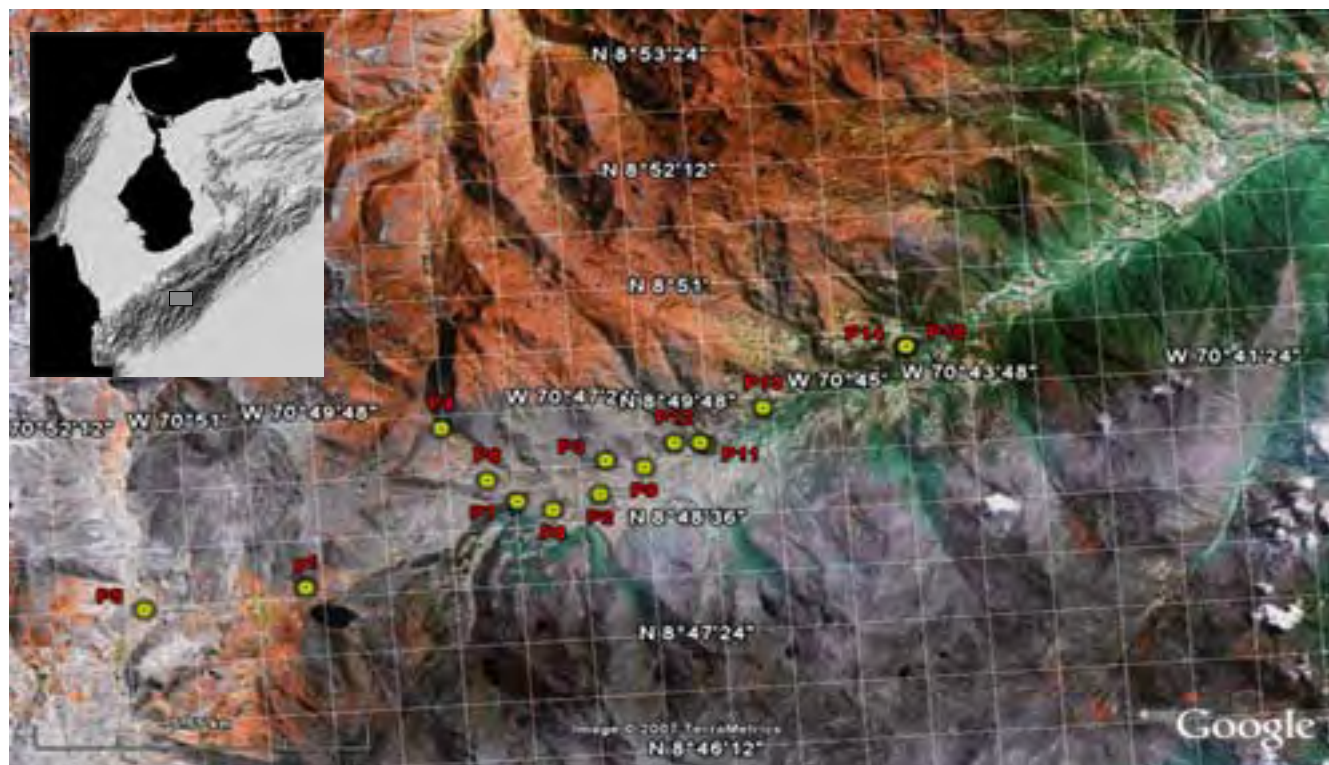


FIG. 1. Imagen satelital del área de estudio (indicada por un cuadrado en el recuadro izquierdo) que muestra la localización de las estaciones de muestreo detalladas en el texto. Imágen base: Google Earth®.

Satellite image of the study area (indicated by a square in upper left insert) showing location of the sampling stations detailed in text. Base image: Google Earth®.

TABLA 1. Identificación de las estaciones de muestreo. Abreviaciones de Pisos Ecológicos y Unidades Ecológicas: AI: Piso Andino Inferior, AS: Piso Andino Superior, P: Páramo, BN: Bosque Nublado, AP: Arbustal Preparamero.

TABLE 1. Identification of the sampling stations. Abbreviations of Ecological Belts and Ecological Units: AI: Lower Andean Belt, AS: Upper Andean Belt P: Páramo, BN: Cloud Forest, AP: Sub-paramo.

Estación	Altura (msnm)	Coordenadas	Piso Ecológico
Punto 1	3565	8°48'07.4"N y 70°49'57.5"O	AI
Punto 2	3397	8°49'13.1"N y 70°48'57.5"O	P
Punto 3	3324-3215	8°48'57.3"N y 70°47'09.0"O	P
Punto 4	3250	8°49'40.8"N y 70°48'37"O	P
Punto 5	3217	8°47'59.7"N y 70°51'26.2"O	P
Punto 6	3192	8°49'06.9"N y 70°48'14.3"O	AP
Punto 7	3112-3069	8°48'52.8"N y 70°47'58.9"O	AP
Punto 8	3079	8°48'46.3"N y 70°47'40.1" O	AP
Punto 9	2917	8°49'09.2"N y 70°46'48.6" O	BN
Punto 10	2891	8°49'20.4"N y 70°46'13.7"O	BN
Punto 11	2864	8°49'22.3"N y 70°46'17.1"O	BN
Punto 12	2862	8°49'23.2"N y 70°46'31.2"O	BN
Punto 13	2768-2800	8°49'41.5"N y 70°45'41.4"O	BN
Punto 14	2614-2609	8°50'13.6"N y 70°44'21.5"O	BN
Punto 15	2501	8°50'14.3"N y 70°44'21.0"O	BN

Los animales identificados fueron agrupados por especie y los datos de cada captura fueron evaluados y revisados detalladamente con el fin de determinar una presencia-ausencia confiable para cada especie durante el periodo de muestreo.

Posteriormente procedimos a calcular la abundancia relativa de especies por cada taxón en particular y por cada estación de muestreo. Estos valores se obtuvieron gracias a registros de la estación de muestreo (área en m²) y también de cada especie de anuro capturado. El valor representa el número de capturas (separadas por especie y por estación de muestreo) y multiplicadas por 1000 m² (estandarizada en ese valor para todas las estaciones); esto último con el fin de homogenizar las diferentes áreas de muestreo y así obtener valores de abundancia relativa comparables entre sí. Posteriormente, dicho valor se dividió entre el área real muestreada por estación, para generar una abundancia total que luego fue convertida en abundancia relativa (llevándola a porcentaje).

A continuación, se calculó el esfuerzo total y el esfuerzo realizado para cada especie. El esfuerzo es una medida que se logra a partir del cálculo de las horas-hombre empleadas en la búsqueda; con este fin se multiplicaron los valores de horas empleadas, por el total de personas presentes en el lugar de muestreo. Para determinar el esfuerzo por especie, se tomó el esfuerzo realizado a partir de la primera salida de campo y se sumó acumulativamente hasta que se encontró con el valor de la primera captura realizada para cada una de las especies.

Calculamos, también, la tasa de encuentro para cada especie y la tasa de encuentro de especies por cada estación de muestreo. Para la obtención de la tasa de encuentro por especie, se registró

el tiempo (en horas) invertido en cada muestreo y el número de individuos de cada especie detectada: al dividir el número de anfibios registrados por el número de horas invertido en el muestreo (anfibios por hora para cada especie), se obtuvo la tasa de encuentro para cada una. Para la elaboración de la tasa de encuentro entre sitios, se tomó el número de capturas reales de la especie en cuestión y se dividió este valor entre los esfuerzos en horas-hombre realizados en la estación correspondiente.

Finalmente, en este trabajo comparamos distintos registros de museos sobre capturas y especies registradas en años anteriores con los datos actuales registrados para este estudio. Los registros de museo provinieron de las dos colecciones científicas que albergan la mayor representación de anfibios del área de estudio: CVULA (Colección de Vertebrados de la Universidad de los Andes) y ULABG (Colección de Anfibios y Reptiles del Laboratorio de Biogeografía de la Universidad de Los Andes), ambas en Mérida, Edo. Mérida, Venezuela. Con esta información se obtuvo: 1) total de individuos/especie; 2) total de individuos/año; 3) especies individuales/años individuales y 4) análisis estacional de las capturas de las diversas especies de páramo a lo largo del periodo 1973-2006.

El número total de individuos se obtuvo contando y registrando las distintas especies; el total de individuos se separó por años. Para la separación de especies a lo largo de los años, se desenglobó las distintas especies a lo largo de diferentes años (1973 a 1999) registradas en las colecciones CVULA y ULABG. Adicionalmente, incorporamos el dato recogido en el 2004 (Barrio-Amorós 2004, Lötters *et al.* 2005) para *Atelopus mucubajensis* y los datos obtenidos en el presente estudio para los años 2005 y 2006.

Finalmente, el análisis de captura y dinámica mensual efectuado sobre cada especie individual, permitió establecer un análisis estacional confiable para el período 1973-2006.

RESULTADOS

Gracias a la fotoidentificación y a las medidas morfométricas para comparación, se facilitó el proceso de identificación de los ejemplares capturados, permitiendo así agruparlos según especie. La técnica de fotoidentificación resultó bastante provechosa, al permitir clasificar los animales por especie, además de ser una herramienta útil para separar los ejemplares entre sí y evitar así contar recapturas de individuos por especies. En total se capturaron y recapturaron 80 individuos pero luego de la identificación se contaron únicamente 44 ejemplares de 4 diferentes especies a lo largo del estudio: 23 individuos de *Pristimantis ginesi*; 15 de *P. lancinii*, y tres cada uno de *P. kareliae* y *P. paramerus*. *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis*, conocidos previamente del área de estudio, estuvieron totalmente ausentes de los muestreos. Los datos de presencia-ausencia de estos animales a lo largo de los meses del período de muestreo reflejan que los meses de enero y marzo 2006 fueron los que presentaron la mayor diversidad de especies durante todo el período de muestreo (hasta 3 especies distintas en enero: *P. ginesi*, *P. kareliae* y *P. lancinii*; y tres en marzo: *P. ginesi*, *P. lancinii* y *P. paramerus*). Por su parte, los meses de julio, agosto y noviembre 2005 sólo muestran la presencia de una sola especie (*P. ginesi*). Y, finalmente, los meses

de abril y mayo 2005 y junio 2006 fueron los menos productivos para el estudio, ya que no se logró captura alguna durante estas salidas.

Los cálculos de abundancia relativa por especie/estación arrojan que *P. ginesi* fue la especie más abundante y que la misma está condicionada por la gran cantidad de animales observados y capturados en el Punto 2, seguida por la abundancia de la misma especie en el Punto 1. Por su parte, *P. lancinii*, la segunda especie más abundante, se encontró en su mayoría en los Puntos 3 y 4. *Pristimantis kareliae* y *P. paramerus* sólo se encontraron en los Puntos 2, 3, 6, y Puntos 3, 9 y 11, respectivamente.

El valor total de esfuerzo en horas-hombre realizado en este estudio fue de 281.13 horas/hombre. El esfuerzo por individuo capturado por cada especie por separado se muestra en la Fig. 3. A partir de allí resalta que *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis* fueron las especies en las que se emplearon más horas de búsqueda totales, sin registrarse captura alguna. En cambio, *Pristimantis ginesi* fue la especie que más rápidamente se encontró luego de emplear pocas horas de búsqueda, seguida de cerca por *P. kareliae*. *Pristimantis lancinii* y *P. paramerus* sólo se encontraron luego de aproximadamente 90 y 200 horas de búsqueda, respectivamente, siendo por consiguiente estas las últimas especies en ser visualizadas en el período de estudio llevado a cabo.

Siguiendo el criterio de abundancia relativa de especies, según Rueda *et al.* (2006), donde valores menores a 0.1 identifican especies raras y valores mayores o iguales a 40 identifican especies

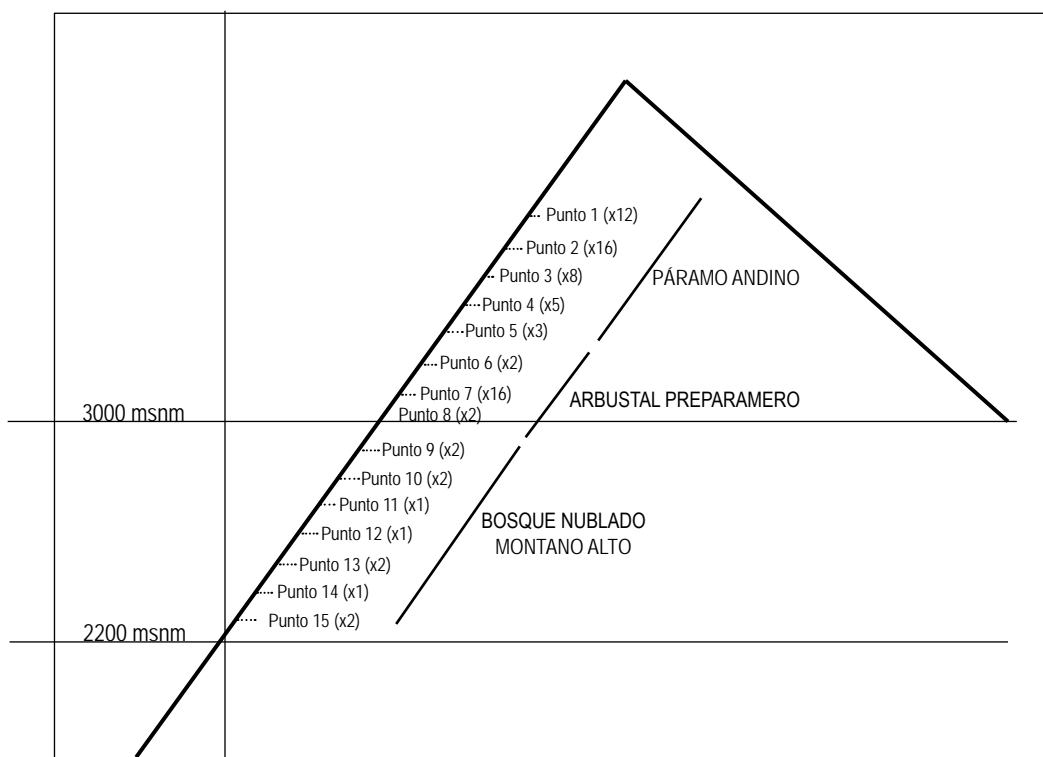


FIG. 2. Estaciones de muestreo y frecuencia de muestreo (entre paréntesis) en el gradiente altitudinal. Las estaciones de muestreo se detallan en la Tabla 1. *Sampling stations and frequency of sampling (within parentheses) through the altitudinal range. Sampling stations are detailed in Table 1.*

abundantes, se nota que todas las tasas presentadas son bastante bajas. La mayor de ellas corresponde a *E. ginesi*, con 0.08, seguida por *P. lancinii*, con 0.05, mientras que *P. kareliae* presenta una tasa de encuentro igual a la de *P. paramerus*, con valores de 0.01 en ambos casos. Cabe denotar que todas las especies de páramo encontradas las podemos clasificar, según su tasa de encuentro, como especies raras.

Por su parte, los resultados de las tasas de encuentro por estación indican que el Punto 6 arrojó una tasa de encuentro de 0.68, que es la mayor encontrada en todas las estaciones, seguida por las tasas encontradas en el Punto 11=0.53 y el Punto 9= 0.4. Las estaciones más visitadas presentaron una tasa de encuentro baja. Esto tiene que ver con la cantidad de especies encontradas en estas zonas y la cantidad de visitas y esfuerzos empleados para cada una de ellas; así, el Punto 1, el de mayor número de capturas registradas, presentó una tasa de encuentro baja de sólo 0.27, ya que las horas-hombre empleadas en esta estación fueron muchas. Así mismo ocurrió con la estación 2=0.13 y 3=0.26. Las estaciones con los menores valores de tasa de encuentro fueron Punto 9=0.11 y Punto 4=0.04, seguido por Punto 7, donde la tasa de encuentro fue completamente nula.

Para comparar la presencia de las especies, y comparar ésta con registros del pasado, se tomaron en cuenta datos históricos aportados por ejemplares en las colecciones científicas ya señaladas. Estos registros, primordialmente proporcionaron datos que cubren el período desde 1973 hasta 1999. De allí se obtuvo que se han encontrado hasta 8 especies en el Páramo de Mucubají, con los siguientes registros para dicho período (número total de individuos dado entre paréntesis): *Atelopus mucubajiensis* (65), *Aromobates leopardalis* (122), *Pristimantis ginesi* (72), *P. kareliae* (38), *P. lancinii* (98), *P. paramerus* (35); así como *Centrolene venezuelense* (3) y *Dendropsophus meridensis* (1). Estas dos últimas especies, que nosotros no encontramos durante este estudio, fueron consideradas por La Marca (1994) como especies "invasoras" del Páramo de Mucubají, mientras que las restantes

(con la excepción de *E. kareliae*, que no había sido descrita entonces) fueron consideradas como "residentes".

Si se toma en consideración los registros anuales por especie para el período 1973-2006, se observa que los años 1979 y 1988 son los que presentan los registros más abundantes de la fauna de anfibios del lugar. Posterior a esta última fecha, resalta un pronunciado declive de las poblaciones. Los años con mayores declinaciones en las capturas son los años 1981-1983 y 1989-1991. Para los muestreos llevados a cabo en el presente estudio, se encontró un total de 28 ejemplares en total para 2005, y sólo 16 en 2006.

Cuando se analiza de manera más específica entre los años del período 1973-2006 y cada especie individual, se determina que la mayor diversidad de especies se registra para los años 1979 y 1988. Por su parte, los picos con mayor cantidad de individuos corresponden a la especie *P. lancinii* con 34 individuos en el año 1988 y *A. leopardalis* con 33 y 34 individuos en los años 1978 y 1979, respectivamente, seguidos por *P. paramerus* en el año 1987 y *E. ginesi* en el año 1984. Por su parte, *A. mucubajiensis* también fue notorio, siendo los años 1978 y 1979 los que presentaron mayor abundancia de este anfibio, con 12 y 19 ejemplares respectivamente, aunque en junio de 1988 era muy abundante, pero no se colectaron muchos individuos para los años más recientes; esta especie ha experimentado un descenso numérico apreciable, al igual que ocurre con la especie *Aromobates leopardalis*. Para los años 2005 y 2006, cubiertos por este estudio, se denota como *P. ginesi* y *P. lancinii* son las dos especies más abundantes en épocas recientes, con la mayor cantidad de individuos capturados, aún cuando los números reportados por este estudio y en conjunto con los hallazgos de investigadores de la zona (Enrique La Marca, com. pers.), son más bajos que los reportados en el pasado.

Para el período 1973-2006, en estos registros históricos se observó que la mayor tasa de capturas estuvo representada por *Pristimantis lancinii*, *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis*. *Pristimantis lancinii* se presentó de diciembre a abril y

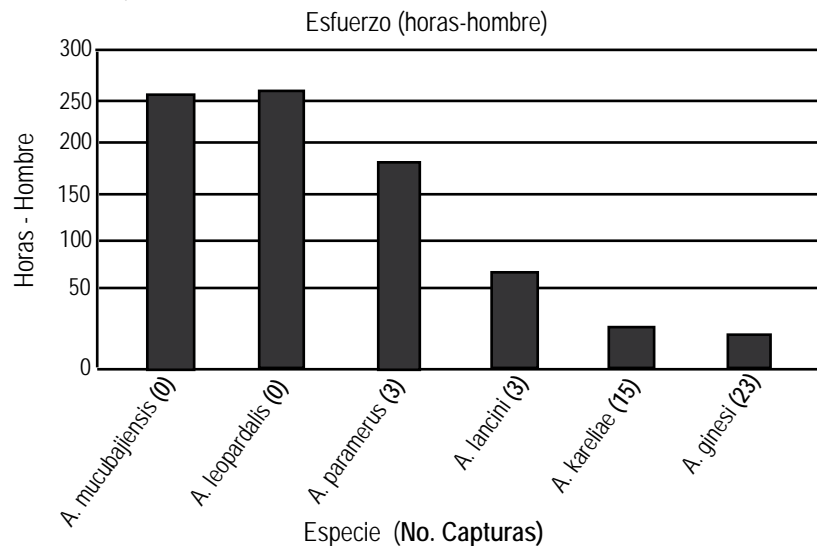


FIG. 3. Valores de esfuerzo en horas-hombre realizado en esta investigación.
Men-hours values employed in this research.

A. leopardalis de septiembre a junio. *A. mucubajiensis* se encontró de marzo a junio y también en noviembre. La última mitad del año se ve mayormente representada por capturas de la especie *P. ginesi*. En el mes de diciembre predominan las especies *P. kareliae* y *P. paramerus*, aún cuando hay algunos registros de *P. ginesi*, *P. lancinii* y *A. leopardalis*.

El promedio de valores máximos y mínimos, de las variables fisicoquímicas (oxígeno disuelto, pH del agua, humedad relativa, temperatura del aire y temperatura del agua), para cada estación visitada dentro del área de estudio se muestra en la Tabla 2. Aunque estos valores no sirven para establecer ninguna relación, ya que no existen datos anteriores, estos sirven para como datos de referencia para estudios posteriores sobre este valor en el área. Para el oxígeno disuelto, los valores máximos y mínimos de este parámetro ocurrieron durante meses de transición hídrica. Los datos de pH reflejan que no existe gran variación en su valor entre los diferentes meses del muestreo y tampoco entre las estaciones seleccionadas en el área de estudio; adicionalmente observamos que los valores de pH tendían a ser menores en la cercanía de plantaciones de coníferas. En cuanto a la humedad relativa, notamos que los valores de este parámetro disminuyen con la elevación; los valores máximos se registraron para los meses de octubre y noviembre. Los valores puntuales muestran que la temperatura del aire durante el período de estudio fue bastante elevada con respecto a valores medios registrados con anterioridad por estaciones meteorológicas de la región. La temperatura del agua siempre estuvo de 1 a 2 °C por encima de la temperatura del aire, aunque en las estaciones más bajas, donde las temperaturas del aire eran relativamente más elevadas (e.g. 25 °C), la temperatura del agua solía estar de 1 a 5 °C por debajo de la ambiental.

DISCUSIÓN

En el área de estudio destaca la ausencia total de *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis*, ambas especies previamente comunes allí (La Marca 2004). Las especies de *Pristimantis* se encuentran todavía presentes, aún cuando todas ellas son raras. Si bien estas últimas están presentes en proporciones diferentes, creemos que su biología (con reproducción directa, pequeño tamaño, coloración generalmente oscura) les permite adaptarse mejor a condiciones frías extremas, aunque se desconoce por qué estas especies resistieron mejor los factores

que produjeron el descenso poblacional más marcado que afectó a *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis*, especies ambas con reproducción por larvas y asociadas a pequeños cursos de agua. La Marca y Reinthaler (1991) y La Marca y Lötters (1997), indican cómo investigadores en años previos señalaron a la especie *Atelopus mucubajiensis* como abundante. Incluso, indican sobre la presencia de más de 140 individuos en museos; sin embargo, en conjunto para los años 1990 y 1994 sólo se ha encontrado veintitrés especímenes vivos, dos muertos y seis renacuajos vivos de esta especie. (La Marca y Reinthaler 1991; La Marca 1995; La Marca y Lötters 1997; García-Pérez 1997, García-Pérez, com. pers.). El último avistamiento corresponde al año 2004 (Barrio-Amorós 2004) y coincide con la reciente "re-aparición" de otras especies en el género (Lötters *et al.* 2005). Sin embargo, esta no se ha vuelto a ver recientemente. Y estudios anteriores sobre este género neotropical han determinado como varias de sus especies se encuentran en declive o desaparecidas (La Marca y Reinthaler 1991; La Marca 1995; La Marca y Lötters 1997; La Marca *et al.* 2005). En el caso específico del Páramo de Mucubají, García-Pérez (1997) señala como las especies *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis* han visto sus poblaciones reducidas y/o algo diezmadas. Y para ese año (1994) las especies de *Pristimantis* parameros de la zona todavía se encontraban presentes en alto número, aunque estas afirmaciones suelen resultar algo subjetivas y anecdóticas. Es importante tener presente, también, la existencia del hongo quitrido *Batrachochytrium dendrobatidis*, ya que Lampo *et al.* (2006a y 2006b) evidenciaron la presencia de este agente patógeno en un ejemplar de *A. mucubajiensis* de museo del año 1988. Aún cuando a simple vista las especies de *Pristimantis* encontradas en este estudio no presentaban ningún síntoma externo de quitridiomycosis, la presencia de este hongo en un ejemplar de *Atelopus mucubajiensis* capturado en 2004, señalada por Lampo *et al.* (2006a y 2006b), sugieren que este agente patógeno puede ser una amenaza para las poblaciones remanentes de anfibios en el área.

La mayor abundancia relativa correspondió a *Pristimantis ginesi*, una especie con un rango de distribución bastante amplio, de hecho el mayor entre los anfibios de la región de Mucubají, que alcanza elevaciones entre 2800 y 4100 msnm, el más amplio entre todos los rangos altitudinales de estas especies de alta montaña venezolana. Este amplio rango de distribución sugiere una mejor adaptación de esta especie a los ambientes altiandinos, en comparación con todas las demás que presentan rangos de distribución relativamente restringidos. La mayor abundancia de *P. ginesi* se encuentra en las tres estaciones más elevadas y esto podría corresponder con lo indicado por el estudio de Bustamante *et al.* (2005), donde se sugiere que temperaturas anormales y días extremadamente secos pueden hacer que los animales desplacen sus rangos de distribución hacia zonas más elevadas. La mayor abundancia en las estaciones más elevadas es posible ya que, en el caso de *P. ginesi*, es una especie que prefiere prácticamente sitios donde no hay vegetación ni competencia con otra rana mejor adaptada a estos ambientes de mayor altitud (Rivero 1984). Asimismo, la conformación de la vegetación y estructura del suelo presente alrededor de las lagunas suele ser mayormente fangosa

TABLA 2. Valores máximos y mínimos para variables físico-químicas selectas registradas durante muestreos en el Páramo de Mucubají para el período 2005-2006.

TABLE 2. Highest and lowest values for selected physicochemical variables taken during sampling at Páramo Mucubají during the period 2005-2006.

	OX (mg/l)	pH	HR (%)	TAI (°C)	TAG (°C)
Valor máx.	7,75	8,9	94,5	25	19,8
Valor min.	2,67	6,9	41,5	2,8	6

y húmeda (Rivero 1984) y esto puede resultar favorable y ayudar al establecimiento de estos animales.

La metodología de tasa de encuentro en trabajos con anfibios, recientemente sugerida por Rueda *et al.* (2006), genera información sobre la abundancia relativa de especies individuales. Anteriormente, esta metodología había sido aplicada a varios trabajos de fauna silvestre, por ejemplo en mamíferos marinos en la costa vasca y sobre el oso frontino en los Andes. En ellos, la mayor tasa de encuentro, obtenida en cada localidad, es relacionada con la mayor presencia de estos animales en estos lugares, e igualmente sugiere una preferencia de sitio (Vásquez 2005, Wildlife Conservation Society 2006). En nuestro estudio, todas las especies capturadas en el Páramo de Mucubají las clasificamos como raras. La metodología antes nombrada y el análisis correspondiente sugiere cómo la mayor tasa de encuentro corresponde a la especie *Pristimantis ginesi* y cómo las estaciones de muestreo P3, P6, P10 y P11 son preferidas por *P. lancinii* y la estación P1 preferida por *P. ginesi*. Pero el análisis de estos valores por estación no resulta beneficioso en este estudio; ya que resulta un tanto contradictorio. Las estaciones más visitadas y donde se observa una mayor cantidad de recaptura presentan una tasa de encuentro baja (debido a la cantidad de horas-hombre empleadas en estos sitios). Por consiguiente es un poco riesgoso hablar de fidelidad de sitio. Sin embargo, el estudio sugiere que si se quiere hablar de fidelidad de sitio, entonces *P. ginesi* para el P1 (con 58 capturas total y de ellas 38 recapturas) resulta el más obvio. Rivero (1984) opina que sus ambientes típicos se caracterizan por presentar plantas apiñadas o en cepa, con cauces superficiales donde predominan los irises, unos helechos y ciertas gramíneas, algunas de las cuales forman mogotes o colchones y entre cuyos densos manojos estos anfibios pueden ser encontrados. Estas condiciones suelen predominar en los puntos donde la mayor tasa de encuentro fue detallada. Por su parte, *Pristimantis lancinii*, la de mayor tamaño entre las especies parameras, posiblemente es la más parcializada hacia lugares fuera del agua y es por ello que se sugiere que estaciones como Punto 6 y Punto 11 son lugares predilectos para ellas, ya que estos son sitios de quebradas y con presencia abundante de la vegetación antes mencionada. El Punto 1, donde en su totalidad se encontró la especie *P. ginesi*, se caracteriza por prácticamente no presentar competencia con ninguna otra rana. La baja o inexistente tasa de encuentro hallada en los restantes puntos de muestreo probablemente pueda deberse a condiciones de contaminación en las quebradas, tanto por basura como por contaminantes químicos que podrían estar presentes gracias a los pequeños sembradíos adyacentes; así como también a factores climáticos como sequías o aumento de la temperatura, que harían que la zona se vuelva más inhóspita para estos organismos. Igualmente, al ser esta una de las zonas con elevaciones más altas, factores como la incidencia de los rayos UV-B también deben ser tomados en cuenta, para poder explicar la poca presencia de individuos para esta zona, argumento que ha sido señalado con anterioridad por La Marca y Reinthaler (1991) y Middleton *et al.* (2001). De igual manera, la declinación poblacional de anuros ha sido correlacionada con la agricultura de alturas, donde el uso de pesticidas es común (Relyea *et al.* 2005).

Por ejemplo, en el caso que los contaminantes químicos estén en la atmósfera, estos pueden pasar nuevamente a la tierra gracias al transporte por nubes o masas de aire cargadas de humedad, o por las lluvias y formación de rocío. En Costa Rica ya se ha evidenciado cómo niveles elevados de nitratos y fosfatos se han registrado en las nubes (Pounds y Crump 1994). De esta manera, también, las lluvias y los vientos hacen que estos químicos sean introducidos en los hábitats naturales que rodean las áreas agrícolas. Un ejemplo fue detectado en California, donde los pesticidas eran arrastrados y los anfibios tenían rasgos de estos contaminantes en sus tejidos (Young *et al.* 2004, Fallers y Keemann 2005). Finalmente, los contaminantes no solo pueden actuar directamente matando a los anfibios, sino también de manera indirecta (Relyea *et al.* 2005) debilitando a los adultos y haciéndolos más susceptibles a enfermedades (Lips 1999). La exposición de estos animales a agentes tóxicos favorece el establecimiento y propagación de nuevas enfermedades infecciosas y parásitas entre ellos (Williams *et al.* 2002). Además, para estaciones que quedan en elevaciones donde mayor industria agrícola es desarrollada, la destrucción de hábitat o fragmentación de esta también puede resultar un factor, ya que esta puede prevenir la colonización de estos animales, desde lugares adyacentes previamente conectados (Richards *et al.* 1993). De igual manera, la fragmentación de hábitat puede originarse gracias a la introducción de especies exóticas (animales o vegetales). Con respecto a esto, La Marca y Reinthaler (1991) y La Marca (2007), consideran como en el Páramo de Mucubají estos organismos introducidos pueden afectar negativamente a la fauna nativa allí presente. Otros investigadores también afirman que la introducción de especies puede alterar la configuración pasajística (Schindler *et al.* 2001) de un área, o actuar como posibles portadores e introducir patógenos en lugares donde estas especies han sido alojadas (Hanselmann *et al.* 2004). Las truchas, presentes en nuestra área de estudio, presentan no obstante una interrogante ya que existen indicios de que el efecto ejercido sobre los anuros no es directo (La Marca y Reinthaler 1991; Knapp *et al.* 2001a; Parris y Lindenmayer 2004). Para el caso de *Atelopus* en Venezuela, estos anfibios convivieron muchos años con las truchas, antes de que ocurrieran las declinaciones; es posible que estos peces hayan causado declives poblacionales locales pero no son responsables de las extirpaciones extendidas (La Marca *et al.* 2005). Finalmente, también cabe señalar la acción de sinergia de algunos de estos factores, que puede causar estrés sub-lethal. La combinación de estos distintos agentes puede influir de manera diversa y en algunas especies más que en otras, sobre todo en aquellas donde hay menor fecundidad y que requieren mayor tiempo para recuperar sus tamaños poblacionales (Hero 1996).

De manera resumida, los datos de colecciones en museos (CVULA y ULABG) permiten destacar como *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis* fueron especies abundantes durante las recientes décadas de los años 70 y 80, siendo esta última la especie con mayores capturas registradas durante el periodo 1973-1999 en las colecciones examinadas. Los datos permiten sugerir, además, que los años con mayores registros de capturas de anfibios para el páramo fueron 1979 y 1988, mientras que los años con declinaciones observables en poblaciones de anuros fueron de 1981 a 1983 y de 1989 a 1999.

En los años 1982 y 1983 los períodos de sequía variaron de cinco a seis meses, respectivamente, y en el año 1981 la sequía fue de dos meses consecutivos (Santiago-Paredes y La Marca 2007). Si específicamente se analizan los datos anuales de precipitación, no existe una correspondencia exacta entre las cantidades de precipitación y las capturas realizadas durante el período 1973-1999. Pero para los años 1981-1983, estos presentaron de cinco a seis meses de sequía acompañados por temperaturas elevadas, que puede justificar las declinaciones percibidas en estos años. De igual manera, la cantidad de individuos capturados en un año puede corresponder al comportamiento de la precipitación en el año anterior. Por ejemplo, la captura baja en 1994 se presenta a continuación de un año previo (1993) en que hubo cinco meses consecutivos de sequía. De igual manera, el bajo índice de captura registrada en 1990, fue precedida por seis meses de sequía durante 1989. Estos resultados, en general, concuerdan con un cambio de fauna anura paramera en el que al comienzo de la década del 70 del siglo pasado se puede encontrar especies con desarrollo larval, pero que a medida que transcurren los años estas van reduciéndose y empiezan a predominar especies con desarrollo directo y aparentemente sin tanta dependencia de la precipitación. Posteriormente, estas especies de desarrollo larval disminuyeron drásticamente o desaparecieron y actualmente las especies de *Pristimantis* son las que predominan para esta zona.

García *et al.* (2007) establecen que los años 1981-1983 son los más cálidos del período estudiado por ellos (1975-1990) y los datos climatológicos presentados por Santiago-Paredes y La Marca (2007), relacionados con el declive de *A. mucubajensis*, presentan valores similares, aunque limitados hasta el año 1983. En total, y tomando la subsiguiente sequía a lo largo de los años (a partir del año 1982), se puede sugerir que esto se corresponde con el descenso poblacional registrado en estos animales, sobre todo en cuanto a especies de desarrollo indirecto se refiere. Durante el año 1987, el páramo de Mucubají igualmente registró uno de los valores de precipitación más bajos y extremos, lo que quiere decir que este año también fue bastante seco para el área de estudio, lo cual también se corresponde con una captura de anuros bastante baja. Santiago-Paredes y La Marca (2007) encontraron que para los años 1982-1983 y 1991-1992, los registros de eventos del fenómeno climático El Niño están en concordancia con períodos anormalmente secos ocurridos en el Páramo de Mucubají y esto lo correlacionaron directamente con el descenso del número de especies de anuros en la región.

Además de las irregularidades en la precipitación, el cambio y aumento de temperatura es un factor fundamental para la desaparición de estas especies. Ya en los Andes de Ecuador el cambio de temperatura ha sido registrado aproximadamente como cuatro veces mayor al promedio mundial (Ron *et al.* 2003). Por lo tanto, podemos inferir que aumentos similares en los Andes venezolanos se traducirían en un gran impacto para la actividad y biología de la fauna de anfibios de la zona. Un ascenso de temperatura impide la existencia de ellos o provoca un desplazamiento en el rango de distribución geográfica o altitudinal y altera la reproducción y supervivencia de estos animales (Peters

1991, Parmesan 1996; Pounds *et al.* 1999; Bustamante *et al.* 2005, La Marca 2007b).

En líneas generales, concordamos en que las períodos de sequía evidenciados en ambos trabajos (García *et al.* 2007, Santiago-Paredes y La Marca 2007), han afectado de manera negativa las poblaciones de anfibios en esta región (La Marca 2007) pudiendo de manera directa contribuir con la desaparición de las especies de anfibios que allí habitan. Es importante mencionar que no siempre las capturas nos indican disminuciones; a veces los investigadores no colectan lo que ven, porque ya hay suficientes especímenes de cierta especie en museos. Siendo este factor importante de tener presente cuando se hacen análisis sobre registros de museos.

En general, para anfibios de páramo, los ambientes no pueden ser muy extremos; por ejemplo, ni muy fríos ni muy calientes, ni muy secos y ni muy húmedos (Zug *et al.* 2001). En cuanto a las variables físico-químicas (oxígeno disuelto, pH, humedad relativa, temperatura del aire y temperatura del agua) los valores puntuales en nuestro estudio no mostraron datos extremos. Los variación en los valores de oxígeno disuelto no parecen tan marcados como para afectar la sobrevivencia de larvas de las especies con desarrollo acuático, aunque éstas estuvieron ausentes durante nuestro estudio. El rango neutro-básico encontrado en el pH de las aguas, no debería ser un mayor factor negativo para el establecimiento y sobrevivencia de anfibios en la región de estudio. Probablemente la presencia de valores alcalinos en el pH pueda deberse a los minerales que se pueden encontrar en esta agua, dado que la región de Mucubají se encuentra asentada sobre afloramientos de la Formación Sierra Nevada que, en general, presenta complejos morrénicos con un componente granulométrico de arcilla (Schubert y Vivas 1993) que potencialmente aumentaría la alcalinidad del agua. Los menores valores de pH en las cercanías de plantaciones de coníferas, pudo haber contrarrestando en cierta medida la alcalinidad natural en el área, aunque se desconoce de manera certera como pequeños cambios decimales entre la alcalinidad y la neutralidad pueden influir en la sobrevivencia de los anfibios que utilizan este hábitat.

Nuestros registros de máximos de humedad relativa en los meses de octubre y noviembre contrastan con los resultados de Azócar y Monasterio (1980), quienes sostienen que los mismos se localizan entre junio-agosto; no obstante, en este estudio estos últimos meses presentaron valores relativamente elevados de humedad, pero no los máximos. Tanto la gran cantidad de humedad y capturas en un mes seco y la irregularidad mensual entre los valores máximos y mínimos de esta humedad relativa pueden sugerir así alguna indicación sobre como los patrones de precipitación en la región actualmente se presentan alterados, como fue destacado por García *et al.* (2007) y La Marca (2007).

Varios trabajos registran como ha habido un incremento en las temperaturas de la región andina venezolana desde la reciente década pasada de los 70 (Azócar y Monasterio 1980, García *et al.* 2007, Santiago-Paredes y La Marca 2007). Entre 1970 y 1983 las temperaturas del aire nunca fueron mayores a 7.2 °C y los valores en nuestra investigación se registraron entre 9.8 °C y 12.2 °C. La temperatura del agua siguió un patrón de aumento similar al de la temperatura del aire. Los valores puntuales que registramos durante

el año 2005 sugieren que este año fue más cálido que el 2006. A nivel mundial esto es confirmado, también, por el GISS NASA (2006) donde investigadores determinaron que el 2005 fue el año más cálido desde finales de los 1800, y el 2002, 2003 y el 2004 le siguieron como años más cálidos. Gracias a estudios como el de Pounds *et al.* (2006) y más específicamente en el Páramo de Mucubají los de García *et al.* (2007), Santiago-Paredes y La Marca (2007) y La Marca (2007b), permiten pensar que el clima regional presenta una tendencia ascendente en cuanto a temperatura y en duración de períodos e intensidad de sequía a medida que avanzan los años.

CONCLUSIONES

Esta investigación constituye el primer monitoreo riguroso con el esfuerzo de búsqueda más exhaustivo publicado sobre la totalidad de la fauna de anfibios en la región del Páramo de Mucubají. De la misma se desprende dos hechos clave: (1) las especies *Atelopus mucubajiensis* y *Aromobates leopardalis*, asociadas con quebradas y con desarrollo por renacuajos, y anteriormente presentes en números abundantes, estuvieron completamente ausentes de los muestreos. (2) Las especies encontradas, todas del género *Pristimantis*, con desarrollo directo, se manifestaron en números tan bajos que sustentan una propuesta de consideración de las mismas como especies raras y vulnerables. En general, este estudio permite reconocer con claridad el problema de disminuciones en el Páramo de Mucubají, permitiendo sugerir que el declive de anfibios es un fenómeno importante en la región y que se ha acentuado en las últimas décadas. El estudio de los registros de museo permitió corroborar que el año con mayor diversidad de anfibios anuros durante el período 1973-2006 fue 1979, y que los años de mayores declinaciones fueron 1981-1983 (los cuales ya han sido asociados en la región con el fenómeno climático El Niño), y que actualmente se mantiene esta tendencia de disminuciones poblacionales.

Durante el monitoreo, de abril 2005 a junio 2006, las mayores tasas de encuentro de anfibios la obtuvieron *Pristimantis ginesi* y *P. lancinii* para los puntos 1, 6, 10, 11. Sin embargo, este análisis sólo sirve para establecer que en el P1, las recapturas para la especie *P. ginesi* fueron bastante frecuentes (53 total y 38 recapturas en Punto 1), lo que sugiere una alta fidelidad de sitio de esta especie por esta área. En líneas generales, *Pristimantis ginesi* mostró la mayor abundancia relativa y el mayor esfuerzo de captura, siendo la especie con mayor número de capturas en la región de Mucubají. *Pristimantis paramerus* se ubica en el extremo opuesto de especies registradas como presentes, ya que su esfuerzo de captura fue el mayor al ser la más tardía en aparecer durante el muestreo. Los valores de abundancia relativa, esfuerzo de captura y tasa de encuentro sugieren que las especies *Pristimantis paramerus* y *P. kareliae* sean reconsideradas en sus categorías IUCN de amenaza, ya que probablemente se encuentren en mayor riesgo que el reconocido actualmente. Es por ello que recomendamos enfatizar sobre esta problemática y actuar antes de que estas especies parameras del género *Pristimantis*, que se supone tolerables, también desaparezcan.

Los datos físico-químicos más relevantes en este estudio están asociados con el pH del agua, y con la temperatura y humedad relativa del aire. Los valores de pH fueron ligeramente alcalinos en toda la región, con una tendencia de acidificación hacia la neutralidad en sectores donde se han introducido coníferas. Es la primera vez que se comprueba un efecto directo de acidificación en la región, pero sus implicaciones en la problemática de disminuciones siguen siendo desconocidas. Corroboramos la tendencia en la región hacia un aumento de temperaturas, como había sido revelado por García *et al.* (2007) y Santiago y La Marca (2007).

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco particularmente a los curadores de los Museos CVULA y ULABG, Amelia Díaz, y Enrique La Marca, por su colaboración en la realización de este trabajo, al facilitar acceso a ejemplares y datos en sus respectivas colecciones herpetológicas. A Juan Elías García-Pérez, por su acertadas correcciones y por compartir generosamente sus datos de campo relacionados con este estudio. A Enrique La Marca por su continua disposición y orientación hacia este trabajo y cuya ayuda ha sido invaluable y es digna de admiración. A los Guardaparques del Parque Nacional Sierra Nevada (Páramo de Mucubají y Laguna Victoria, en especial a Alberto Lanni), por su colaboración, valiosos comentarios y sugerencias. De igual manera, quisiera agradecer al Sr. Roberto (de las cabañas "Entre Neblina y Estrellas", en Apartaderos) por el cordial alojamiento durante todos esos meses de trabajo. Finalmente, me gustaría agradecer con gran aprecio y afecto a todos los participantes y compañeros de trabajo/equipo (Alejandro Padilla, Mario Nava, Samuel Fuenmayor, Carmen Liñan, Brenda Fuenmayor, Norwin, Javier Matusalén, Fawilly Peralta, Gian Renato Lorizio, Edwin Moscó, José Alfredo Zambrano, Ricardo Silva, Nathali Ospino y José Leonardo Castañeda), que de una u de otra manera contribuyeron, con sus esfuerzos en el campo, a una exitosa culminación de esta investigación.

REFERENCIAS

- Azócar, A. y M. Monasterio. 1980. Caracterización ecológica del elima en el páramo de Mucubají. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias. Mérida, Venezuela. pp. 225-262 *In* M. Monasterio. 1980. Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 312 pp.
- Barrios-Amorós C.L. (2004). *Atelopus mucubajiensis* still survives in the Andes of Venezuela. *Froglog* 66:2-3.
- Blaustein A., D. Wake y W. Sousa. 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology* 8:60-71.
- Bustamante, M., S. Ron y L. Coloma. 2005. Cambios en la diversidad en siete comunidades de anuros en los Andes de Ecuador. *Biotropica* 37:180-189.
- Carey, C. y M. Alexander. 2003. Climate Change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and Distribution* 9:111-121.
- Crump, M. y N. Scott. 2001. Capítulo VI. Técnicas estándar para inventarios y monitoreos 2. Relevamiento por Encuentro

- Visuales. pp. 80-87 In R.W. Heyer, M. Donnelly, R. McDiarmid, L.A. Hayek y M. Foster 2001. Métodos Estandarizados para Anfibios. Traducido por Esteban Lavilla. Editorial Universitaria de la Patagonia. Chubut, Argentina. 350pp.
- Daszak, P. y A. Cunningham. 2002. Emerging infectious diseases. Chapter 5, pp. 40-60 In A. Aguirre, R. Ostfeld, G. Tabor, C. House y M. Pearl. 2002. Conservation Medicine, Ecological Health in Practice. Oxford University Press, Inc. United States of America. 407 pp.
- Fallers, G. y P. Keemann. 2005. Trade of pesticides in amphibian declines in California, USA. Pp. 43-44 In V World Congress of Herpetology. South Africa, June 2005.
- García, I., R. Albornoz y E. La Marca. 2007. Perturbaciones climáticas y disminuciones de *Atelopus oxyrhynchus* (Amphibia: Anura) en los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos* 2: 63-71.
- García-Pérez, J.E. 1997. Evaluación del estado poblacional de dos especies de sapitos amenazadas de extinción: *Atelopus mucubajiensis* y *Atelopus* sp. (Anura: Bufonidae) Parque Nacional Sierra Nevada y Parque Nacional Páramo de Guaramacal "General Cruz Carrillo", en los Andes Venezolanos: Resultados Preliminares. Pp. 211-216 In Morales, L.G., C.T. Rodríguez y G. Martínez (Eds). Ciencia y Conservación en el Sistema de Parques Nacionales de Venezuela, I. Nove, Mérida,
- GISS NASA. 2006. 2005 was warmest year in over a century. Available at: <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20060124/>, date retrieved: 22/04/07.
- Hanselmann, R.; A. Rodríguez, M. Lampo, L. Fajardo-Ramos, A. Aguirre, A. Kilpatrick, J.P. Rodríguez y P. Daszak. 2004. Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela. *Biological Conservation*:1-5.
- Hero, J.M. 1996. Where are Queensland's missing frogs. *Wildlife Australia* 33:8-11.
- IUCN, Conservation International & NatureServe. 2006. Global Amphibian Assessment. Available at: www.globalamphibians.org, date retrieved: 02/01/2006.
- Jäger, R. 2001. Capítulo VI. Técnicas estándar para inventarios y monitoreos 6. Muestreo por Parches. Pp. 102-104 In Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L.A. Hayek y M. Foster. 2001. Métodos Estandarizados para Anfibios. Traducido por Esteban Lavilla. Editorial Universitaria de la Patagonia. Chubut, Argentina. 350pp.
- Knapp, R., K. Matthews y O. Sarnelle 2001. Resistance and resilience of alpine lake fauna to fish introductions. *Ecological Monographs* 71(3):401-421.
- La Marca, E. y H.P. Reintaler. 1991. Population Changes in *Atelopus* species of the Cordillera de Mérida, Venezuela. *Herpetological Review* 22:125-127.
- La Marca, E. 1994. Ecología de anfibios en dos ambientes contrastantes (selva nublada y páramo) de la Cordillera de Mérida, Venezuela. Anuario de Investigación 1991, Instituto de Geografía, Universidad de Los Andes: 31-37.
- La Marca, E. 1995. Venezuelan harlequin frogs: In the face of extinction? *Reptilian Magazine* 3:22-24.
- La Marca, E. 1999 ("1998"). Biodiversidad de anfibios en los Andes de Venezuela: análisis preliminar por pisos de vegetación. Pp. 199-210 In G. Halfter (ed.). Diversidad Biológica en Iberoamérica III. Volumen Especial, Acta Zoologica Mexicana, nueva serie. 233 pp. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- La Marca, E. 2004. Der Rückgang von Froschpopulationen in den Hochanden Venezuelas. *Reptilia* 46:34-38.
- La Marca, E. 2007a. Estatus de poblaciones de ranas de la familia Dendrobatidae (Amphibia: Anura) en sus localidades tipo en los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos* 2:73-81.
- La Marca, E. 2007b. Sinopsis taxonómica de dos géneros nuevos de anfibios (Anura: Leptodactylidae) de los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos* 3:67-87.
- La Marca, E. 2007. Sinopsis taxonómica de dos géneros nuevos de anfibios (Anura: Leptodactylidae) de los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos* 3(2):67-87.
- La Marca, E. y S. Lötters. 1997. Monitoring of declines in Venezuelan *Atelopus* (Amphibia: Anura: Bufonidae). *Herpetologia Bonnensis* 1997:207-213.
- La Marca, E. y P. Soriano. 2004. Reptiles de los Andes de Venezuela; Fundación Polar, Conservación Internacional, CODEPRE-ULA, Fundación BIOGEOS. Mérida, Venezuela. 173 pp.
- La Marca, E., K. Lips, S. Lötters, R. Puschendorf, R. Ibañez, J. Rueda-Almonacid, R. Schulte, CH. Marty, F. Castro, J. Manzanilla, J. García-Pérez, F. Bolaños, G. Chaves, A. Pounds, E. Toral y B. Young. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in Neotropical Arlequin Frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica* 37(2):190-201.
- Lampo, M., A. Rodríguez-Contreras, E. La Marca y P. Daszak. 2006a. A chytridiomycosis epidemic and a severe dry season precede the disappearance of *Atelopus* species from the Venezuelan Andes. *Herpetological Journal* 16:395-402.
- Lampo, M., C. Barrio-Amorós y B. Han. 2006b. Batrachochytrium dendrobatidis infection in the recently rediscovered *Atelopus mucubajiensis* (Anura, Bufonidae), a critically endangered frog from the Venezuelan Andes. *EcoHealth* 3(4):299-302.
- Lampo, M., Sanchez, D., Nicolás, A., Márquez, M., Nava-Gonzakles, F., García, C., Rinaldi, M. 2008. Batrachochytrium dendrobatidis in Venezuela. *Herpetological Review* 39(4):449-454
- Lips, K. 1999. Mass mortality and population declines of anurans at upland site in western Panama. *Conservation Biology* 13:117-125.
- Lips, K., P. Burrowes, J. Mendelson III y G. Parra-Olea. 2005a. Amphibian declines in Latin America: widespread population declines, extinctions, and impacts. *Biotropica* 37:163-165.
- Lips, K., P. Burrowes, J. Mendelson III y G. Parra-Olea. 2005b. Amphibian population declines in Latin America: a synthesis. *Biotropica* 37:222- 226.
- Lötters, S., E. La Marca, R.W. Gagliardo, C.J. Señaris y M. Veith. 2005. Harlequin frogs back? Some thoughts and speculations. *Froglog* 70:1-3.
- Middelton, E., J. Herman, E. Celarier, J. Wilkinson, C. Carey y R. Rusin. 2001. Evaluating ultraviolet radiation exposure with satellite data sites of amphibian declines in Central and South America. *Conservation Biology* 15:914-929.
- Parmesan, C. 1996. Climate and species range. *Nature* 382:765-766.
- Parris, K. y D. Lindenmayer. 2004. Evidence that creation of a Pinus radiata plantation in south-eastern Australia has reduced

- habitat for frogs. *Acta Oecologica* 25:93-101.
- Péfaur, J. y J.A. Rivero. 2000. Distribution, species-richness, endemism, and conservation of Venezuelan amphibians and reptiles. *Amphibian and Reptile Conservation* 2:43-61.
- Peters, R.L. 1991. Consequences of a global warming on biological diversity. pp. 99-118. In: WYMAN (ed). *Global climate change and life on Earth*. Chapman Hall, New York.
- Pounds, A. y M. Crump. 1994. Amphibian declines and climate disturbance: the case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology* 8:72-8.
- Pounds, A., M.P.L. Fogden y J.H. Campbell. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398:611-615.
- Pounds, A., M. Bustamante, L. Coloma, J. Consuegra, M. Fogden, P. Froster, E. La Marca, K. Masters, A. Merino-Viteri, R. Puschendorf, S. Ron, A. Sánchez-Azofeifa y B. Young. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439:161-167.
- Relyea, R., N. Schoeppner y J. Hoverman. 2005. Pesticides and amphibians, the importance of community context. *Ecological Applications* 15:1125-1134.
- Richards, S., K. McDonald y R. Alford. 1993. Declines in populations of Australia's endemic tropical rainforest frog. *Pacific Conservation Biology* 1: 66-77.
- Rivero, J. 1984. Los *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) de los Andes Venezolanos. I. Especies de Páramo. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*:17-56.
- Ron, S., W. Duellman, L. Coloma y M. Bustamante. 2003. Population decline of the jambato toad *Atelopus ignescens* (Anura: Bufonidae) in the Andes of Ecuador. *Journal of Herpetology* 37:116-126.
- Rueda, J.V., F. Castro y C. Cortez. 2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. In Angulo, A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V. y E. La Marca. *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservation International Andes CBC. Bogotá, D.C., Colombia. 286 pp.
- Santiago-Paredes, S. y E. La Marca. 2007. Comportamiento del clima a finales del siglo XX en los altos Andes venezolanos y el declive de *Atelopus mucubajiensis*. *Herpetotropicos* 3(1):7-20.
- Schindler, D., R. Knapp y P. Leavitt. 2001. Alteration of nutrient cycles and algal production resulting from fish introductions into mountain lakes. *Ecosistemas* 4:308-321.
- Schubert, C. y L. Vivas. 1993. El Cuaternario en la Cordillera de Mérida, Andes de Venezuela. Universidad de los Andes y Fundación Polar. Mérida, Venezuela. Pp. 19-29, 35-51, 137-145.
- Vasquez Bonales, J.A. 2005. Red de Avistamientos Costeros: Composición grupal y grado de residencia de la manada de delfines mulares (*Tursiops truncatus*) en aguas costeras del país vasco. Disponible en: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49564/es/contenidos/informe_estudio/avistamientos_costros/es_doc/adjuntos/memoria.pdf, fecha de recuperación: 10/03/2007.
- Wildlife Conservation Society. 2006. Investigación y Monitoreo de la población del oso frontino en el área de influencia del embalse Camburito-Caparo. Disponible en: http://wcsfrontino.ula.ve/noticias/pasadas/2006/noviembre_2006_2.php, fecha de recuperación: 10/03/2007.
- Williams, E.S., T. Yuilli, A. Artois, J. Fischer y S.A. Haigh. 2002. Emerging infectious diseases in wildlife. *Revue scientifique et technique Office International des Épidémiologies* 21:139-157.
- Young, B., K. Lips, J. Reaser, R. Ibañez, A. Salas, J. Cedeño, L. Coloma, S. Ron, E. La Marca, J. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo. 2001. Population Declines and Priorities for Amphibian Conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15:1213-1223.
- Young, B., S. Stuart, J. Chanson, N. Cox y T. Boucher. 2004. Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios en el Nuevo Mundo. *NatureServe*, Costa Rica. 48 pp.
- Zimmerman, B. 2001. Capítulo VI. Técnicas estándar para inventarios y monitoreos 3. Transectas de Bandas Auditivas. Pp. 87-93 In Heyer, R., M. Donnelly, R. Diarmid, L.A. Hayek y M. Foster *Métodos Estandarizados para Anfibios*. Traducido por Esteban Lavilla. Editorial Universitaria de la Patagonia. Chubut, Argentina. 350 pp.
- Zug, G., L. Vitt y J. Caldwell. 2001. *Herpetology*. Second Edition. Academic Press. United States of America. 155.196 pp.