

BIBLIOTECA DR. ROBERTO JARA Y JARA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL Y DIVERSIDAD DE ANFIBIOS Y
REPTILES DENTRO DE LA RESERVA NATURAL PRIVADA
CERRO CHUCANTÍ

MACARIO GONZÁLEZ-PINZÓN

ASESOR PRINCIPAL:

Dr. ABEL A. BATISTA, PhD

CO-ASESORES:

M. Sc. BORIS SANJUR

Mgtr. GUSTAVO GUERRA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO
A LA ESCUELA DE BIOLOGÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL
TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

DAVID-CHIRIQUÍ

2020

RIJ 4429

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que se dedican a luchar por la preservación de estos hermosos y fascinantes animales y dedican esfuerzos y tiempo a estudiar y generar conocimiento para un mejor entendimiento de nuestra herpetofauna. También a aquellos que quieren incursionar en el estudio de anfibios y reptiles, animándolos a unir esfuerzos y realizar investigaciones para el desarrollo de la ciencia en Panamá.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el apoyo brindado en las decisiones que tomé, por la educación y los consejos dados que ayudaron a mi formación como persona.

A mis asesores por los consejos y la orientación durante este proceso formativo.

A la asociación ADOPTA Bosque Panamá por el apoyo y el soporte total durante todo mi proyecto de tesis, y darme la oportunidad de realizar estudios dentro de la reserva. A su director Guido Berguido por todo el apoyo con la logística durante las giras y poner a disposición todos los recursos necesarios para la realización de este proyecto.

A mis colegas y amigos Ángel Romero, Patricia Castillo, Astrid Lisondro, Kevin Camarena, Jorge Garzón y todos aquellos que me brindaron asistencia en campo durante las giras que realicé, y sin cuyo apoyo todo el trabajo habría sido más difícil y complicado.

A los guardaparques de ADOPTA dentro de la reserva, Arcelio Castillo, Juan Camaño, Luis De León, que siempre estuvieron atentos y dispuestos a ayudar.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vi |
| RESUMEN | 1 |
| SUMMARY | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| MARCO TEÓRICO | 7 |
| OBJETIVOS..... | 9 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 9 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 9 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 10 |
| DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... | 10 |
| MUESTREOS..... | 12 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICOS..... | 15 |
| RESULTADOS..... | 17 |
| ANFIBIOS | 19 |
| DIVERSIDAD, RIQUEZA Y ABUNDANCIA..... | 21 |
| ESPECIES AMENAZADAS O IMPORTANTES | 25 |
| REPTILES | 25 |
| DIVERSIDAD, RIQUEZA Y ABUNDANCIA..... | 28 |
| SIMILITUD | 32 |
| DISCUSIÓN..... | 34 |
| ANFIBIOS | 35 |
| REPTILES | 40 |
| NUEVOS REPORTES Y ESPECIES RARAS | 43 |
| CONCLUSIONES..... | 44 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 46 |
| ANEXOS | 56 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1 Ubicación y elevación de los transectos delimitados dentro de la Reserva Cerro Chucantí. ----- | 15 |
| Cuadro 2 Listado y número de especies de anfibios post metamórficos encontrados en los tres gradientes altitudinales muestreados.----- | 18 |
| Cuadro 3 Cantidades totales de especies e individuos de la clase Anfibia encontrados por piso altitudinal. ----- | 19 |
| Cuadro 4 Riqueza de especies de anfibios y diversidad de Shannon en los tres pisos muestreados en el rango altitudinal de 700m a 1439m. ----- | 22 |
| Cuadro 5 Listado y número de especies de Reptiles encontrados en los tres pisos altitudinales muestreados. ----- | 26 |
| Cuadro 6 Número de especies y cantidad total de individuos de la clase reptiles encontrados por piso altitudinal. ----- | 27 |
| Cuadro 7 Riqueza de especies de reptiles e índice de diversidad de Shannon (H') en los tres pisos muestreados del rango altitudinal entre 700m y 1439m. 29 | |
| Cuadro 8 Comparación de la riqueza de especies de anfibios entre los estudios realizados en el área de Darién y el presente estudio. Nótese que la tendencia a la disminución con el aumento de la altitud permanece. ----- | 36 |
| Cuadro 9 Comparación de la riqueza de especies de reptiles entre el estudio conducido de 2012 a 2016 (Batista et al., 2020), y el presente estudio (2018).40 | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Mapa de las zonas de vida identificadas por Holdridge (1967) y que se encuentran dentro de la Reserva Privada Chucantí, Darién. Las líneas punteadas indican el sendero principal que recorre el cerro. ----- | 11 |
| Figura 2 Pisos altitudinales muestreados dentro de la Reserva Cerro Chucantí: A): Vista del cerro Chucantí desde la estación biológica principal. B): Piso alto, correspondiente al bosque nuboso, en donde se encontraron la mayoría de las especies endémicas y de interés para estudios posteriores. C): Piso medio, que abarca también la parte inicial del bosque nuboso en sus transectos más elevados. D): Piso bajo, con muchas partes de bosque secundario de regeneración en los alrededores de la estación biológica. ----- | 14 |
| Figura 3 Distribución altitudinal de las especies de anfibios en los transectos por elevación (m s n.m.) Se observa una disminución del número de especies al aumentar la elevación ($p < 0.05$, $R^2 = 0.27$). ----- | 20 |
| Figura 4 Distribución altitudinal de la abundancia de anfibios en los transectos por elevación. Hay un aumento en la cantidad de individuos a medida que aumenta la altitud en el gradiente $p = < 0.05$ (0.001), $R^2 = 0.54$). ----- | 21 |
| Figura 5 cantidad de especies de anfibios por piso altitudinal. Podemos observar que el piso bajo (700-900 m) tuvo la mayor riqueza de especies. (PB = 39%, PM = 28%, PA = 33%)----- | 22 |
| Figura 6 Abundancia relativa porcentual de anfibios encontrados dentro de la reserva Natural privada Cerro Chucantí ----- | 23 |
| Figura 7 Curvas de acumulación de especies de anfibios individuales para cada piso muestreado: Piso Bajo (PB), Piso Medio (PM) y Piso Alto (PA) ----- | 24 |
| Figura 8 Distribución altitudinal de especies de reptiles por transecto versus elevación. Nótese la tendencia a disminuir a medida que aumenta la altitud en el gradiente.----- | 27 |
| Figura 9 Distribución altitudinal de reptiles para individuos versus elevación. La tendencia muestra una disminución al igual que en el caso de especies. ----- | 28 |
| Figura 10 Especies de reptiles por piso encontradas durante los monitoreos en los tres pisos altitudinales. (PB = 48%, PM = 23%, PA = 29%).----- | 29 |
| Figura 11 Abundancia relativa porcentual de reptiles encontrados dentro de la reserva Natural Privada Cerro Chucantí. ----- | 30 |
| Figura 12 Curvas de acumulación de especies de reptiles individuales por pisos muestreados. Piso bajo (PB), Piso Medio (PM), Piso Alto (PA). ----- | 31 |
| Figura 13 Coeficiente de Similaridad de Jaccard para especies de anfibios por pisos muestreados. ----- | 33 |
| Figura 14 Coeficiente de Similaridad de Jaccard para las especies de reptiles encontrados en los tres pisos altitudinales muestreados. ----- | 33 |

RESUMEN

Se estudió la herpetofauna de la reserva natural privada Cerro Chucantí, en Darién, Panamá, con el fin de determinar su diversidad, riqueza de especies y distribución altitudinal. El trabajo de campo se realizó durante los meses de enero de 2018 a marzo del año 2019, dentro de la reserva natural privada Cerro Chucantí, en donde se ubicaron un total de 17 transectos de 200 m a lo largo del sendero que cruza la montaña, ubicándolos en tres niveles altitudinales entre 700 m y 1439 m de altitud, y se muestrearon durante 3 meses de la estación seca y 3 meses de la estación lluviosa, realizando dos réplicas en total para todos los transectos en cada estación. Los muestreos se efectuaron en dos periodos, diurno, de 07:00 a 12:00 y nocturno, de 19:00 a 00:00, dedicando un total promedio de 10 horas/hombre diarias por transecto. Se dedicó un total de 63 días y 630 horas/hombre de trabajo durante el proyecto. También se recolectó información de la temperatura del lugar mediante sensores térmicos, que fueron dejados a distintas elevaciones en cerro Chucantí, desde mayo a agosto de 2018 y de octubre a febrero de 2019. Se registraron un total de 5441 individuos, 5209 fueron de la Clase Amphibia agrupados en 3 órdenes, 13 familias y 36 especies, y de la Clase Reptilia se registraron un total de 232 individuos pertenecientes a un solo orden, 8 familias y 36 especies. La familia de anfibios más numerosa fue Craugastoridae, con individuos presentes en todos los pisos, seguido de Dendrobatidae. Para los reptiles, las familias más abundantes fueron Gymnophthalmidae y Phyllodactylidae, presentes también en los tres pisos evaluados. Se observaron algunos cambios en los patrones de abundancia para los anfibios en función a los cambios en las dos estaciones evaluadas (seca y lluviosa). Algunas de las especies de anfibios encontradas se encuentran

actualmente bajo categorías de amenaza según organismos como la UICN y legislaciones nacionales, lo cual hace importante la realización de estudios más detallados sobre los estados de población de estas especies para su mejor conservación.

SUMMARY

The herpetofauna of the private natural reserve Cerro Chucantí, in Darién, Panama, was studied in order to determine its diversity, species richness and altitude distribution. The field work was carried out during the months of January 2018 to March 2019, within the private natural reserve Cerro Chucantí, where a total of 17 transects of 200 m were located along the path that crosses the mountain, locating them in three altitudinal levels between 700 m and 1,439 m of altitude, and they were sampled during 3 months of the dry season and 3 months of the rainy season, making two replications in total for all transects in each station. The samplings were carried out in two periods, daytime, from 07:00 to 12:00 and night, from 19:00 to 00:00, dedicating a total average of 10 hours / man per day per transect. A total of 63 days and 630 man-hours of work were put in during the project. Information on the temperature of the place was also collected through thermal sensors, which were left at different elevations in Cerro Chucantí, from May to August 2018 and from October to February 2019. A total of 5,441 individuals were registered, 5,209 were of the Class Amphibia grouped into 3 orders, 13 families and 36 species, and of the Reptilia Class, a total of 232 individuals belonging to a single order, 8 families and 36 species were recorded. The largest family of amphibians was Craugastoridae, with individuals present in all floors, followed by Dendrobatidae. For the reptiles, the most abundant families were Gymnophthalmidae and Phyllodactylidae, also present in the three floors evaluated. Some changes were observed in the abundance patterns for amphibians as a function of the changes in the two evaluated seasons (dry and rainy). Some of the amphibian species found are currently under threat categories according to organisms such as the IUCN and national legislation, which makes

it important to carry out more detailed studies on the population status of these species for their better conservation.

INTRODUCCIÓN

El concepto de la diversidad biológica y los alcances de la Biología de la Conservación, tienen su raíz más profunda en los estudios de identificación e inventario de especies de flora y fauna (Coloma, 1991). En muchos grupos, el número de especies disminuye al aumentar la latitud o la altitud (Graham, 1983; Humphrey & Bonaccorso, 1979; Pianka, 1966). El paisaje por otra parte también puede desempeñar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Orea-Gadea, 2010; Vitt & Caldwell, 2013). En la actualidad, las poblaciones de anfibios se han visto amenazadas por muchos factores ambientales, antropogénicos y enfermedades emergentes como la quitridiomycosis, que en las especies de anfibios presentes en bosques montanos templados y tropicales, se ha relacionado con la mortalidad en masa y se plantea como la causante de la extinción de especies ya que afectan sus poblaciones y han llevado a muchas especies a una disminución alarmante (Daszak, Cunningham, & Hyatt, 2003). Aunque los cambios climáticos y el aumento de la exposición a la radiación ultravioleta han sido implicados en la desaparición de ciertas especies de anfibios, la importancia del cambio ambiental global sigue sin estar clara (Kiesecker, Blaustein, & Belden, 2001) Los anfibios se consideran indicadores de salud ambiental general y, por lo tanto, las causas de los descensos también pueden amenazar a otras especies (Collins & Storfer, 2003). En el caso de los reptiles, el reciente descubrimiento del hongo *Ophidiomyces ophiodiicola* atacando a serpientes endémicas y en cautiverio en

Norte América, suponen un riesgo que podrá producir problema serio en las poblaciones a futuro (Allender et al., 2015). Esta crisis mundial es el resultado de una interacción de muchas amenazas que están conspirando contra la supervivencia de este grupo de vertebrados de una forma nunca observada en tiempos modernos (Angulo et al., 2006). Estudios recientes de Zipkin et al. (2020) sugieren que la estructura de los ecosistemas pudiera deteriorarse más rápidamente de lo esperado como resultado indirecto de efectos de cascada generados por enfermedades, especies invasivas, pérdida de hábitat y cambio climático.

El aislamiento geográfico de Cerro Chucantí ha permitido diferenciar su fauna y flora considerablemente durante milenios. Además, debido a su lejanía, también se ha convertido en un santuario para otras especies en peligro de extinción y / o vulnerables como el Tapir de Baird (*Tapirus bairdii*); el hormiguero gigante, una especie vulnerable (VU) (*Myrmecophaga tridactyla*), o el águila harpía (*Harpía harpyja*) (IUCN, 2019). Muchas de las especies presentes en Chucantí son consideradas vulnerables dentro de la Lista Roja de la UICN.

MARCO TEÓRICO

La Herpetofauna de Panamá es conocida por ser la más diversa en consideración con su tamaño en América Central, con solo México siendo más diverso en conteo absoluto de especies (Jaramillo et al., 2010). A pesar de que la investigación herpetológica ha sido conducida en Panamá por más de cien años el conocimiento de la diversidad de especies de anfibios está lejos aún de ser completada (Ibáñez et al., 2001). Además, aún existen vastas zonas sin estudiar adecuadamente, por lo cual, los rangos de distribución de muchas especies son aún imprecisos o limitados a los pocos individuos colectados en la localidad tipo respectiva (Castro-Herrera & Vargas-Salinas, 2008). Uno de los grupos más numerosos de vertebrados en el país comprende los reptiles y anfibios, de la cual se han informado 228 especies de anfibios y 318 especies de reptiles (Uetz, Freed, & Hošek, 2020) Frost, 2017; Köhler, Lotzkat, & Hertz, 2010; Poe et al., 2009). Sin embargo, las numerosas descripciones de nuevas especies de ambos grupos durante la última década indican que el inventario de la diversidad de herpetofauna de Panamá todavía no está completo (Köhler, 2010).

La disminución de la riqueza de especies con el incremento de la altura está ampliamente aceptada como patrón general (Duellman, 1988; Duellman & Trueb, 1994; Fleming, 1986; Graham, 1983; Koopman, 1978; Terborgh, 1971, 1977; Terborgh & Weske, 1975; Tuttle, 1970); sin embargo, esta relación no es lineal, ya que es posible encontrar en una montaña pisos menos diversos que los que se hallan por encima y por debajo de ellos, al igual que entre el ecuador y los polos, donde existen zonas de baja diversidad, como los desiertos (Martínez, 1997). La distribución de los organismos a lo largo de un gradiente altitudinal permanece como uno de los más interesantes tópicos biogeográficos,

ya que las características físicas (temperatura, precipitación, presión atmosférica, entre otros) asociadas con la altitud, varían drásticamente afectando a la diversidad y distribución de las especies, incluso en cortas distancias (Yu, 1994). Históricamente, diversos autores dedicados a la ecología y biogeografía han destacado la particular importancia de los gradientes altitudinales para detectar y comprender los factores que limitan la distribución de las especies y condicionan los patrones de distribución espacial de la diversidad (Grinnell, 1924; Lomolino, 2001; Sundqvist, Sanders, & Wardle, 2013; Whittaker, 1960). Sumado a esto, debido a la heterogeneidad climática que presentan los sistemas montañosos en escasos kilómetros lineales, los gradientes altitudinales ofrecen la posibilidad de abordar diversos aspectos relacionados con los efectos del cambio climático global (Benito, Lorite, & Peñas, 2011; Engler et al., 2011; Haslett, 1997; Lenoir et al., 2008). Cerro Chucantí es un macizo aislado en el sur de Panamá que se eleva desde el nivel del mar hasta 1,439 m de altitud y sostiene un diverso ecosistema tropical de bosque nuboso. Es un área apenas estudiada, en donde recientemente se han hecho adiciones importantes a la Herpetofauna panameña, registrando especies nuevas como *Tantilla berguidoi* (Batista, Mebert, et al., 2016), *Bolitoglossa chucantiensis* (Batista et al., 2014) y la recién descrita *Diasporus majeensis* (Batista, Köhler, et al., 2016). Son requeridos más esfuerzos de conservación para esta zona tan biodiversa ya que la deforestación en esta área, así como en muchas otras, es la causa principal de la desaparición de especies animales y de plantas, muchas de las cuales, por carencia de estudios e investigaciones pertinentes, desaparecen antes de ser descritas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la distribución altitudinal y la diversidad de anfibios y reptiles dentro de la Reserva Natural Privada Cerro Chucantí.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Inventariar las especies de herpetofauna presentes dentro de la reserva y elaborar un listado de especies.
- Comparar diversidad, riqueza y abundancia de especies entre los pisos altitudinales establecidos.
- Evaluar el estado de conservación de las especies de anfibios y reptiles presentes en la reserva privada Chucantí.

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Cerro Chucantí forma parte del macizo de Majé, el cual a su vez es parte del Arco de Baudó en el margen occidental del Bloque del Chocó, y que geológicamente tiene una composición muy similar al Arco de Dadeiba, y con sus 1439 m de altura, es el punto más alto de esta serranía ubicada en el este de Panamá (Coates & Obando, 1996) Datos climatológicos nos indican que la precipitación anual esperada oscila entre 3000 mm a 4000 mm y la temperatura promedio anual esta entre los 20° y 27° C. de acuerdo con la clasificación de Holdridge de las zonas de vida, el área de Chucantí, presenta las siguientes: Bosque húmedo de tierras bajas (0-500 msnm), Bosque húmedo premontano (500-1000 msnm) y una pequeña área de Bosque muy húmedo premontano sobre los 1000 m de elevación, en Cerro Chucantí (Figura 1). Las precipitaciones usualmente ocurren en los meses de abril a diciembre. Dentro de la reserva privada Chucantí, las especies vegetales más comunes suelen ser *Oreomunnea pterocarpa*, *Ocotea* sp. nov. ined., *Magnolia* sp. nov. ined., *Quercus humboldtii*, *Podocarpus guatemalensis* y *Peltogyne purpurea* (Flores, Black, & Ibáñez, 2017). Las familias de plantas con más riqueza de especies en la sección del piso alto, correspondiente al bosque nuboso son: Rubiaceae, Lauraceae y Fabaceae, mientras que en el área correspondiente en al piso medio, las familias más ricas fueron: Annonaceae y Rubiaceae (Mijango-Ramos et al., 2020)

Fuera del área de la reserva se encuentran terrenos usados para ganadería en su mayoría, y alrededor de 15 comunidades aledañas cuya principal actividad se centra en las actividades agrícolas.

Como parte del macizo Majé, cerro Chucantí contiene el único bosque nuboso en un área de 100 km. Los bosques nubosos representan apenas un 2.5% de los bosques tropicales, a pesar de representar un porcentaje tan pequeño de los bosques tropicales, el número de especies que se encuentran es mayor que en otros tipos de bosque con mayores extensiones de territorio.

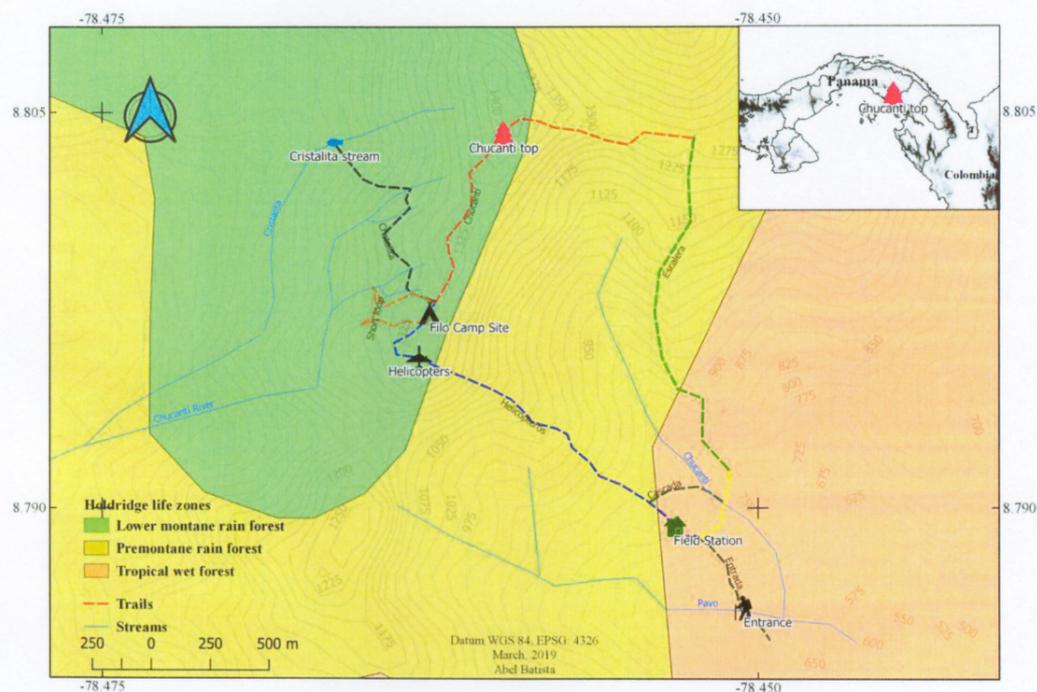


Figura 1 Mapa de las zonas de vida identificadas por Holdridge (1967) y que se encuentran dentro de la Reserva Privada Chucantí, Darién. Las líneas punteadas indican el sendero principal que recorre el cerro.

MUESTREOS

Los muestreos se llevaron a cabo durante los meses de enero a agosto del 2018 dentro de la reserva Cerro Chucantí. Para esto, ubicamos 17 transectos de 200 m de longitud y un ancho de 2 m a cada lado y 2 m de altura, georreferenciados con coordenadas mediante GPS (Cuadro 1). Cada muestreo se realizó con ayuda de un asistente usando la metodología de Relevamiento por Encuentro Visual o VES (Visual Encounter Survey) (Angulo et al., 2006; Heyer et al., 2014; Lips, Reaser, & Young, 1999) recorriendo los transectos en periodo diurno de 7:00 a 12:00 y nocturno de 19:00 a 00:00. Cada transecto fue muestreado un total de ± 5 horas/hombre por transecto, revisando 2 transectos por día. Los 17 transectos fueron distribuidos en intervalos altitudinales de 200 m delimitando cada piso, de 700 m a 900 m, de 1000 m a 1200 m y de 1250 m a 1439 m y se ubicaron a lo largo del sendero que cruza el cerro Chucantí, dado lo accidentado del terreno (Figura 2). Los individuos encontrados en los transectos fueron contabilizados y los más representativos o raros fueron llevados a la estación biológica en donde se fotografiaron y se preservaron para análisis posteriores. Los especímenes colectados fueron sacrificados usando solución eutanásica veterinaria T61©, se les extrajo muestras de tejido del hígado para anfibios y una porción de piel entre las escamas dorsales y ventrales para las serpientes, las cuales fueron depositadas en viales con alcohol al 90% para los futuros análisis moleculares, los especímenes fueron etiquetados con un número de campo, anotados en una libreta de colecta y fueron depositados en frascos con alcohol al 70% y reposan en el museo Herpetológico de Chiriquí (MHCH) dentro de la Universidad Autónoma de Chiriquí. Durante los monitoreos también fueron encontrados algunos individuos con laceraciones cutáneas o miembros

amputados o faltantes, a estos se les realizaron hisopados para determinar las causas de estas lesiones mediante análisis moleculares. También se hicieron algunas grabaciones de la vocalización de ranas durante los monitoreos y se dejaron 5 grabadoras de audio dentro del bosque por espacio de 3 meses para ser analizadas posteriormente y complementar información taxonómica preexistente sobre algunos anuros de interés con datos Bioacústicos y recabar nueva información de vocalizaciones desconocidas en especies clave. También se tomaron algunas medidas de temperatura, específicamente en la estación lluviosa del muestreo, y para esto se dejaron dataloggers marca HOBO® desde el mes de mayo a agosto del 2018 y de octubre de 2018 a febrero de 2019, los cuales registraron la temperatura de los sitios a diferente altitud durante el transcurso del estudio. Estas mediciones se complementaron con algunas tomas de temperatura ambiental al inicio y al final de cada monitoreo en los transectos con un termómetro de mano. Toda esta información extra, aunque no está incluida dentro de los resultados del presente trabajo, puede servir de base para estudios posteriores y complementarse con más datos para generar más información que ayude a entender de una mejor manera la distribución y ecología de la herpetofauna de Cerro Chucantí.

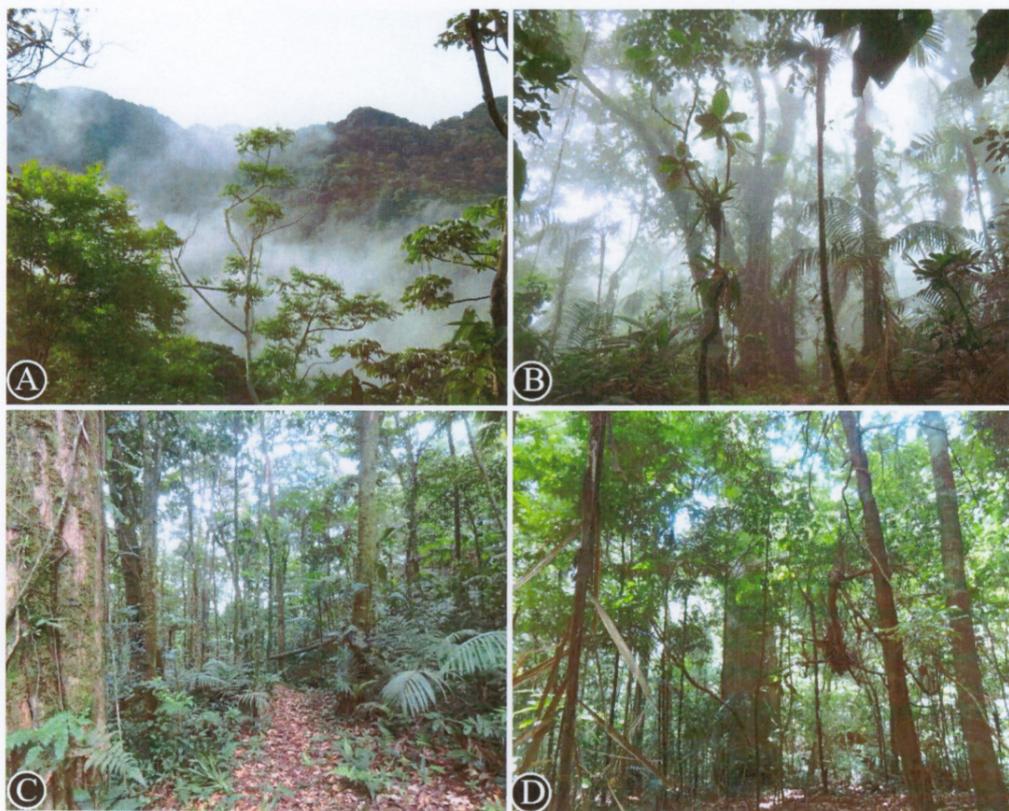


Figura 2 Pisos altitudinales muestreados dentro de la Reserva Cerro Chucantí: A): Vista del cerro Chucantí desde la estación biológica principal. B): Piso alto, correspondiente al bosque nuboso, en donde se encontraron la mayoría de las especies endémicas y de interés para estudios posteriores. C): Piso medio, que abarca también la parte inicial del bosque nuboso en sus transectos más elevados. D): Piso bajo, con muchas partes de bosque secundario de regeneración en los alrededores de la estación biológica.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos obtenidos durante los monitoreos de los 17 transectos fueron analizados usando la herramienta PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001) para evaluar los índices de diversidad, la riqueza de especies y la abundancia relativa de la herpetofauna encontrada, también se calculó el índice de Similaridad de Jaccard para evaluar la similitud entre los pisos altitudinales establecidos y se obtuvo el índice de dominancia o Simpson (1-D). Las curvas de acumulación de especies se hicieron usando el software EstimateS (Colwell, 2006) para cada piso y para cada grupo (anfibios y reptiles). También se realizaron pruebas de χ^2 de homogeneidad ($p= 0.05$) para determinar si existían diferencias significativas en la cantidad de especies por piso altitudinal, usando el software de IBM SPSS Statistic versión 25 y Excel. Adicional a esto, utilizamos el Software RStudio (R Development Core Team, 2020) para realizar pruebas de normalidad y Correlación de Spearman, a la vez que obteníamos los gráficos correspondientes usando el paquete ggplot2 (Wickham, 2016).

Cuadro 1 Ubicación y elevación de los transectos delimitados dentro de la Reserva Cerro Chucantí.

| Transectos | Coordenadas | Elevación |
|------------|--------------------------|---------------|
| TC1 | 17 P 077963 UTM 0972940 | 1029 m s n.m. |
| TC2 | 17 P 077963 UTM 0972940 | 1029 m s n.m. |
| TC3 | 17 P 0780102 UTM 0972630 | 819 m s n.m. |
| TC4 | 17 P 0779990 UTM 0972703 | 850 m s n.m. |
| TC5 | 17 P 0779507 UTM 0973040 | 1080 m s n.m. |
| TC6 | 17 P 0779977 UTM 0972706 | 855 m s n.m. |
| TC7 | 17 P 0779250 UTM 0973149 | 1245 m s n.m. |
| TC8 | 17 P 0779159 UTM 0973446 | 1269 m s n.m. |
| TC9 | 17 P 0779128 UTM 0973470 | 1269 m s n.m. |
| TC10 | 17 P 0779183 UTM 0773446 | 1269 m s n.m. |
| TC11 | 17 P 0779471 UTM 0974193 | 1442 m s n.m. |
| TC12 | 17 P 0779326 UTM 0973854 | 1340 m s n.m. |
| TC13 | 17 P 0779760 UTM 0974199 | 1335 m s n.m. |
| TC14 | 17 P 0780217 UTM 0974086 | 1258 m s n.m. |

| | | |
|-------------|--------------------------|---------------|
| TC15 | 17 P 0780155 UTM 0973700 | 1142 m s n.m. |
| TC16 | 17 P 0780240 UTM 0973169 | 954 m s n.m. |
| TC17 | 17 P 0778365 UTM 0985117 | 778 m s n.m. |

RESULTADOS

Al finalizar el estudio, se reportaron 5441 individuos durante ambas estaciones en los tres pisos muestreados, de los cuales 5209 son de la clase Amphibia y 232 fueron de la clase Reptilia. Los individuos de la clase Amphibia se ubicaron en dos órdenes, 12 familias y 36 especies (Cuadro 2), mientras que los reptiles se agruparon en un orden con ocho familias y 36 especies (Cuadro 5).

Respecto a la abundancia relativa, la gran mayoría de las especies registradas estuvieron presentes en los tres pisos muestreados, pero su abundancia varió en cada piso. También encontramos especies únicas en un piso altitudinal y que no se encuentran en ningún otro sitio, en especial en el piso alto se registraron muchas de estas especies de interés, como el caso de las salamandras y algunas serpientes que solo se encontraron arriba de los 1250m.

También fueron detectadas algunas especies de importancia que son raras o difíciles de encontrar y están en categorías de conservación internacionales y por legislaciones nacionales. También se complementaron observaciones realizadas en trabajos anteriores en el área, de las cuales se tenía poca información y pocos especímenes colectados y se hicieron algunos descubrimientos importantes de ambos grupos estudiados (Figura Anexo #4) incluyendo las listas que detallamos a continuación.

Cuadro 2 Listado y número de especies de anfibios post metamórficos encontrados en los tres gradientes altitudinales muestreados.

| <i>Especies</i> | <i>Piso Bajo</i> | <i>Piso Medio</i> | <i>Piso Alto</i> |
|---|------------------|-------------------|------------------|
| <i>Agalychnis callidryas</i> | 2 | | |
| <i>Allobates talamancae</i> | 176 | | |
| <i>Boana rosemergi</i> | 1 | | |
| <i>Bolitoglossa biseriata*</i> | | | 1 |
| <i>Bolitoglossa chucantiensis</i> | | | 2 |
| <i>Cochranella euknemos</i> | | | 17 |
| <i>Colostethus pratti</i> | 214 | 6 | 142 |
| <i>Craugastor crassidigitus</i> | 46 | 39 | 12 |
| <i>Craugastor fitzingerii</i> | 33 | 11 | |
| <i>Craugastor opimus</i> | 11 | 13 | |
| <i>Dendrobates auratus</i> | 144 | 95 | 8 |
| <i>Diasporus diastema</i> | 5 | | 33 |
| <i>Diasporus majeensis</i> | | | 14 |
| <i>Engystomops pustulosus</i> | 1 | | |
| <i>Espadarana prosoblepon</i> | 41 | | 31 |
| <i>Gastrotheca nicefori</i> | | 1 | 3 |
| <i>Hyalinobatrachium colimbiphyllum</i> | 19 | | |
| <i>Hyalinobatrachium talamancae</i> | 33 | | |
| <i>Leptodactylus savagei</i> | 14 | | |
| <i>Oedipina sp nov</i> | | 1 | |
| <i>Pristimantis caryophyllaceus</i> | 4 | 242 | 839 |
| <i>Pristimantis ceracinus</i> | 1 | 19 | 18 |
| <i>Pristimantis cruentus</i> | 43 | 112 | 669 |
| <i>Pristimantis gaigei</i> | 4 | 18 | 14 |
| <i>Pristimantis moro</i> | | | 51 |
| <i>Pristimantis pardalis</i> | | 16 | 8 |
| <i>Pristimantis sp. aff. latidiscus</i> | | | 41 |
| <i>Pristimantis sp. aff. ridens</i> | 42 | 15 | 6 |
| <i>Pristimantis taeniatus</i> | 124 | 174 | 56 |
| <i>Rhaebo haematiticus</i> | 128 | 35 | 56 |
| <i>Rhinella alata</i> | 34 | 42 | 55 |
| <i>Rhinella horribilis</i> | 4 | 6 | 2 |
| <i>Scinax rubber*</i> | 1 | | |
| <i>Silverstoneia flotator</i> | 698 | 12 | 83 |
| <i>Smilisca sila</i> | 17 | 3 | |
| <i>Strabomantis bufoniformis</i> | 6 | | |
| TOTAL | 1882 | 1004 | 2323 |

ANFIBIOS

Encontramos la mayor cantidad de especies (Cuadro 3) en el piso bajo. Sin embargo, hay una estacionalidad entre temporadas con respecto a la riqueza de especies reportadas, en la temporada seca, la mayor cantidad de especies de anfibios se encontró en el piso alto (PB=20, PM=18, PA=21), mientras que en el muestreo de temporada lluviosa la cantidad de especies fue ligeramente mayor en el piso bajo (PB=22, PM=15, PA= 17).

Cuadro 3 Cantidades totales de especies e individuos de la clase Anfibia encontrados por piso altitudinal.

| ANFIBIOS | | |
|------------|----------|------------|
| PISOS | ESPECIES | INDIVIDUOS |
| PISO BAJO | 27 | 1882 |
| PISO MEDIO | 19 | 1004 |
| PISO ALTO | 23 | 2323 |

Otro dato muy peculiar, fue que observamos una gran presencia de individuos de la familia Craugastoridae, especialmente en el piso alto, específicamente el género *Pristimantis*, que estuvo muy bien representado en este estrato en ambas temporadas de muestreo (Figura anexo #8).

No hubo diferencias de la riqueza de especies entre los tres pisos altitudinales muestreados ($Chi^2, p = 0.75, gl = 5$), pero sí en cuanto a la abundancia de individuos por especies ($Chi^2, p = 3.87 \times 10^{-28}, gl = 5$) con dominancia de algunas, como: *Silverstoneia flotator* en el piso bajo y en el piso alto *Pristimantis caryophyllaceus* y *Pristimantis cruentus*. El resultado de las pruebas de correlación de Pearson para especies por elevación ($cor = -0.52, t = -2.27, p\text{-value} = 0.04, R^2 \text{ ajustado} = 0.22$) (Figura 3) nos indica que a media que aumenta la elevación, nuestra cantidad de especies disminuye. Sin embargo, por el valor del R^2 (en un rango de 0 a 1) podemos deducir que tan solo la elevación no es

un buen predictor para explicar el patrón de distribución de las especies en el gradiente altitudinal. Por otro lado, las pruebas de correlación para individuos por elevación ($cor = 0.73$, $t = 4.04$, $p\text{-value} = < 0.05$ (0.001), R^2 ajustado = 0.50) muestran un patrón contrario, lo cual nos indica que el número de individuos aumenta con el incremento de la elevación (Figura 4). En este caso nuestro valor de R^2 nos indica una mejor predictibilidad de nuestro modelo.

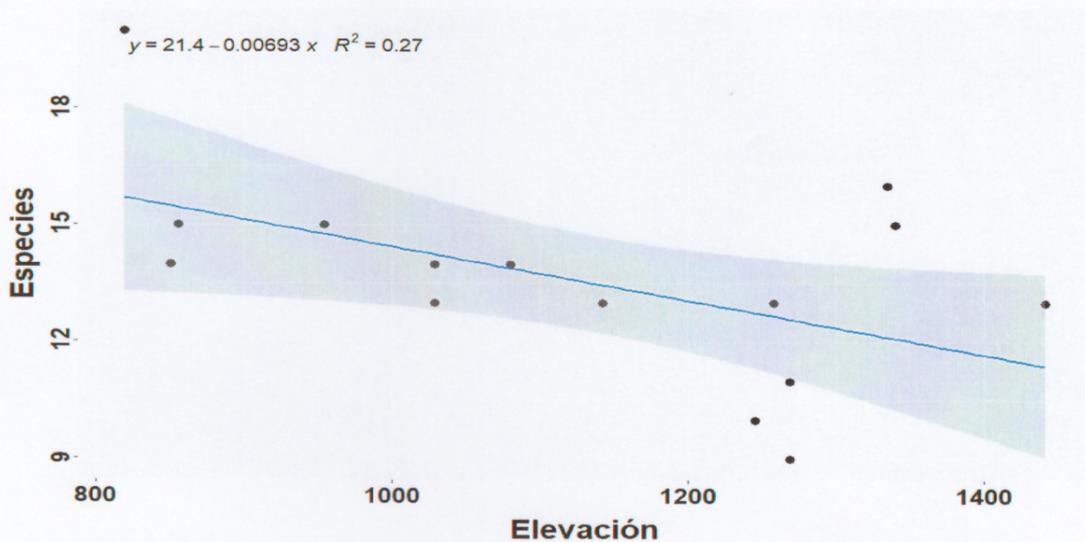


Figura 3 Distribución altitudinal de las especies de anfibios en los transectos por elevación (m s.n.m.) Se observa una disminución del número de especies al aumentar la elevación ($p < 0.05$, $R^2 = 0.27$).

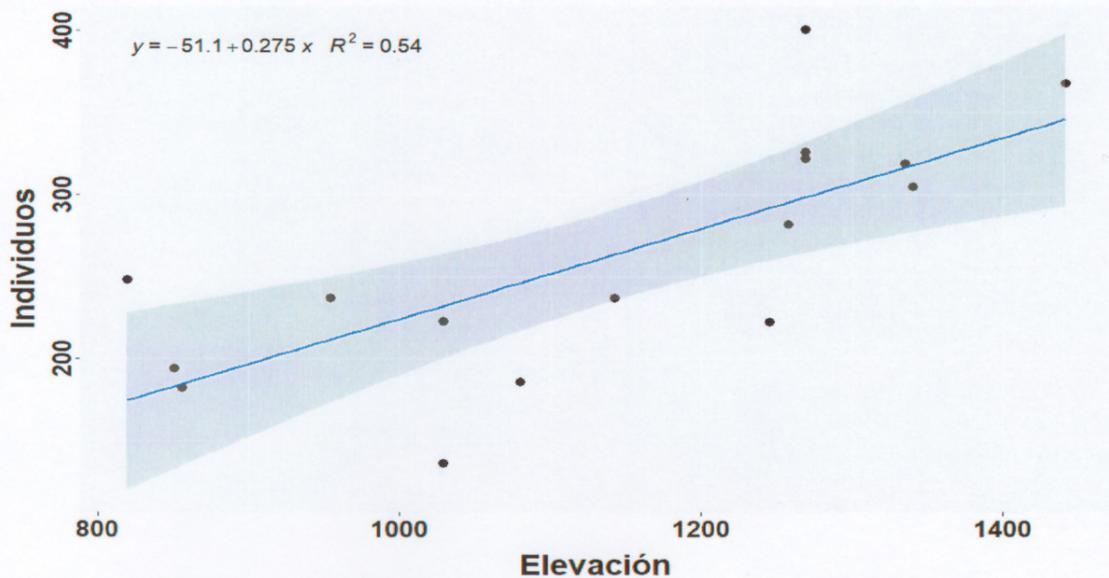


Figura 4 Distribución altitudinal de la abundancia de anfibios en los transectos por elevación. Hay un aumento en la cantidad de individuos a medida que aumenta la altitud en el gradiente $p < 0.05$ (0.001), $R^2 = 0.54$.

DIVERSIDAD, RIQUEZA Y ABUNDANCIA

Los resultados obtenidos para diversidad de especies en los tres pisos muestreados nos indican que, para los anfibios, el piso medio es el que más diversidad presenta según el estimador de Shannon (H') = (2.33), seguido del piso bajo (2.27) y por último el piso alto (2.00) (Cuadro 4). No obstante, la mayor riqueza de especies se encontró en el piso bajo con un total de 27, seguido del piso alto (23) y el piso medio (19) (Figura 5). El índice de dominancia (D) general para todo el conjunto de datos es de $D = 0.116$ entre menor sea este número, mayor es nuestra diversidad presente. Nuestro índice de Simpson (1-D) nos da un valor de $1-D = 0.88$ en este caso, cuanto mayor sea el valor, mayor es nuestra diversidad (en escala de 0 a 1). Para cada piso individual, los índices de Simpson son: PB (0.82), PM (0.87), PA (0.77) y observamos que nuestro piso menos diverso fue el piso alto. El índice de dominancia D para este piso fue de $D = 0.22$, lo cual nos indica, en comparación con los otros pisos, que hay una o más especies que dominan este estrato ($D_{PB} = 0.17$, $D_{PM} = 0.12$).

En cuanto a familias, la mayor riqueza la obtuvo la familia Craugastoridae con 12 especies en total, encontrándose 7 de ellas en los tres pisos altitudinales, seguido de las familias Hylidae y Centrolenidae con 4 especies cada una. Con los Hylidos, 3 de las 4 especies se encontraron únicamente en el piso bajo y una está compartida con el piso medio. Caso similar al de los Centrolenidos los cuales tuvieron dos especies que solo se encontraron en el piso bajo, una compartida entre el piso bajo y el alto, y una sola especie que solo se encontró en el piso alto.

Cuadro 4 Riqueza de especies de anfibios y diversidad de Shannon en los tres pisos muestreados en el rango altitudinal de 700m a 1439m.

| Piso | Rango Altitudinal | Riqueza de Especies | Índice de Shannon (H') |
|------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| Piso Bajo | 700-900m | 27 | 2.27 |
| Piso Medio | 1000-1200m | 19 | 2.33 |
| Piso Alto | 1250-1439m | 23 | 2.00 |

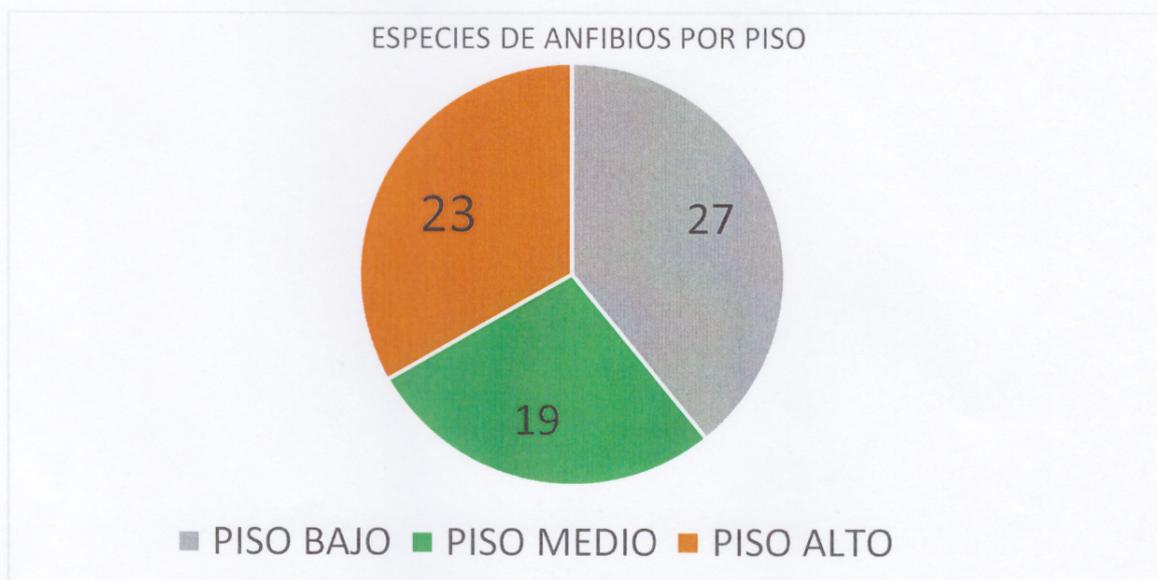


Figura 5 cantidad de especies de anfibios por piso altitudinal. Podemos observar que el piso bajo (700-900 m) tuvo la mayor riqueza de especies. (PB = 39%, PM = 28%, PA = 33%)

Para la abundancia relativa en el caso de los anfibios, las especies *Pristimantis caryophyllaceus* y *Pristimantis cruentus* tuvieron presencia en todos los pisos, pero en el piso alto fueron particularmente abundantes con un 21% y 16% del total de anfibios respectivamente. Por otra parte, *Silverstoneia flotator*, otra especie presente en los tres pisos muestreados, tuvo su mayor abundancia en el piso bajo en comparación con los otros pisos, y representó un 17% del total de anfibios registrados (Figura 6).

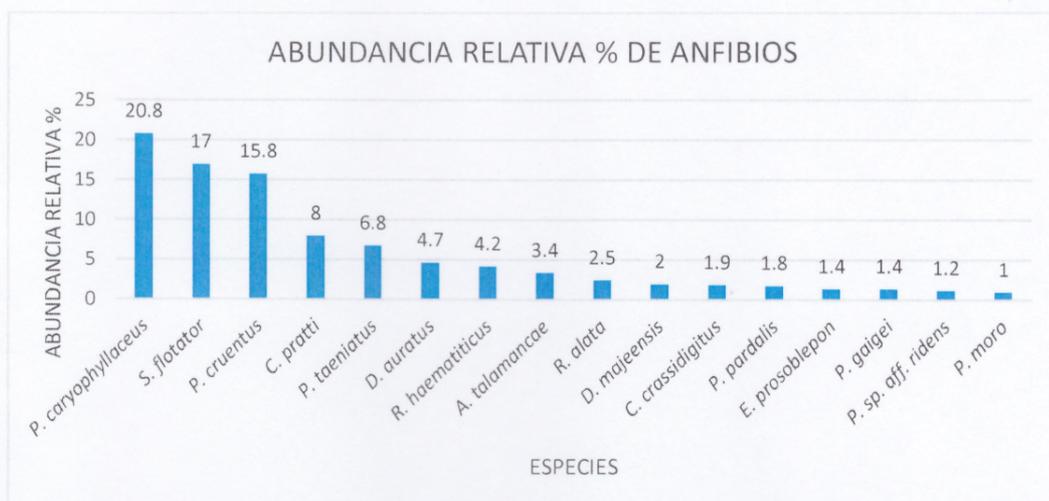


Figura 6 Abundancia relativa porcentual de anfibios encontrados dentro de la reserva Natural privada Cerro Chucantí

Las curvas de acumulación de especies para anfibios se muestran bastante estables para el número de especies de anfibios encontrados (36), y nos indica que, doblando el esfuerzo de muestreo, podríamos registrar un total de 39 especies. Esto nos indica que el muestreo de anfibios está aceptablemente completo. Examinando las curvas de acumulación individuales para cada piso (Figura 7), encontramos que, en donde más estabilidad muestra la curva es en el piso medio, en donde aparentemente se registraron todas las especies posibles para esa sección estimando encontrar solo una especie más en caso

de doblar nuestro esfuerzo de muestreo. Para el piso alto la curva de acumulación muestra que con un esfuerzo de muestreo duplicado logra estabilizarse, con un estimado de 25 especies en total de las 23 encontradas en el monitoreo real. Adicional fueron encontradas tres especies fuera del periodo de muestreo: dos Cecilias y un anuro, las cuales fueron encontradas dentro del perímetro de la estación biológica. Estas curvas nos muestran que en general, nuestro muestreo está aceptablemente completo en cuanto a anfibios en el área estudiada, y las curvas son similares a las presentes en el trabajo anteriormente realizado dentro de la reserva.

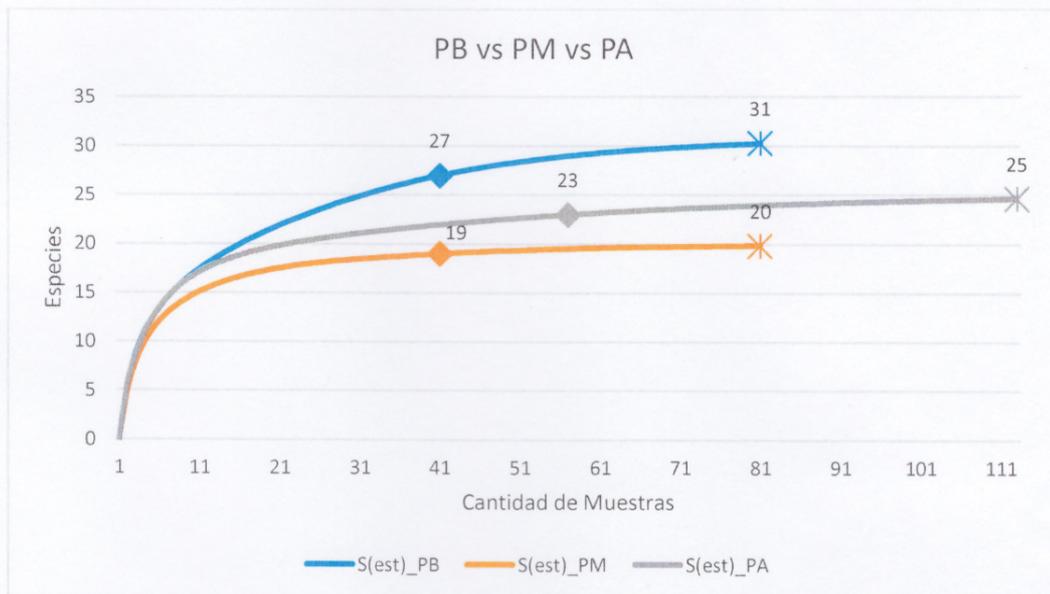


Figura 7 Curvas de acumulación de especies de anfibios individuales para cada piso muestreado: Piso Bajo (PB), Piso Medio (PM) y Piso Alto (PA).

ESPECIES AMENAZADAS O IMPORTANTES

Dentro del grupo de los anfibios encontramos algunas especies interesantes, por su rareza, escasa documentación o desconocidas hasta el momento. Dentro de categorías de amenaza, en la familia Craugastoridae tenemos a *Pristimantis pardalis* catalogada como Casi Amenazada (NT) por la UICN. Al final se obtuvo un total de 8 especies bajo la categoría No evaluada (NE) (18%); 35 especies de Preocupación Menor (LC) (76%); 1 especie Casi amenazada (NT) (2%); y 2 especies de Data deficiente (DD) (4%). Bajo categorías de amenaza dentro de legislación nacional, encontramos dos especies de la familia Dendrobatidae: *Colostethus pratti* y *Dendrobates auratus* catalogadas como vulnerables. En la familia Hemiphractidae, *Gastrotheca nicefori* está catalogada como vulnerable, además de ser una especie muy rara y con pocos registros nacionales. Por último, *Strabomantis bufoniformis* está catalogada como En Peligro Crítico y es una especie que ha sufrido drásticas disminuciones de sus poblaciones a raíz del hongo Bd al cuál es muy susceptible, y la pérdida de sus hábitats.

REPTILES

Los reptiles se mantuvieron con mayor número de especies en el piso bajo durante ambas temporadas (Cuadro 6), a pesar de que la abundancia de estos estuvo significativamente baja en comparación con los anfibios y hubo muchos transectos en los cuales no se registraron individuos durante algunos monitoreos, principalmente en los transectos del piso alto. Para los reptiles no hubo diferencias significativas, ni por especie ($Chi^2, p = 0.94 \text{ gl.:5}$) ni por abundancia ($Chi^2, p = 0.09 \text{ gl.:5}$) entre los pisos muestreados.

Cuadro 5 Listado y número de especies de Reptiles encontrados en los tres pisos altitudinales muestreados.

| Clase Reptilia | Piso Bajo | Piso Medio | Piso Alto | Total |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <i>Amastridium veliferum*</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Anolis capito</i> | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Anolis frenatus</i> | 2 | 7 | 1 | 10 |
| <i>Anolis aff fuscoauratus*</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Anolis lionotus</i> | 3 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Anolis sp.</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Anolis vittigerus</i> | 7 | 8 | 0 | 15 |
| <i>Atractus sp. nov</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Basiliscus basiliscus</i> | 10 | 0 | 0 | 10 |
| <i>Boa imperator</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Bothrops asper</i> | 2 | 1 | 0 | 3 |
| <i>Botriechis schlegelii</i> | 3 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Clelia clelia</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Corallus ruschembergieri</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Coritophanes cristatus</i> | 3 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Dipsas articulata*</i> | 9 | 2 | 0 | 11 |
| <i>Echinosaura palmeri</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Enyalioides heterolepis</i> | 1 | 1 | 0 | 2 |
| <i>Geophis hoffmanii</i> | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Geophis sp. nov</i> | 0 | 0 | 5 | 5 |
| <i>Imantodes cenchoa</i> | 2 | 0 | 4 | 6 |
| <i>Leptodeira rhombifera</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Leptodeira septentrionalis</i> | 2 | 2 | 1 | 5 |
| <i>Micrurus clarki*</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Micrurus multifasciatus</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Ninia sp. nov</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Pseudoboa neuwiedii</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ptychoglossus festae</i> | 5 | 23 | 56 | 84 |
| <i>Rhadinaea decorata</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Sibon anulatus*</i> | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Sibon argus</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Sibon nebulatus</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Tantilla berguidoii</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Tantilla sp.*</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Thecadactylus rapicauda</i> | 15 | 23 | 2 | 40 |
| <i>Xenodon rhabdocephalus</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TOTAL | 79 | 73 | 80 | 232 |

Cuadro 6 Número de especies y cantidad total de individuos de la clase reptiles encontrados por piso altitudinal.

REPTILES

| PISOS | ESPECIES | INDIVIDUOS |
|------------|----------|------------|
| PISO BAJO | 25 | 79 |
| PISO MEDIO | 12 | 73 |
| PISO ALTO | 15 | 80 |

Los resultados de las pruebas de correlación de Pearson, nos mostraron un patrón con tendencia a disminuir (especies e individuos) al aumentar la altitud.

En el caso de especies vs elevación, el resultante fue ($cor = -0.688$, $t = -3.672$, $p = 0.002$, $R^2 = 0.438$) y para individuos obtuvimos: ($cor = -0.251$, $t = -1.001$, $p = 0.330$, $R^2 = 0.0008$) Podemos apreciar estas tendencias en los gráficos respectivos (Figura 8 y 9).

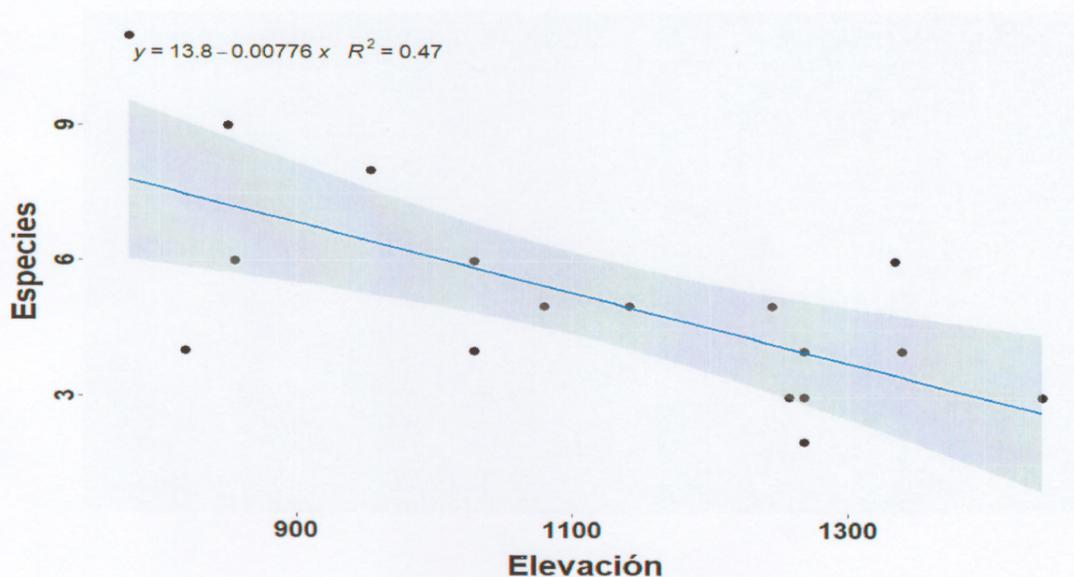


Figura 8 Distribución altitudinal de especies de reptiles por transecto versus elevación. Nótese la tendencia a disminuir a medida que aumenta la altitud en el gradiente ($p < 0.05$ (0.002), $R^2 = 0.438$)

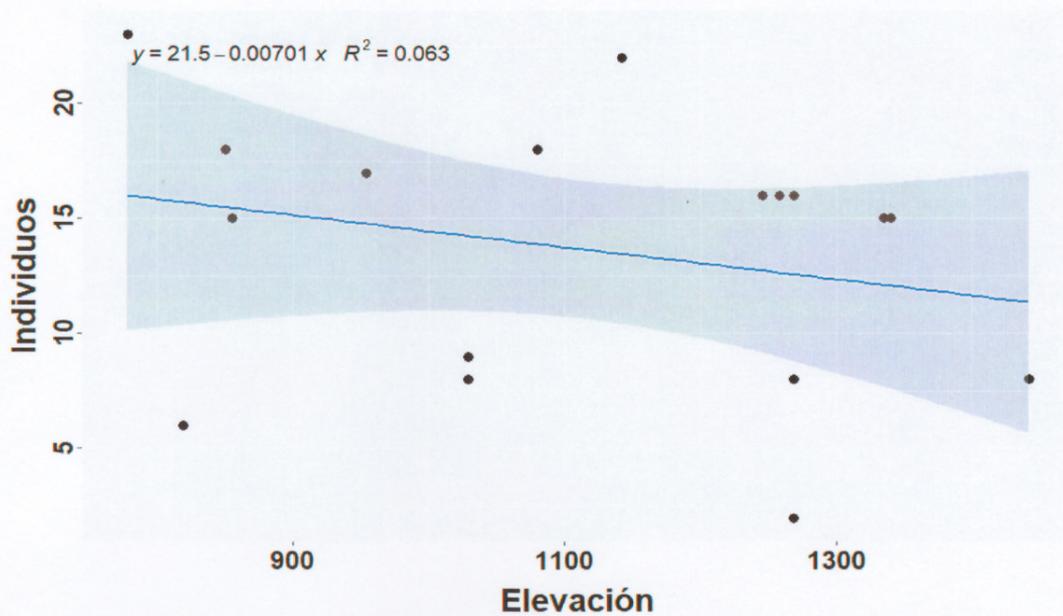


Figura 9 Distribución altitudinal de reptiles para individuos versus elevación. La tendencia muestra una disminución al igual que en el caso de especies. ($p > 0.05$ (0.330), $R^2 = 0.0008$)

DIVERSIDAD, RIQUEZA Y ABUNDANCIA

Para los reptiles, los índices de diversidad de Shannon (H') fueron de 2.79, 1.82 y 1.34 para los pisos bajo, medio y alto respectivamente (Cuadro 7). La riqueza de especies estuvo repartida en 25 especies para el piso bajo, 12 para el piso medio y 15 para el piso alto (Figura 10). El índice de dominancia general fue de $D = 0.175$, y nuestro índice de Simpson fue de $1-D = 0.825$. Individualmente por piso, los índices de Simpson fueron: PB (0.913), PM (0.776), PA (0.500). El índice de dominancia específico para el piso alto fue de $D = 0.500$, este piso fue el menos diverso ya que dominó por mucho la especie *Ptychoglossus festae*. A medida que el índice de dominancia aumenta, disminuye nuestra diversidad presente.

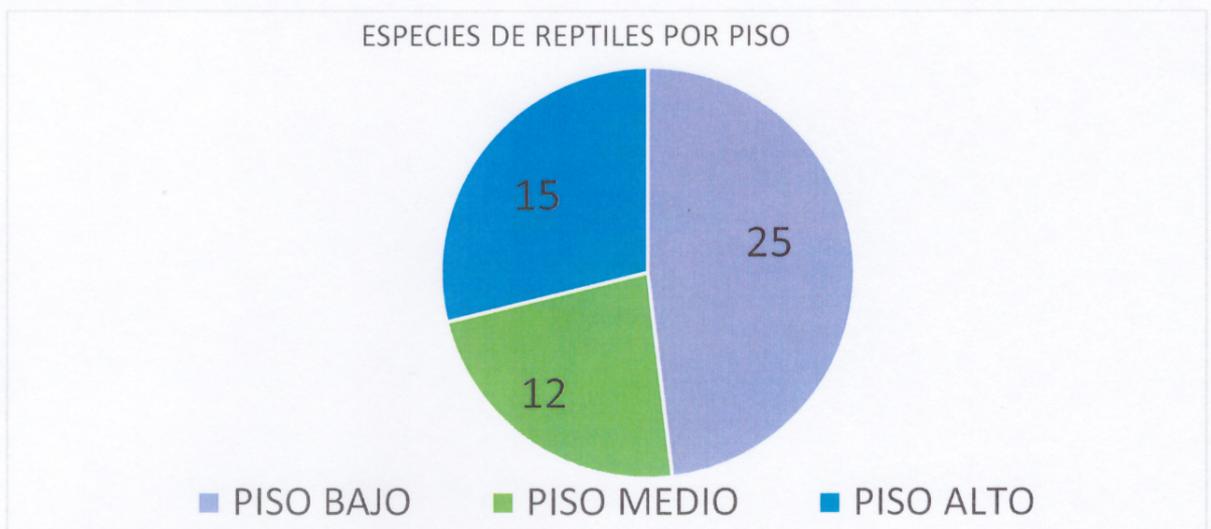


Figura 10 Especies de reptiles por piso encontradas durante los monitoreos en los tres pisos altitudinales. (PB = 48%, PM = 23%, PA = 29%).

Cuadro 7 Riqueza de especies de reptiles e índice de diversidad de Shannon (H') en los tres pisos muestreados del rango altitudinal entre 700m y 1439m.

| Piso | Rango Altitudinal | Riqueza de Especies | Índice de Shannon (H') |
|------------|-------------------|---------------------|----------------------------|
| Piso Bajo | 700-900m | 25 | 2.79 |
| Piso Medio | 1000-1200m | 12 | 1.82 |
| Piso Alto | 1250-1439m | 15 | 1.34 |

Entre los reptiles, las especies con mayor abundancia fueron *Ptychoglossus festae* y *Thecadactylus rapicauda*, que estuvieron distribuidas en los tres pisos muestreados, con una abundancia relativa total de 36.2 y 17.2 respectivamente (Figura 11). Esta abundancia tuvo pequeñas variaciones solo en el piso bajo, en donde las especies más abundantes fueron *Basiliscus basiliscus* (15.3), *Dipsas aff articulata* (13.8), *Anolis vittigerus* (10.8). La especie *Ptychoglossus festae* se encontró en hojarasca, muy abundante en todo el bosque a lo largo del gradiente altitudinal trazado, pero fue muchísimo más abundante en el piso alto. *Thecadactylus rapicauda* por otra parte, fue encontrado mayormente en los troncos y las grietas de algunos árboles grandes, y algunas veces en las raíces de estos.



Figura 11 Abundancia relativa porcentual de reptiles encontrados dentro de la reserva Natural Privada Cerro Chucantí.

La curva de acumulación de especies en reptiles mostró que, al momento de finalizar el monitoreo, aún no se alcanzaba la estabilidad en la curva, y doblando el esfuerzo de muestreo se estimó que se podrían encontrar unas 10 especies más. Esto se evidenció regresando a los sitios de monitoreo en fechas posteriores al término del periodo de muestreo, en donde se encontraron varias especies de serpientes y lagartijas que no se tenían registradas (*Amphisbaena spurelli*, *Anolis maia*, *Sphaerodactylus lineolatus*, *Chironius exoletus*, *Enuliophis sclateri*, *Erythrolamprus epinephallus*, *Phrynonax poecilonotus*, *Siphlopis cervinus*, *Porthidium lansbergi*) (ver cuadro anexo #3).

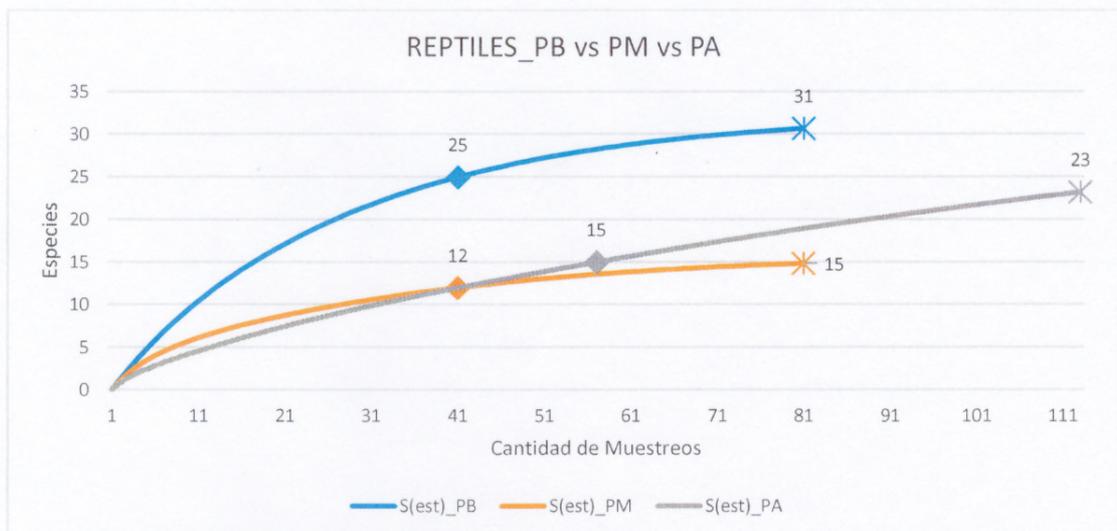


Figura 12 Curvas de acumulación de especies de reptiles individuales por pisos muestreados. Piso bajo (PB), Piso Medio (PM), Piso Alto (PA).

Individualmente para cada piso, las curvas de acumulación muestran un aumento significativo estimado en el número de especies a encontrar en caso de doblar esfuerzos de muestreos, a excepción del piso medio, en donde la curva se muestra bastante estable. Los pisos bajo (+6) y alto (+8) son los que estiman una mayor cantidad de especies a encontrar de continuar los monitoreos (Figura 12)

Los datos térmicos obtenidos de los sensores, muestran muy poca variación en los promedios de temperatura mensual durante el periodo de muestreo de 2018 (figura anexa #6). Sin embargo, los datos térmicos por piso durante la época lluviosa muestran que la zona de campamento en el bosque nuboso es la que presenta las temperaturas más bajas (Figura anexo #7).

En la gráfica comparativa de temperatura entre transecto de bosque versus quebrada (Figura anexo #8), podemos observar que la temperatura en quebrada a lo largo de los meses finales de la temporada lluviosa e inicios de la seca, se

mantuvieron relativamente estables y con poca variación, contrario a la temperatura registrada en bosque, que iba gradualmente en aumento.

Fue encontrada una especie amenazada de reptil, en este caso una serpiente: *Sibon lamari** catalogada como Amenazada (EN) por la UICN. El resto de las especies se agruparon en las categorías de Preocupación menor (LC) (43= 66%); No evaluada (NE) (16= 25%); y Datos deficientes (DD) (5= 8%).

SIMILITUD

Los coeficientes calculados de Similitud de Jaccard nos muestran que la composición de especies para los anfibios es más similar entre los pisos medio y alto (figura 15), esto en parte quizás debido a la similitud entre el tipo de bosque, las temperaturas promedio y el estrecho rango altitudinal entre ambos pisos.

En el caso de los reptiles, la composición es más similar entre los pisos medio y bajo (figura 16). Para poder adaptarse a altas elevaciones, los reptiles deben desarrollar modificaciones fisiológicas o de comportamiento para poder regular su temperatura en ambientes de bajas temperaturas, es por ello que, en el piso alto, las especies de reptiles encontradas fueron menos y las más representativas fueron *Ptychoglossus festae* y *Thecadactylus rapicauda*.

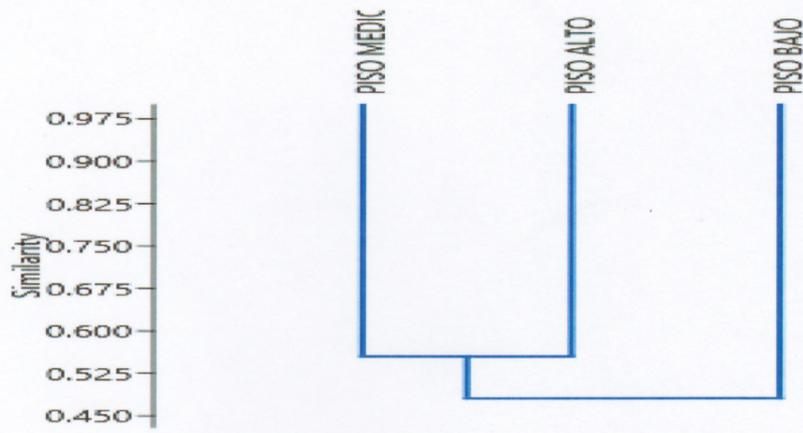


Figura 13 Coeficiente de Similitud de Jaccard para especies de anfibios por pisos muestreados.

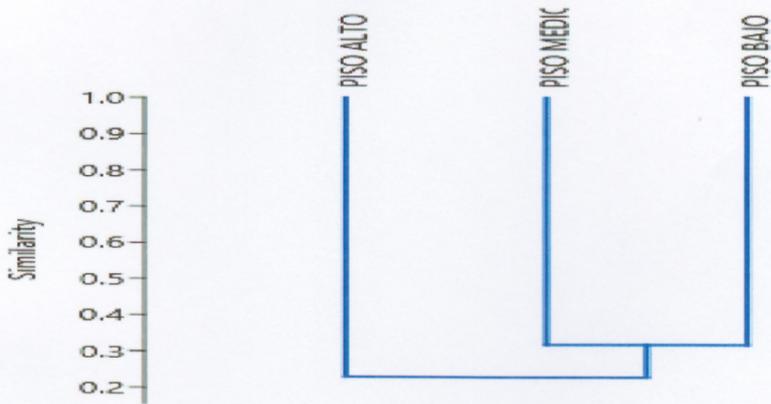


Figura 14 Coeficiente de Similitud de Jaccard para las especies de reptiles encontrados en los tres pisos altitudinales muestreados.

DISCUSIÓN

El presente estudio junto con anteriores trabajos realizados (Medina et al., 2019; Batista et al., 2020) contribuyen al conocimiento de la herpetofauna presente en la Reserva Natural Privada Cerro Chucantí y constituye un listado actualizado de las especies reportadas.

En cuanto a distribución altitudinal, está ampliamente aceptado el patrón de disminución de la riqueza con el aumento de la elevación en un gradiente de altura (Lomolino, 2001; McCain & Grytnes, 2010). Estudios con modelos altitudinales de riqueza de especies en la herpetofauna de Costa Rica, concluyeron que existe una correlación positiva entre la abundancia y el aumento de la elevación, y también una disminución de la riqueza de especies y la homogeneidad con dicho incremento de la altitud (Fauth, Crother, and Slowinski., 1989), corroborando así las hipótesis de patrones de distribución altitudinal planteadas anteriormente. Se ha identificado que estos patrones de riqueza se comportan de maneras diferentes entre los distintos grupos de vertebrados (Rahbek., 1995; McCain., 2009) siendo estos: 1) Disminución monótona de la riqueza con el aumento de la altura (disminución gradual), 2) La riqueza es máxima y constante en bajas elevaciones con disminución monótona al aumentar la altitud (mayor riqueza en bajas altitudes), 3) Riqueza alta en elevaciones bajas que alcanza su máximo a elevación intermedia y disminuye de manera monótona al aumentar aún más la elevación (mayor riqueza en bajas altitudes con incremento en elevaciones intermedias) y 4) Riqueza máxima a mitad de gradiente con disminución hacia las partes bajas y altas (mayor riqueza en altitudes intermedias). La frecuencia con que se presenta cada patrón varía de acuerdo al taxón estudiado, métodos usados y otros factores como la

extensión del área de estudio, factores climáticos, productividad, historia evolutiva, biogeografía, factores bióticos y abióticos (Herzog, Kessler, & Bach, 2005; Jaime-Escalante et al., 2016; McCain, 2009, 2010; McCain & Grytnes, 2010; Rahbek, 1995), no obstante, la información acerca de la relación entre la riqueza animal y las variables climáticas en un gradiente altitudinal sigue siendo escasa.

ANFIBIOS

Los estadísticos para anfibios no mostraron diferencias significativas en cuanto a riqueza de especies por piso ($Chi^2, p = 0.75, gl = 5$), pero sí en cuanto a la abundancia de individuos ($Chi^2, p = 3.87 \times 10^{-28}, gl = 5$). Esta diferencia es reflejo de una alta abundancia de individuos del género *Silverstoneia* en el piso bajo, y del género *Pristimantis* en el piso alto, las cuales fueron muy dominantes respecto al resto de especies encontradas. Estas abundancias relativas presentaron cambios por estación, lo que nos sugiere una “estacionalidad” (Figura anexo #8). Las abundancias altas de una sola especie o grupo de especies en los pisos alto y bajo disminuyeron el valor del índice de Shannon, dicho de otra forma, disminuyeron la diversidad de los sitios al existir una o más especies ampliamente dominantes. Algunas de estas especies, como *Pristimantis cruentus* mostraron una escasa abundancia en el piso bajo, pero fue en aumento al subir nuestro gradiente altitudinal, dándose su mayor abundancia en el bosque nuboso. Algo parecido ocurrió también con *Pristimantis caryophyllaceus*. Al contrario, especies como *Allobates talamancae* y *Silverstoneia flotator* disminuyeron su presencia con el aumento en la elevación. Es señalado que los anfibios (y reptiles) son muy susceptibles a las elevadas temperaturas durante la estación seca, lo cual conduce a una reducción de su

actividad e influye en los patrones de riqueza, abundancia y distribución observados (Huey et al., 2009). Algunos estudios preliminares en anfibios muestran que estos pueden presentar los cuatro patrones de riqueza anteriormente mencionados de forma más o menos equitativa, a excepción de las salamandras cuya diversidad es mayor a grandes alturas (McCain, 2010; McCain & Grytnes, 2010).

Comparando los estudios anteriores realizados en el área del Darién, vemos que la tendencia es claramente de mayor riqueza a bajas elevaciones con una disminución gradual a medida que aumenta la altitud para los anfibios. Abel Batista condujo un estudio en años anteriores, que es el que más concuerda con nuestros resultados (Batista et al. 2020) con la diferencia en que este fue realizado dividiendo el área de estudio según el tipo de bosque. Sin embargo, ambos coincidimos en que la mayor riqueza de especies se encuentra a bajas elevaciones con igual número de especies registradas. Por su parte, el equipo del instituto Smithsonian (Medina et al., 2019) utilizó un gradiente altitudinal más amplio, abarcando desde el área de Tortí entre los 120-150m de elevación hasta los 1300m cerca de la cima del cerro Chucantí (Cuadro 8).

Cuadro 8 Comparación de la riqueza de especies de anfibios entre los estudios realizados en el área de Darién y el presente estudio. Nótese que la tendencia a la disminución con el aumento de la altitud permanece.

| Riqueza | (Sosa-Bartuano et al., 2017) Pirre | (Medina et al., 2019) Majé | (Batista et al., 2020) * Chucantí | Este estudio |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------|
| Estrato Bajo | 19 | 22 | 27 | 27 |
| Estrato Medio | 15 | 19 | | 19 |
| Estrato Alto | 11 | 12 | 20 | 23 |

Para anfibios, la distribución altitudinal de las especies en los transectos muestreados, muestra una tendencia a un patrón que disminuye el número de estas al aumentar la elevación (Figura 3). Sin embargo, la distribución altitudinal de los individuos por transecto versus elevación, muestra un patrón opuesto (Figura 4). Hay algunos cambios estacionales en cuanto a la abundancia en los pisos muestreados. Algunas de estas variaciones estacionales, particularmente en ranas de hojarasca, podrían deberse a los cambios en la abundancia de sus presas habituales, pero que mayormente se deben a cambios en los regímenes de lluvia, condiciones ambientales, estructura y heterogeneidad de la comunidad de anfibios, entre otros (Toft ,1980).

En el neotrópico y muy especialmente en Sur América, los anfibios anuros son particularmente diversos en ambientes montaños tropicales y su radiación ecológica se ha dado a lo largo de los diversos gradientes altitudinales a pesar de los constantes cambios en las temperaturas (Navas, 2002). Algunas especies del género *Pristimantis* son especialmente abundantes en estos ambientes ya que han desarrollado comportamientos reproductivos especializados que les han permitido colonizar hábitats que otras especies de anuros no pueden (Teran-Valdez & Guayasamin, 2010). Los anfibios a menudo se concentran en los bosques nubosos montaños y estos están sujetos a fragmentación y aislamiento, especialmente en regiones tectónicamente activas como Mesoamérica. Conforme surgen nuevos volcanes y se vegetan, se forman nuevos bosques nubosos, que ofrecen oportunidades para la formación de especies in situ porque la invasión de tales hábitats por otras especies del bosque nuboso es poco probable a menos que exista un corredor (Vences & Wake, 2007). Prueba de esto, en el piso alto fue particularmente abundante *Pristimantis caryophyllaceus*,

y en general las especies del grupo de las Terraranas, que se caracterizan por ser de desarrollo directo y por su poca dependencia de cuerpos de agua para su reproducción, lo cual las hace el grupo más dominante en el bosque nuboso, donde los cuerpos de agua corriente son escasos. Esto explica la tendencia vista (figura 2), la cual nos muestra un aumento en la cantidad de individuos al aumentar la altitud de los muestreos. La alta diversidad del género *Pristimantis* en relación con géneros estrechamente relacionados (como *Oreobates*, *Phrynopus*) no se comprende bien, pero varios factores, incluidas altas tasas de mutación, acceso a nuevos nichos a través de su modo reproductivo (es decir, desarrollo directo), rasgos fenotípicos, el efecto de las pendientes de las montañas y la susceptibilidad a las barreras que no afectan a otros anfibios (por ejemplo: ríos (Vences & Wake, 2007)), podrían estar involucrados (Gonzalez-Voyer et al., 2011).

En el cuanto a los Dendrobatidos, que tuvieron una mayor abundancia en el piso bajo, en el área centroamericana la mayoría de las especies dentro de este grupo se encuentran distribuidas en bosques de tierras bajas a subtropicales (Savage, 1968) lo cual se evidencia muy bien en los resultados obtenidos para el piso bajo en donde *Silverstoneia*, *Colostethus*, *Allobates* y *Dendrobates* tuvieron mayor presencia que el resto de especies de otros grupos como Hylidae o Craugastoridae.

Es importante entender que los patrones de riqueza de especies varían a través del espacio, tiempo y los clados. Otros factores involucrados son el hecho de que unas regiones son más diversas que otras (Hillebrand, 2004), y que algunos grupos taxonómicos son muy diversos mientras que otros poseen muy pocos representantes (Wiens, 2011). Los factores ambientales también juegan un

papel determinante en el modo en que se distribuye la riqueza de especies en un determinado lugar, limitando los rangos de distribución de especies sensibles a estos factores como lo son anfibios y reptiles con la temperatura y humedad (Berven & Grudzien, 1990; Bonin et al., 2005; Lüddecke & Sánchez, 2002; McCain, 2010; McCain & Grytnes, 2010; Navas, 2002, 2006). Esto tiene gran importancia en los trópicos, los cuales en general son más uniformes en temperatura o patrones de lluvia, y se espera que, para un hábitat o sitio dado, estos gradientes actúen previniendo la dispersión (Janzen, 1967) y propiciando el endemismo. Se sabe desde hace mucho que la mayoría de las especies están confinadas a zonas bastante específicas dentro de un gradiente de elevación (Humboldt & Bonpland, 1807). Este confinamiento a determinadas zonas elevadas crea aislamiento. El aislamiento geográfico es determinante en la especiación, reduciendo el flujo de genes, y este aumenta con el incremento de la altitud (Hughes & Eastwood, 2006; Hutter, Guayasamin, & Wiens, 2013; Steinbauer et al., 2016). La importancia del aislamiento geográfico para la especiación es consistente con el aumento del endemismo al aumentar la altitud, es por ello que estos ecosistemas de alturas elevadas albergan proporciones altas de especies únicas en áreas relativamente pequeñas, y muchas de estas zonas son ideales para la conservación de la naturaleza porque no se adaptan bien a otros usos de la tierra. (Steinbauer et al., 2016).

Los patrones de distribución de anfibios encontrados dentro de la reserva, concuerdan con el patrón general de distribución de este grupo en Sur América, mencionados en estudios anteriores (Hedges, Duellman, and Heinicke., 2008, Lynch and Duellman., 1997), encontrándose patrones de distribución y abundancia muy similares en estudios realizados en el área de Darién (Batista

et al., 2020; Medina et al., 2019; Sosa-Bartuano et al., 2017; Samudio et al., 2015).

REPTILES

Los reptiles, no presentaron diferencias significativas entre los pisos altitudinales para las especies ($Chi^2, p = 0.94 \text{ gl.:5}$) y sus abundancias relativas ($Chi^2, p = 0.09 \text{ gl.:5}$). También presentan los cuatro patrones de riqueza, pero con tendencia al patrón decreciente y en gradientes húmedos están más ligados al factor térmico que en lugares con poca precipitación (McCain, 2010; McCain & Grytnes, 2010). Dentro de la reserva, muestran un patrón similar, de mayor riqueza en las zonas bajas con una disminución gradual al aumentar la elevación. A falta de estudios recientes en gradientes altitudinales para reptiles, realizados en el país, solo hicimos la comparación con el anterior estudio realizado en el mismo sitio recientemente (Batista et al., 2020). (Cuadro 9).

Cuadro 9 Comparación de la riqueza de especies de reptiles entre el estudio conducido de 2012 a 2016 (Batista et al., 2020), y el presente estudio (2018).

| Riqueza | (Batista et al., 2020) | Este estudio |
|---------------|------------------------|--------------|
| Estrato Bajo | 16 | 25 |
| Estrato Medio | | 12 |
| Estrato Alto | 11 | 15 |

La mayor abundancia de reptiles se registró en el piso alto. Haciendo un contraste con los anfibios, en temporada lluviosa la mayor abundancia de estos se registró en el piso alto y los reptiles abundaron más en el piso bajo. El consenso general es que la abundancia de herpetofauna de hojarasca tropical aumenta con la elevación, mientras que la riqueza de especies y la equidad disminuyen (Duellman & Trueb, 1994; Scott, 1976). Este patrón podría deberse a una mayor productividad forestal general en elevaciones intermedias, junto con mayores densidades de las especies más comunes en elevaciones más altas (Scott, 1976).

Tanto anfibios como reptiles son susceptibles a las altas temperaturas que se registran durante la temporada seca las cuales contribuyen a una disminución de su actividad e influyen en los patrones de riqueza, abundancia y distribución (Huey et al., 2009). Además, para los anfibios, las bajas precipitaciones y la escasez de cuerpos de agua también influyen sobre su actividad reproductiva, abundancia, y diversidad (Heyer et al., 2014). En el caso particular de los reptiles, por otro lado, una hipótesis muy importante en herpetofauna es que, a mayores altitudes, la diversidad de estos es menor a la de anfibios, debido a las altas demandas termales y energéticas requeridas por los reptiles en altitudes extremas, lo cual está relacionado con factores evolutivos y ecofisiológicos (Navas, 2002), quizás por esto, la diversidad de reptiles en el piso alto de la montaña fue la más baja, a pesar de que fue el mayor en cuanto abundancia y el segundo con más riqueza de especies después del piso bajo.

Un importante punto a tratar es en donde apreciamos que la temperatura ambiental en la quebrada se mantenía relativamente estable en comparación con el bosque, en donde este valor iba en aumento gradual (ver Figura anexo #9). Sin embargo, observamos una tendencia al incremento en la temperatura ambiente de la quebrada desde el mes de enero a febrero, lo cual resulta inquietante dado que la temperatura en ríos y riachuelos es un importante atributo de la calidad del agua y control de la salud de los ecosistemas de agua dulce (Morrill, Bales, & Conklin, 2005). Por lo tanto, los incrementos en la temperatura del agua o de ambientes de ríos y quebradas puede afectar severamente estos ecosistemas, con especial severidad a los anfibios cuyo ciclo de vida depende del mantenimiento de estos sitios (Flecker, Feifarek, & Taylor, 1999; Kupferberg, 1997). De continuar este patrón de aumento en la temperatura

ambiente especialmente en hábitats asociados a cuerpos de agua, podría darse una disminución aún más acelerada de las poblaciones de anfibios asociados a estas fuentes (Corn, 2005). Las especies endémicas de gran altitud también pueden verse afectadas negativamente por los cambios drásticos en la temperatura ambiental y el creciente cambio climático (Elsen & Tingley, 2015). La evidencia encontrada hasta la fecha sugiere que la disminución de anfibios tendrá efectos a gran escala y duraderos a nivel del ecosistema, incluidos cambios en la estructura de la comunidad de algas y la producción primaria, dinámica de la materia orgánica alterada, cambios en otros consumidores como insectos acuáticos y depredadores ribereños, y reducción de las transferencias de energía entre arroyos y hábitats de río (Beard et al., 2003; Beard, Vogt, & Kulmatiski, 2002). Además, debido a las diferencias funcionales y de hábitat entre las larvas y los adultos en la mayoría de los anfibios, la pérdida de una sola especie es similar a la pérdida de dos especies (Whiles et al., 2006).

Al término del periodo de muestreo, se encontraron muchos más individuos de la clase Amphibia que de la clase Reptilia, dado que en términos generales es mucho más fácil encontrar ranas que algunos reptiles como las serpientes o lagartijas (Myers, 2003; Sasa, Wasko, & Lamar, 2009; Savage, 2002) debido a que la capacidad de dispersión de anfibios es limitada y tienen una alta fidelidad al sitio y sus hábitats, y un hábitat de reproducción espacialmente disyunto (Smith M. & M. Green, 2005) mientras que los reptiles, por los cambios en su actividad diurna y uso de microhábitats que dependen de la temperatura ambiente (Kolanek & Stanisław, 2021) son de detectabilidad más variable.

NUEVOS REPORTES Y ESPECIES RARAS

Durante los monitoreos en el piso alto se encontró una especie potencialmente nueva de serpiente del género *Atractus*, que son serpientes raras y de las cuales no hay muchos especímenes descritos (Myers, 2003). También encontramos una población de Rana Marsupial de Nicéforo (*Gastrotheca nicefori*), de la cual no se tienen muchos registros en el país. Dentro del grupo de las salamandras, fueron colectados individuos del género *Bolitoglossa* y *Oedipina*, esta última es muy probablemente una nueva especie. Es importante señalar también que se obtuvo información Bioacústica de la especie *Pristimantis moro* de la cual no se tenía registro previo. Se hicieron colectas de ranas del género *Pristimantis* (*Pristimantis aff cruentus*, *Pristimantis aff latidiscus* y *Pristimantis aff ridens*) y algunas ranas del género *Silverstoneia* para análisis taxonómicos y moleculares posteriores para esclarecer algunas identidades específicas que permanecían inciertas hasta la fecha. Además de todos estos importantes registros, se reportaron nuevos rangos altitudinales para dos especies de serpientes en el área Mesoamericana y un anfibio.

Producto de todo este trabajo, se colaboró para realizar la descripción de dos especies nuevas de anfibios, una Cecilia (Batista et al. Artículo sometido a revista) y una rana del género *Pristimantis* (Mebert et al. Artículo sometido a revista), aportando especímenes tipo y participando en la redacción de las publicaciones que están siendo sometidas a revisión en las respectivas revistas científicas y están prontas a ser publicadas.

Aún quedan por confirmar una posible especie nueva del género *Pristimantis* y dos especies dentro del género *Silverstoneia*. Algunas de estas especies se muestran en los anexos (figura anexa #5).

CONCLUSIONES

Se registraron un total de 72 especies, 36 anfibios y 36 reptiles durante este estudio, de los cuales los anfibios fueron el grupo más numeroso. Junto con los estudios anteriormente realizados podemos decir que el cerro Chucantí alberga aproximadamente un 20% de la herpetofauna reportada para Panamá (111 especies de 545 reportadas en total hasta el momento).

Tras esto podemos deducir que el patrón de distribución altitudinal de la herpetofauna en Cerro Chucantí sigue los modelos planteados en la literatura, que describen una disminución en cuanto a diversidad a medida que aumenta la elevación. Observamos también el aumento de la abundancia de individuos del Género *Pristimantis* en las zonas altas, patrón también descrito y bien documentado en la literatura de sur América para este grupo de anfibios, y vimos cómo a su vez otras especies, como por ejemplo el grupo de las ranas dardo (*Dendrobatidae*), disminuyen su presencia en altas elevaciones. Los mecanismos descritos en la literatura que podrían explicar el confinamiento de algunas especies o grupos de especies en áreas específicas dentro de un gradiente altitudinal son que el movimiento ascendente esté restringido principalmente por la tolerancia fisiológica y el movimiento descendente principalmente por la competencia. Para los reptiles, tanto en número de especies como de individuos, observamos la tendencia a disminuir gradualmente con el aumento de la elevación.

Comparando la diversidad, riqueza y abundancia entre los pisos muestreados tenemos que, para anfibios el piso más diverso fue el Piso Medio según el estimador de Shannon, el que más riqueza de especies presentó fue el Piso Bajo y el piso con más abundancia de individuos fue el Piso Alto. Para los Reptiles, el

piso más diverso según el estimado de Shannon y con mayor riqueza de especies fue el Piso Bajo, y el Piso Alto mostró la mayor abundancia de individuos con la mínima diferencia sobre el piso bajo. También pudimos constatar que en el piso alto se encuentran la mayoría de las especies endémicas del sitio y estas especies están en peligro de extinción ya que su área de ocupación es un perímetro de alrededor de tres kilómetros cuadrados en un rango altitudinal desde los 1300m hasta los 1439m y estos hábitats en especial son los más vulnerables a los cambios de temperatura por el cambio climático y calentamiento global creciente.

El estado de conservación según las categorías de la UICN para las especies presentes dentro de la reserva es, para anfibios 76% LC, 18% NE, 4% DD y 2% NT. En cuanto a los reptiles un 67% de las especies está en la categoría LC, 25% en NE, 8% DD.

Fueron encontradas muchas especies de interés durante el desarrollo de los monitoreos, tales como *Bolitoglossa chucantiensis*, *Bolitoglossa aff biseriata*, *Gastrotheca nicefori*, *Pristimantis moro*, *Ptychoglossus aff festae*, *Strabomantis bufoniformis*, además de una especie de serpiente candidata a especie nueva para la ciencia. Se colectaron especímenes tipo para la descripción de nuevas especies en las que actualmente se trabaja.

Este estudio brinda una lista actualizada de la rica herpetofauna del Cerro Chucantí, aumentando el número de especies reportadas en estudios anteriores. Aun así, son necesarios más monitoreos en otras áreas dentro de la reserva y explorar el dosel del bosque para tener una base de datos más sólida y completa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allender, M. C., Raudabaugh, D. B., Gleason, F. H., & Miller, A. N. (2015). The natural history, ecology, and epidemiology of *Ophidiomyces ophiodiicola* and its potential impact on free-ranging snake populations. *Fungal Ecology*, 17, 187-196.
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., & La Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*: Conservación Internacional.
- Batista, A., Köhler, G., Mebert, K., Hertz, A., & Veselý, M. (2016). An integrative approach to reveal speciation and species richness in the genus *Diasporus* (Amphibia: Anura: Eleutherodactylidae) in eastern Panama. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 178(2), 267-311.
- Batista, A., Köhler, G., Mebert, K., & Vesely, M. (2014). A new species of *Bolitoglossa* (Amphibia: Plethodontidae) from eastern Panama, with comments on other species of the *adpersa* species group from eastern Panama. *Mesoamerican Herpetology*, 1, 97-121.
- Batista, A., Mebert, K., Lotzkat, S., & Wilson, L. D. (2016). A new species of centipede snake of the genus *Tantilla* (Squamata: Colubridae) from an isolated premontane forest in eastern Panama. *Mesoamerican Herpetology*, 3, 949-960.
- Batista, A., Mebert, K., Miranda, M., Garcés, O., Fuentes, R., & Ponce, M. (2020). Endemism on a threatened sky island; new and rare Species of herpetofauna from Mount Chucantí, eastern Panama. *Amphibian & Reptile Conservation*, 14(2), 27-46.
- Beard, K. H., Vogt, K. A., & Kulmatiski, A. (2002). Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia*, 133(4), 583-593. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1071-9>. doi:10.1007/s00442-002-1071-9
- Beard, K. H., Eschtruth, A. K., Vogt, K. A., Vogt, D. J., & Scatena, F. N. (2003). The Effects of the Frog *Eleutherodactylus coqui* on Invertebrates and Ecosystem Processes at Two Scales in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*, 19(6), 607-617. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/4091835>.

- Benito, B., Lorite, J., & Peñas, J. (2011). Simulating potential effects of climatic warming on altitudinal patterns of key species in Mediterranean-alpine ecosystems. *Climatic Change*, 108(3), 471-483.
- Berven, K. A., & Grudzien, T. A. (1990). Dispersal in the wood frog (*Rana sylvatica*): implications for genetic population structure. *Evolution*, 44(8), 2047-2056. doi:doi:10.2307/2409614
- Bonin, A., Taberlet, P., Miaud, C., & Pompanon, F. (2005). Explorative genome scan to detect candidate loci for adaptation along a gradient of altitude in the common frog (*Rana temporaria*). *Molecular Biology Evolution*, 23(4), 773-783. doi:doi:10.1093/molbev/msj087
- Castro-Herrera, F., & Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2).
- Coates, A., & Obando, J. (1996). The geologic evolution of the Central American isthmus. Á In: Jackson, JBC et al.(eds), *Evolution and environment in tropical America*. In: Univ. of Chicago Press, pp. 21-56.
- Coloma, L. A. (1991). *Anfibios del Ecuador*. FLACSO.
- Collins, J. P., & Storer, A. (2003). Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and distributions*, 9(2), 89-98.
- Colwell, R. K. (2006). ESTIMATES, Version 8.0: statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide). Freeware for Windows and Mac OS. In.
- Corn, P. S. (2005). Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity Conservation*, 28(1), 59-67.
- Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2003). Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity and distributions*, 9(2), 141-150.
- Duellman, W. E. (1988). Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79-104.
- Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*: JHU press.

- Elsen, P. R., & Tingley, M. W. (2015). Global mountain topography and the fate of montane species under climate change. *Nature Climate Change*, 5(8), 772-776. doi:10.1038/nclimate2656
- Engler, R., Randin, C. F., Thuiller, W., Dullinger, S., Zimmermann, N. E., Araújo, M. B., Albert, C. H. (2011). 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. *Global Change Biology*, 17(7), 2330-2341.
- Fauth, J. E., Crother, B. I., & Slowinski, J. B. (1989). Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rican leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 21(2), 178-185. doi:https://doi.org/10.2307/2388708
- Flecker, A. S., Feifarek, B. P., & Taylor, B. W. (1999). Ecosystem Engineering by a Tropical Tadpole: Density-Dependent Effects on Habitat Structure and Larval Growth Rates. *Copeia*, 1999(2), 495-500. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1447498>. doi:10.2307/1447498
- Fleming, T. H. (1986). The structure of Neotropical bat communities: a preliminary analysis. *Revista Chilena de Historia Natural*, 59, 135-150.
- Flores, R., Black, C., & Ibáñez, A. (2017). A new species of *Heliconia* (Heliconiaceae) with pendent inflorescence, from Chucantí Private Nature Reserve, eastern Panama. *PhytoKeys*(77), 21.
- Frost, D. R. (2017). Amphibian species of the world: an online reference. Version 6.0. Electronic database. New York: American Museum of Natural History. In.
- Gonzalez-Voyer, A., Padial, J. M., Castroviejo-Fisher, S., De la Riva, I., & Vilà, C. (2011). Correlates of species richness in the largest Neotropical amphibian radiation. *Journal of Evolutionary Biology*, 24(5), 931-942.
- Graham, G. L. (1983). Changes in bat species diversity along an elevational gradient up the Peruvian Andes. *Journal of mammalogy*, 64(4), 559-571.
- Grinnell, J. (1924). Geography and evolution. *Ecology*, 5(3), 225-229.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. URL <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf>, consulta, 20, 515-516.

- Haslett, J. R. (1997). Mountain ecology: organism responses to environmental change, an introduction. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 6(1), 3-6.
- Hedges, S. B., Duellman, W. E., & Heinicke, M. P. (2008). New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa*, 1737(1), 1-182.
- Herzog, S. K., Kessler, M., & Bach, K. (2005). The elevational gradient in Andean bird species richness at the local scale: a foothill peak and a high-elevation plateau. *Ecography*, 28(2), 209-222.
- Heyer, R., Donnelly, M. A., Foster, M., & McDiarmid, R. (2014). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*: Smithsonian Institution.
- Hillebrand, H. (2004). On the generality of the latitudinal diversity gradient. *The American Naturalist*, 163(2), 192-211. doi:<https://doi.org/10.1086/381004>
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. *Life zone ecology*.(rev. ed.).
- Huey, R. B., Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Vitt, L. J., Hertz, P. E., Álvarez Pérez, H. J., & Garland Jr, T. (2009). Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1664), 1939-1948.
- Hughes, C., & Eastwood, R. (2006). Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(27), 10334. doi:10.1073/pnas.0601928103
- Humboldt, A. v., & Bonpland, A. (1807). *Le voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent, fait en 1799–1804*. In: Paris.
- Humphrey, S., & Bonaccorso, F. (1979). Population and community ecology. Biology of the bats of the new world family Phyllostomidae. Part III. Special Publications of the Texas Tech University(16), 409-441.
- Hutter, C. R., Guayasamin, J. M., & Wiens, J. J. (2013). Explaining Andean megadiversity: the evolutionary and ecological causes of glassfrog elevational richness patterns. *Ecology Letters*, 16(9), 1135-1144. doi:<https://doi.org/10.1111/ele.12148>

- Ibáñez, R. D., Solís, F. A., Jaramillo, C. A., & Rand, S. A. (2001). An overview of the herpetology of Panama. J. D Johnson R. G Webb & O. A Flores-Villela eds., Mesoamerican herpetology: systematics, zoogeography, and conservation. Centennial Museum, Special Publication, 1, 159-170.
- IUCN. (2019). International Union for Conservation of Nature. *The IUCN List for Threatened Species*. Version 2. Retrieved from www.iucnredlist.org
- Jaime-Escalante, N. G., Figueroa-Esquivel, E. M., Villaseñor-Gómez, J. F., Jacobo-Sapien, E. A., & Puebla-Olivares, F. (2016). Distribución altitudinal de la riqueza y composición de "ensamblajes" de aves en una zona montañosa al sur de Nayarit, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1537-1551. doi:10.15517/rbt.v64i4.20255
- Janzen, D. H. (1967). Why mountain passes are higher in the tropics. *The American Naturalist*, 101(919), 233-249.
- Jaramillo, C., Wilson, L., Ibáñez, R., & Jaramillo, F. (2010). The herpetofauna of Panama: distribution and conservation status. *Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles*, 604-673.
- Kiesecker, J. M., Blaustein, A. R., & Belden, L. K. (2001). Complex causes of amphibian population declines. *Nature*, 410(6829), 681.
- Köhler, G. (2010). A revision of the Central American species related to *Anolis pentaprion* with the resurrection of *A. beckeri* and the description of a new species (Squamata: Polychrotidae). *Zootaxa*, 2354(1), 1-18.
- Köhler, G., Lotzkat, S., & Hertz, A. (2010). A new species of *Sibon* (Squamata: Colubridae) from western Panama. *Herpetologica*, 66(1), 80-85.
- Kolanek, A., & Stanisław, B. (2021). Detectability of Elusive Reptiles under Artificial Cover Objects is Species- and Year-Specific. *Polish Journal of Ecology*, 68(4), 342-347. doi:10.3161/15052249PJE2020.68.4.007
- Koopman, K. F. (1978). Zoogeography of Peruvian Bats: With Special Emphasis on the Role of the Andes: American Museum of Natural History.

- Kupferberg, S. (1997). Facilitation of periphyton production by tadpole grazing: functional differences between species. *Freshwater Biology*, 37(2), 427-439. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00170.x>
- Lenoir, J., Gégout, J.-C., Marquet, P., De Ruffray, P., & Brisse, H. (2008). A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *science*, 320(5884), 1768-1771.
- Lips, K. R., Reaser, J. K., & Young, B. (1999). El monitoreo de anfibios en América Latina. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Herpetological Circular*, 30(11), 1-115.
- Lomolino, M. V. (2001). Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and biogeography*, 10(1), 3-13.
- Lüddecke, H., & Sánchez, O. R. (2002). Are Tropical Highland Frog Calls Cold-adapted? The Case of the Andean Frog *Hyla labialis*1. *Biotropica*, 34(2), 281-288. doi:[doi:10.1111/j.1744-7429.2002.tb00539.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00539.x)
- Lynch, J. D., & Duellman, W. E. (1997). Frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) in western Ecuador: systematic, ecology, and biogeography: Natural History Museum, University of Kansas.
- Martínez, J. (1997). Pautas de distribución de la biodiversidad en zonas de montaña. *Desarrollo Sostenible de Montaña: Manejo de Áreas Frágiles en los Andes* (M Liberman y C Baied eds.). UNU (Universidad de Naciones Unidas)-PL-480, 357-364.
- McCain, C. M. (2009). Global analysis of bird elevational diversity. *Global Ecology Biogeography*, 18(3), 346-360. doi:[10.1111/j.1466-8238.2008.00443.x](https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2008.00443.x)
- McCain, C. M. (2010). Global analysis of reptile elevational diversity. *Global Ecology and biogeography*, 19(4), 541-553. doi:[10.1111/j.1466-8238.2010.00528.x](https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00528.x)
- McCain, C. M., & Grytnes, J. A. (2010). Elevational gradients in species richness. *Enciclopedia of Life Sciences*. doi:[10.1002/9780470015902.a0022548](https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022548)
- Medina, D., Ibáñez, R., Lips, K. R., & Crawford, A. J. (2019). Amphibian diversity in Serranía de Majé, an isolated mountain range in eastern Panamá. *ZooKeys*, 859, 117. doi:[10.3897/zookeys.859.32869](https://doi.org/10.3897/zookeys.859.32869)

- Mijango-Ramos, Z., de Stapf, M. S., Vergara, C., & Mendieta, J. (2020). DIVERSIDAD DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS EN LA RESERVA PRIVADA CERRO CHUCANTÍ EN DARIÉN, PANAMÁ. *Tecnociencia*, 22(1), 17-36.
- Morrill, J. C., Bales, R. C., & Conklin, M. H. (2005). Estimating Stream Temperature from Air Temperature: Implications for Future Water Quality. *Journal of Environmental Engineering*, 131(1), 139-146. doi:10.1061/(asce)0733-9372(2005)131:1(139)
- Myers, C. W. (2003). Rare snakes—five new species from eastern Panama: reviews of northern *Atractus* and southern *Geophis* (Colubridae: Dipsadinae). *American Museum Novitates*, 2003(3391), 1-47. doi:https://doi.org/10.1206/0003-0082(2003)391<0001:RSFNSF>2.0.CO;2
- Navas, C. A. (2002). Herpetological diversity along Andean elevational gradients: links with physiological ecology and evolutionary physiology. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133(3), 469-485.
- Navas, C. A. (2006). Patterns of distribution of anurans in high Andean tropical elevations: insights from integrating biogeography and evolutionary physiology. *Integrative and comparative Biology*, 46(1), 82-91.
- Orea-Gadea, J. (2010). Efecto de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos. (Tesis de maestría), Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Morelos, México.
- Pianka, E. R. (1966). Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *The American Naturalist*, 100(910), 33-46.
- Poe, S., Latella, I. M., Ryan, M. J., & Schaad, E. W. (2009). A new species of *Anolis* lizard (Squamata, Iguania) from Panama. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 8(2), 81-87.
- R Development Core Team. (2020). R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 1.4.1103). Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.rstudio.com/>

- Rahbek, C. (1995). The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18(2), 200-205. doi:10.1111/j.1600-0587.1995.tb00341.x
- Samudio, R. J., Sosa-Bartuano, Á., Samudio, R., Carrión de Samudio, J., & Pino, J. L. (2015). Riqueza y abundancia de los anfibios en los bosques de Cerro Pirre, Parque Nacional Darién. *Tecnociencia*, 17(2), 15.
- Sasa, M., Wasko, D. K., & Lamar, W. W. (2009). Natural history of the terciopelo *Bothrops asper* (Serpentes: Viperidae) in Costa Rica. *Toxicon*, 54(7), 904-922. doi:https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.06.024
- Savage, J. M. (1968). The dendrobatid frogs of Central America. *Copeia*, 745-776. doi:doi:10.2307/1441845
- Savage, J. M. (2002). The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas: University of Chicago press.
- Scott, N. J. (1976). The abundance and diversity of the herpetofaunas of tropical forest litter. *Biotropica*, 41-58.
- Smith M., A., & M: Green, D. (2005). Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: are all amphibian populations metapopulations? *Ecography*, 28(1), 110-128. doi:https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.04042.x
- Sosa-Bartuano, Á., Samudio Jr, R., Samudio, R., & Carrión de Samudio, J. (2017). Reporte preliminar sobre la distribución altitudinal de anfibios en Cerro Pirre, Parque Nacional Darién, Panamá. *Tecnociencia*, 19(2), 87-101.
- Steinbauer, M. J., Field, R., Grytnes, J.-A., Trigas, P., Ah-Peng, C., Atorre, F., . . . Beierkuhnlein, C. (2016). Topography-driven isolation, speciation and a global increase of endemism with elevation. *Global Ecology and biogeography*, 25(9), 1097-1107. Retrieved from https://doi.org/10.1111/geb.12469. doi:https://doi.org/10.1111/geb.12469
- Sundqvist, M. K., Sanders, N. J., & Wardle, D. A. (2013). Community and ecosystem responses to elevational gradients: processes, mechanisms, and insights for global change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 44, 261-280.

- Teran-Valdez, A., & Guayasamin, J. M. (2010). The smallest terrestrial vertebrate of Ecuador: A new frog of the genus *Pristimantis* (Amphibia: Strabomantidae) from the Cordillera del Cóndor. *Zootaxa*, 2447(1), 53-68.
- Terborgh, J. (1971). Distribution on environmental gradients: theory and a preliminary interpretation of distributional patterns in the avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Peru. *Ecology*, 52(1), 23-40.
- Terborgh, J. (1977). Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology*, 58(5), 1007-1019.
- Terborgh, J., & Weske, J. S. (1975). The role of competition in the distribution of Andean birds. *Ecology*, 56(3), 562-576.
- Toft, C. A. (1980). Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey: a comparison of wetter and drier sites. *Oecologia*, 47(1), 34-38. doi:doi:10.1007/bf00541772
- Tuttle, M. D. (1970). Distribution and Zoogeography of Peruvian Bats: With Comments on Natural History: University of Kansas Publications.
- Uetz, P., Freed, P., & Hošek, J. (2020, 17/12/2020). The Reptile Database. Retrieved from <http://www.reptile-database.org>
- Vences, M., & Wake, D. B. (2007). Speciation, species boundaries and phylogeography of amphibians. *Amphibian Biology*, 7, 2613-2671.
- Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2013). Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles: Academic press.
- Whiles, M. R., Lips, K. R., Pringle, C. M., Kilham, S. S., Bixby, R. J., Brenes, R., Peterson, S. (2006). The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(1), 27-34. Retrieved from [https://dx.doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0027:teoapd\]2.0.co;2](https://dx.doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0027:teoapd]2.0.co;2).
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological monographs*, 30(3), 279-338.

Wiens, J. J. (2011). The causes of species richness patterns across space, time, and clades and the role of "ecological limits". *The Quarterly Review of Biology*, 86(2), 75-96. doi:<https://doi.org/10.1086/659883>

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*.

Yu, H. T. (1994). Distribution and abundance of small mammals along a subtropical elevational gradient in central Taiwan. *Journal of Zoology*, 234(4), 577-600.

Zipkin, E. F., DiRenzo, G. V., Ray, J. M., Rossman, S., & Lips, K. R. (2020). Tropical snake diversity collapses after widespread amphibian loss. *science*, 367(6479), 814-816.

ANEXOS

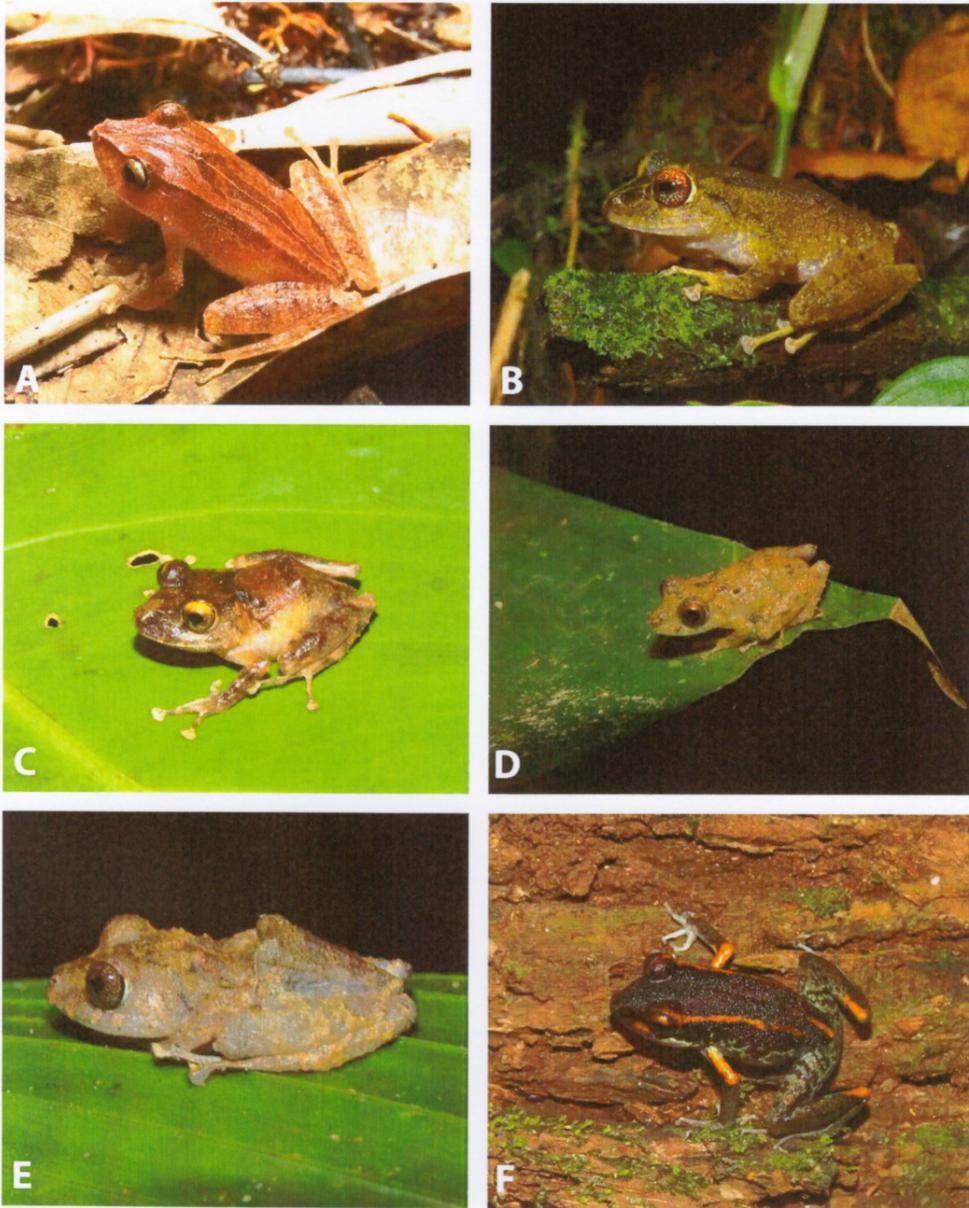


Figura Anexo #1: Algunas de las especies del género *Pristimantis*, el cual fue el más abundante durante el estudio. **A)** *Pristimantis caryophyllaceus* la especie más abundante, **B)** *Pristimantis cruentus* la segunda especie más abundante, **C)** *Pristimantis ceracinus*, **D)** *Pristimantis aff ridens*, **E)** *Pristimantis pardalis* catalogado como Vulnerable por la UICN, **F)** *Pristimantis gagei*.



Figura Anexo #2: Algunas de las especies de serpientes encontradas durante los monitoreos en cerro Chucantí. **A)** *Tantilla supracincta* una rara y poco vista, **B)** *Leptodeira septentrionalis*, **C)** *Micrurus multifasciatus*, **D)** *Micrurus clarki*, **E)** *Botrieichis schlegelii*, **F)** *Bothrops asper*.

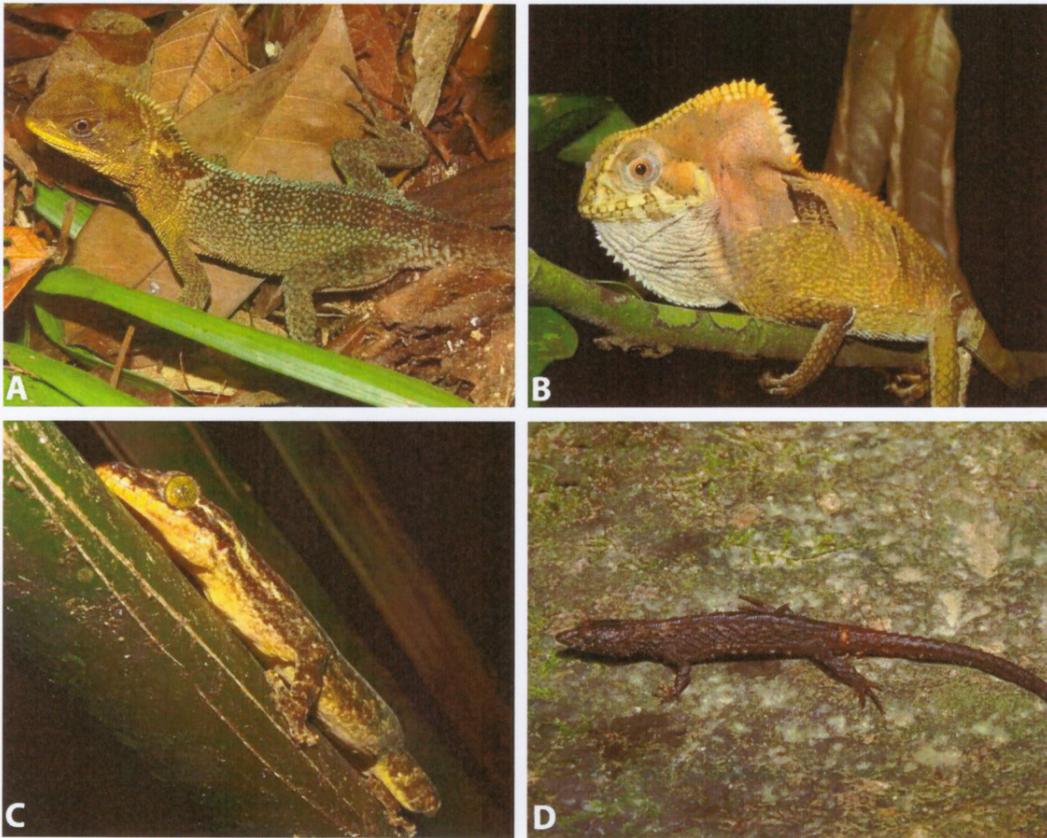


Figura Anexo #3: Especies de reptiles encontradas durante los monitoreos en la reserva cerro Chucantí: **A)** *Enyalioides heterolepis*, **B)** *Coritophanes cristatus*, **C)** *Thecadactylus rapicauda*, **D)** *Echinosauro palmeri*.

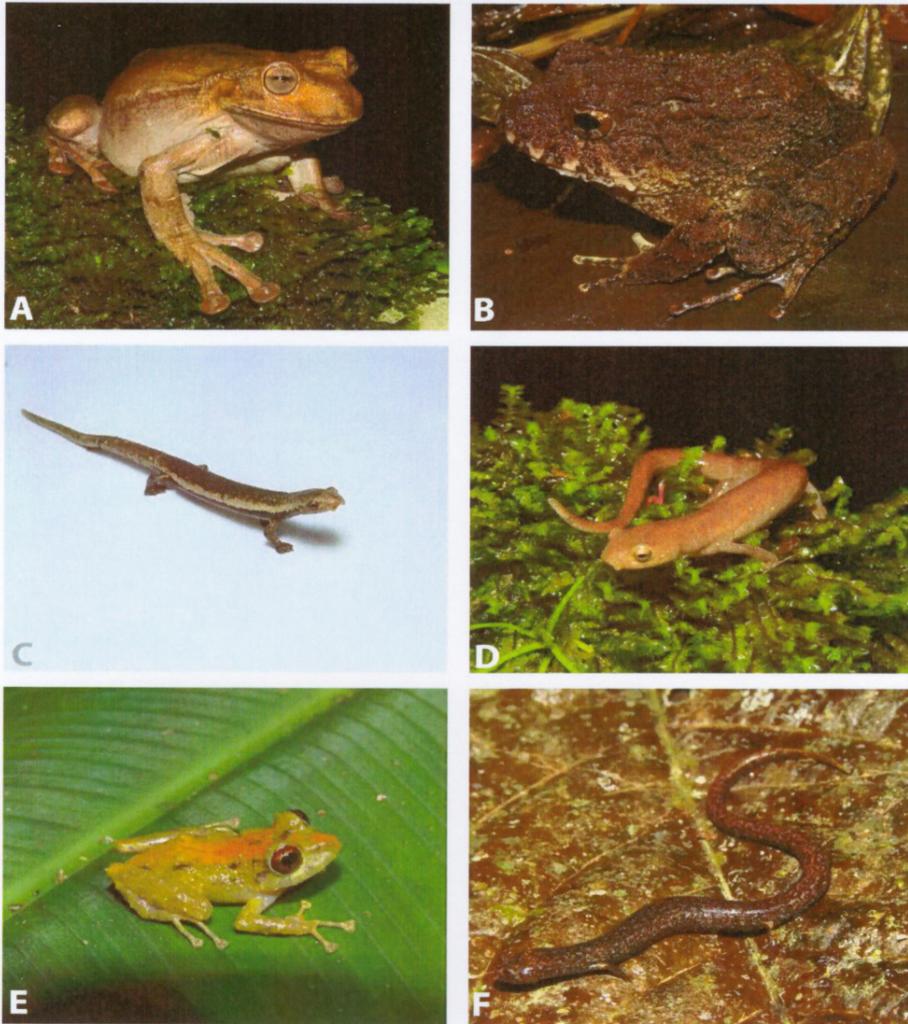


Figura Anexo #4: Especies de interés por su rareza o potencial de ser posiblemente candidatas a especie nueva: **A)** *Gastrotheca nicefori* una especie de la cual no se tenían registros dentro de la reserva y de cuyas poblaciones se tiene poca información. Se encontró una población considerablemente buena; **B)** *Strabomantis bufoniformis* hay una población pequeña cerca de la estación biológica y otra más grande camino a la estación remota. Es una especie muy sensible al hongo quitridio; **C)** *Bolitoglossa aff biseriata* posible candidata a especie nueva; **D)** *Bolitoglossa chucantiensis* recientemente descrita, se han encontrado pocos individuos desde su descripción; **E)** *Pristimantis aff cruentus* posiblemente una nueva especie, pendiente de análisis y revisión; **F)** *Oedipina aff complex* posiblemente una nueva especie de salamandra, en espera de análisis morfológicos.

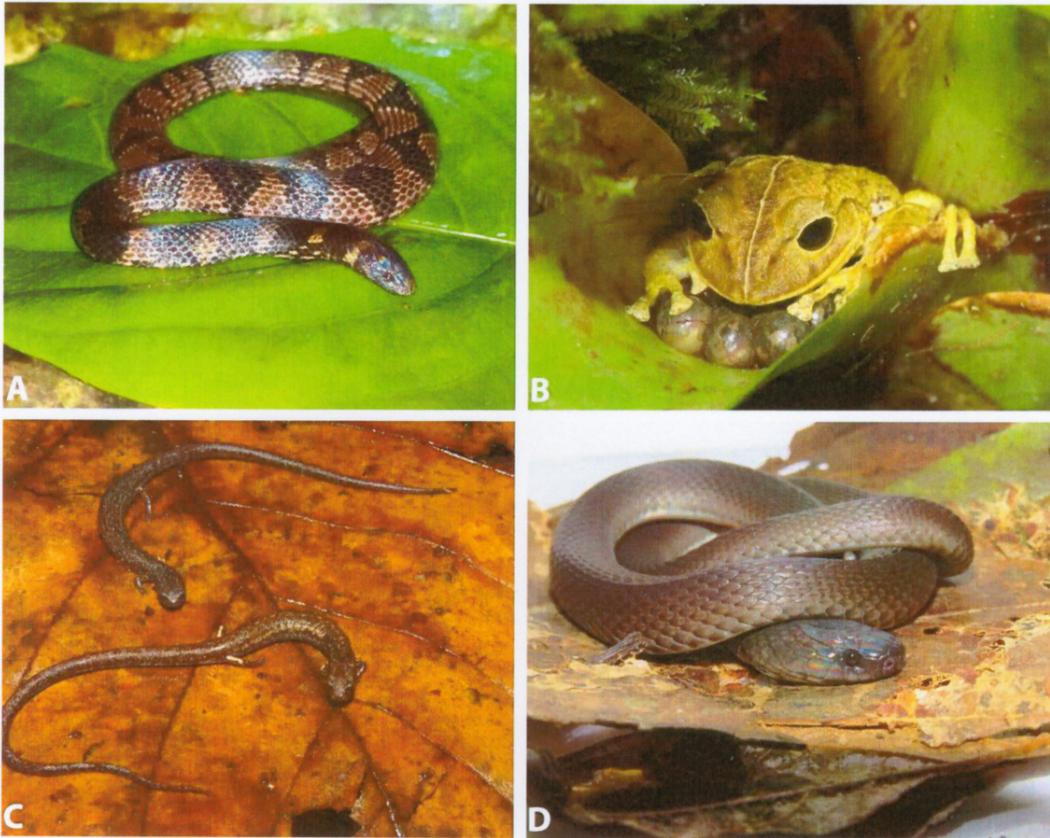


Figura Anexo #5: Especies candidatas a especie nueva confirmadas: **A)** *Atractus* sp nov una nueva especie de serpiente fosoria muy rara encontrada cerca de la cima del cerro Chucantí; **B)** *Pristimantis* sp nov actualmente el documento está siendo sometido a revisión en una revista científica para su publicación formal; **C)** *Oedipina* sp nov estas salamandras están siendo examinadas para su descripción posterior; **D)** *Ninia* sp nov está siendo descrita por un grupo de herpetólogos panameños, en Chucantí se encuentra su registro altitudinal máximo a la fecha.

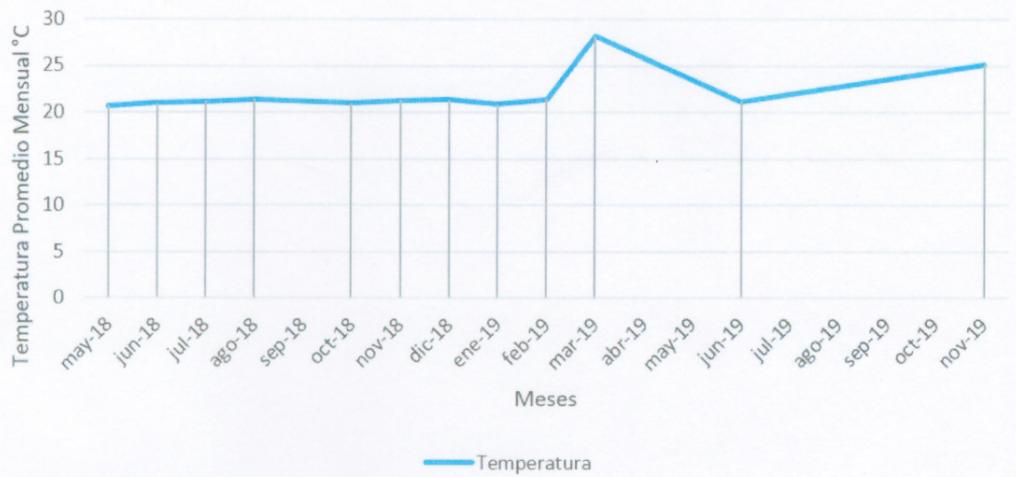


Figura Anexo #6: Temperaturas promedio registradas por mes, entre marzo del 2018 y noviembre de 2019 dentro de la Reserva Cerro Chucantí.

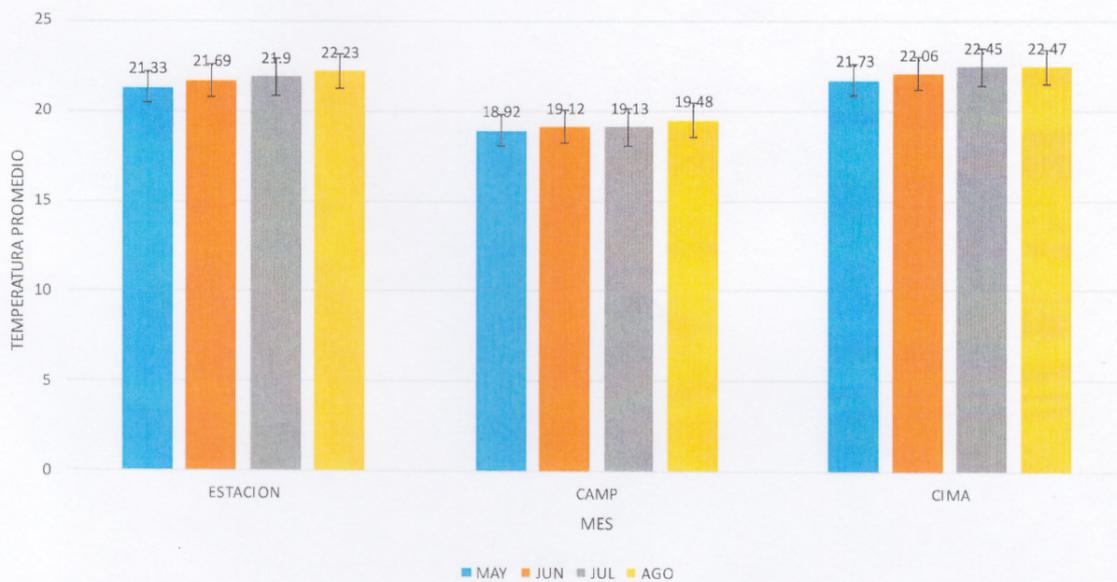


Figura Anexo #7: Temperaturas promedio mensuales por piso durante la temporada lluviosa 2018.

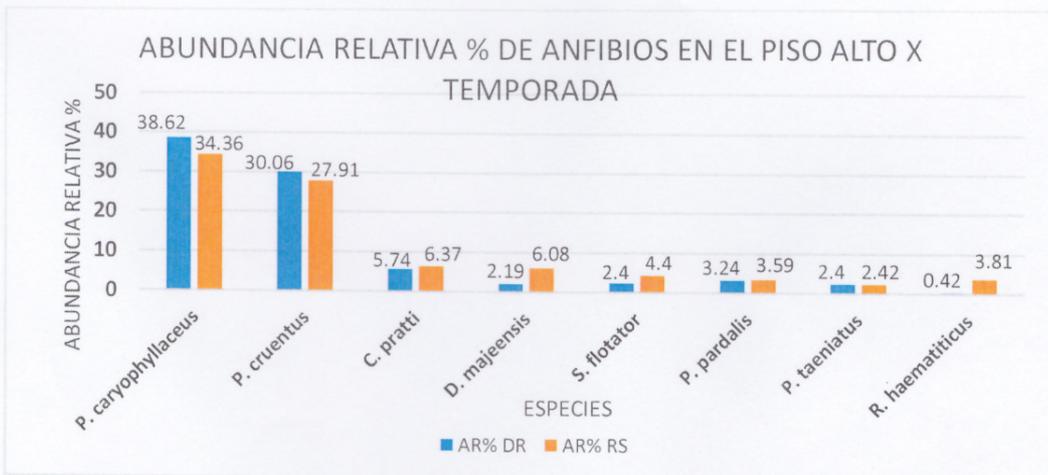
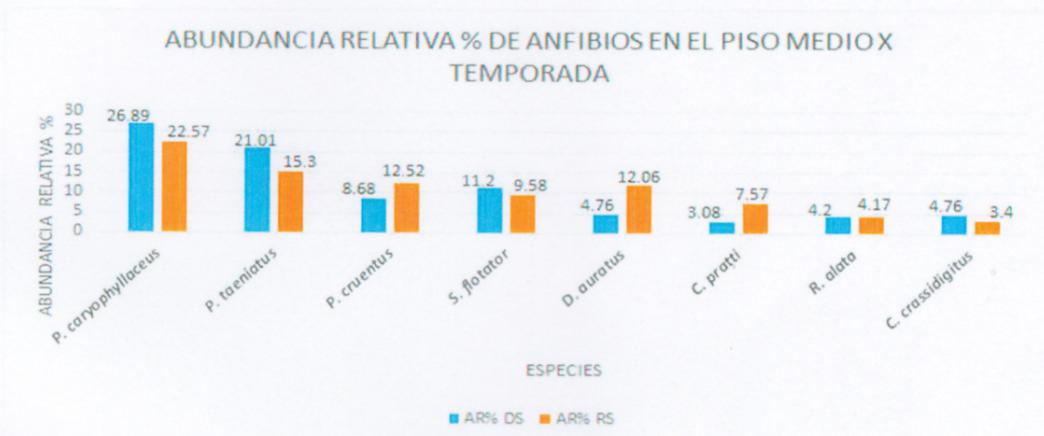
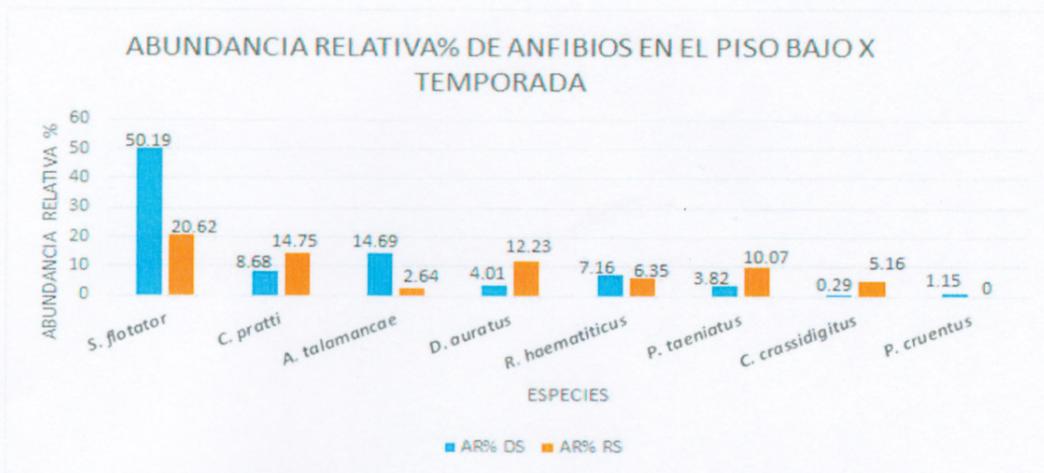


Figura Anexo #8: Abundancias relativas porcentuales de los anfibios de los pisos Bajo, Medio y Alto por temporada (Seca= DS, Lluviosa= RS)

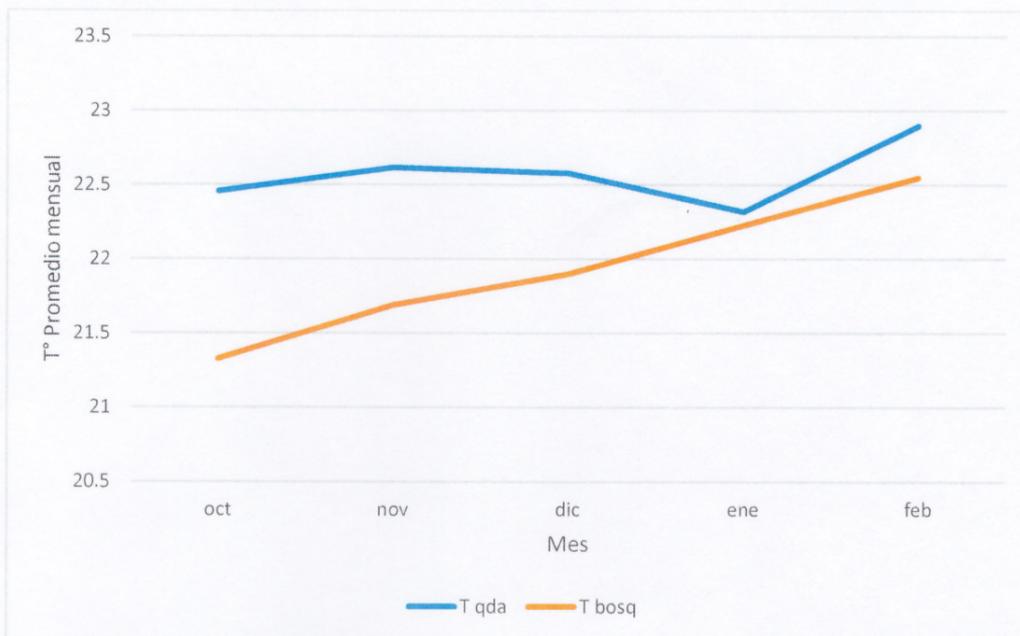


Figura Anexo #9: Temperaturas promedio del Bosque vs Quebrada entre octubre de 2018 y febrero de 2019.

Cuadro Anexo #1: Lista de anfibios y reptiles totales encontradas por elevación durante el estudio en cerro Chucantí. Categorías de abundancia siguiendo los parámetros usados en Batista et al. (2020)

| ANFIBIOS | Rango de elevación | | |
|---|----------------------|-------------------------|------------------------|
| | Piso Bajo 700-900 | Piso Medio 1000-1200 | Piso Alto 1250-1450 |
| Aromobatidae | | | |
| <i>Allobates talamancae</i> | D | | |
| Bufo | | | |
| <i>Rhaebo haematiticus</i> | C | D | C |
| <i>Rhinella alata</i> | C | C | C |
| <i>Rhinella horribilis</i> | D | C | D |
| Centrolenidae | | | |
| <i>Cochranella euknemos</i> | | | R |
| <i>Espadarana prosoblepon</i> | D | | I |
| <i>Hyalinobatrachium colimbiphyllum</i> | D | | |
| <i>Hyalinobatrachium talamancae</i> | D | | |
| Craugastoridae | | | |
| <i>Craugastor crassidigitus</i> | C | C | D |
| <i>Craugastor fitzingerii</i> | C | D | |
| <i>Craugastor opimus</i> | D | D | |
| <i>Pristimantis caryophyllaceus</i> | D | D | C |
| <i>Pristimantis ceracinus</i> | D | D | D |
| <i>Pristimantis cruentus</i> | D | D | C |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <i>Pristimantis gaigei</i> | D | C | D |
| <i>Pristimantis moro</i> | | | D |
| <i>Pristimantis pardalis</i> | | D | C |
| <i>Pristimantis sp. aff. latidiscus</i> | | | C |
| <i>Pristimantis sp. aff. ridens</i> | C | D | D |
| <i>Pristimantis taeniatus</i> | C | C | D |
| Dendrobatidae | | | |
| <i>Colostethus pratti</i> | C | C | C |
| <i>Dendrobates auratus</i> | C | C | I |
| <i>Silverstoneia flotator</i> | C | C | D |
| Eleutherodactylidae | | | |
| <i>Diasporus diastema</i> | D | D | I |
| <i>Diasporus majeensis</i> | | | C |
| Hemiphractidae | | | |
| <i>Gastrotheca nicefori</i> | | R | I |
| Hylidae | | | |
| <i>Agalychnis callidryas</i> | I | | |
| <i>Boana rosebergi</i> | I | | |
| <i>Scinax rubber*</i> | I | | |
| <i>Smilisca sila</i> | D | I | |
| Leiuperidae | | | |
| <i>Engystomops pustulosus</i> | D | | |
| Leptodactylidae | | | |
| <i>Leptodactylus savagei</i> | D | | |
| Plethododontidae | | | |
| <i>Bolitoglossa biseriata*</i> | | | R |
| <i>Bolitoglossa chucantiensis</i> | | | R |
| <i>Oedipina sp.</i> | | I | |
| Strabomanatidae | | | |
| <i>Strabomantis bufoniformis</i> | D | | |
| | | | |
| CATEGORÍAS | | | |
| C: MUY COMÚN | | | |
| D: DECTECTABILIDAD DEPENDIENTE DEL ESFUERZO DE BUSQUEDA EN LA ESTACIÓN APROPIADA | | | |
| I: INFRECLENTE, IMPREDECIBLE | | | |
| R: RARO, EXTREMADAMENTE RARO | | | |

| REPTILES | Rango de elevación | | |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| | Piso Bajo 700-900 | Piso Medio 1000-1200 | Piso Alto 1250-1450 |
| <i>Boa imperator</i> | D | | |
| <i>Corallus ruschembergi</i> | D | | |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Colubridae | | | |
| <i>Tantilla berguido</i> | | | R |
| <i>Tantilla sp.*</i> | R | | |
| Coritophanidae | | | |
| <i>Basiliscus basiliscus</i> | C | | |
| <i>Coritophanes cristatus</i> | D | | |
| Dactyloidae | | | |
| <i>Anolis capito</i> | | D | D |
| <i>Anolis frenatus</i> | D | D | I |
| <i>Anolis aff fuscoauratus</i> | I | | |
| <i>Anolis aff lionotus</i> | I | | |
| <i>Anolis sp.</i> | I | | |
| <i>Anolis vittigerus</i> | D | D | |
| Dipsadinae | | | |
| <i>Amastridium veliferum*</i> | R | | |
| <i>Atractus sp. nov</i> | | | R |
| <i>Clelia clelia</i> | R | | |
| <i>Dipsas aff articulata*</i> | D | D | |
| <i>Geophis hoffmanii</i> | | | C |
| <i>Geophis sp. nov</i> | | | D |
| <i>Imantodes cenchoa</i> | D | | D |
| <i>Leptodeira rhombifera</i> | | D | |
| <i>Leptodeira septentrionalis</i> | D | D | I |
| <i>Ninia sp. nov</i> | | | R |
| <i>Pseudoboa neuwiedii</i> | | | I |
| <i>Rhadinaea decorata</i> | I | | |
| <i>Sibon aff anulatus*</i> | | | I |
| <i>Sibon argus</i> | I | | |
| <i>Sibon nebulatus</i> | D | | |
| <i>Xenodon rhabdocephalus</i> | D | | |
| Elapidae | | | |
| <i>Micrurus aff clarki*</i> | | | R |
| <i>Micrurus multifasciatus</i> | | D | |
| Gymnophthalmidae | | | |
| <i>Echinosaura palmeri</i> | I | | |
| <i>Ptychoglossus festae</i> | D | C | C |
| Hoplocercidae | | | |
| <i>Enyalioides heterolepis</i> | D | D | |
| Phyllodactylidae | | | |
| <i>Thecadactylus rapicauda</i> | C | C | D |
| Viperidae | | | |
| <i>Bothrops asper</i> | D | D | |
| <i>Botriechis schlegelii</i> | D | D | D |

| | | | |
|--|--|--|--|
| CATEGORÍAS | | | |
| C: MUY COMÚN | | | |
| D: DETECTABILIDAD DEPENDIENTE DEL ESFUERZO DE BUSQUEDA EN LA ESTACIÓN APROPIADA | | | |
| I: INFRECIENTE, IMPREDECIBLE | | | |
| R: RARO, EXTREMADAMENTE RARO | | | |

Anfibios y reptiles de Chucantí

Cuadro Anexo #2: Lista de anfibios y reptiles encontrados dentro de la reserva Natural Privada Cerro Chucantí durante los monitoreos y en giras posteriores fuera del periodo de muestreo del presente trabajo con sus categorías de amenaza. También se incluyen especímenes encontrados en estudios anteriores dentro del área de muestreo que no fueron reportados en este estudio (Batista et al., 2020; Medina et al., 2019).

| ANFIBIOS (46 spp) | UICN | EVS | LOCAL | Fuente |
|---|------|-----|-------|--------------|
| Aromobatidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Allobates talamancae</i> | LC | M | NE | DM |
| Bufoinae Family (3 spp) | | | | |
| <i>Rhaebo haematiticus</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Rhinella alata</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Rhinella horribilis</i> | LC | L | NE | DM |
| Caeciliidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Caecilia aff isthmica*</i> | DD | H | | FM, MED, BAT |
| Centrolenidae Family (7 spp) | | | | |
| <i>Cochranella euknemos</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Cochranella granulosa</i> | LC | L | | BAT |
| <i>Espadarana prosoblepon</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Hyalinobatrachium chiripoi</i> | LC | M | | |
| <i>Hyalinobatrachium colimbiphyllum</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Hyalinobatrachium talamancae*</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Hyalinobatrachium vireovittatum</i> | DD | | | MED |
| Craugastoridae Family (14 spp) | | | | |
| <i>Craugastor crassidigitus</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Craugastor fitzingeri</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Craugastor aff longirostris*</i> | LC | M | | BAT |
| <i>Craugastor opimus</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Craugastor raniformis</i> | LC | L | | BAT, MED |
| <i>Pristimantis caryophyllaceus</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Pristimantis ceracinus</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Pristimantis cruentus</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Pristimantis gaigei</i> | LC | M | NE | DM |

| | | | | |
|---|----|----|----|-----|
| <i>Pristimantis moro</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Pristimantis pardalis</i> | NT | H | NE | DM |
| <i>Pristimantis sp. aff. latidiscus*</i> | NE | NE | NE | DM |
| <i>Pristimantis sp. aff. ridens*</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Pristimantis taeniatus</i> | LC | L | NE | DM |
| Dendrobatidae Family (4 spp) | | | | |
| <i>Colostethus pratti</i> | LC | M | VU | DM |
| <i>Dendrobates auratus</i> | LC | L | VU | DM |
| <i>Silverstoneia aff. flotator*</i> | NE | | NE | DM |
| <i>Silverstoneia aff. nubicola*</i> | NE | | | MED |
| Dermophiidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Dermophis sp. nov.*</i> | NE | NE | NE | FM |
| Eleutherodactylidae Family (2 spp) | | | | |
| <i>Diasporus diastema*</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Diasporus majeensis</i> | NE | H | NE | DM |
| Hemiphractidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Gastrotheca nicefori</i> | LC | H | VU | DM |
| Hylidae Family (5 spp) | | | | |
| <i>Agalychnis callidryas</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Boana rosebergi</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Scinax ruber*</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Smilisca phaeota</i> | LC | L | | BAT |
| <i>Smilisca sila</i> | LC | L | NE | DM |
| Leiuperidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Engystomops pustulosus</i> | LC | L | NE | DM |
| Leptodactylidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Leptodactylus savagei</i> | LC | L | NE | DM |
| Microhylidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Ctenophryne aterrima*</i> | LC | | | FM |
| Plethodontidae Family (3 spp) | | | | |
| <i>Bolitoglossa biseriata*</i> | NE | N | NE | DM |
| <i>Bolitoglossa chucantiensis</i> | NE | H | NE | DM |
| <i>Oedipina sp. nov.*</i> | NE | N | NE | DM |
| Strabomanatidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Strabomantis bufoniformis</i> | LC | | CR | DM |
| | | | | |
| REPTILES (65 spp) | | | | |
| Amphisbaenidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Amphisbaena spurrelli</i> | DD | | | FM |
| Boidae Family (3 spp) | | | | |
| <i>Boa imperator</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Corallus ruschembergi</i> | DD | M | NE | DM |

| | | | | |
|--------------------------------------|----|----|----|-----|
| <i>Corallus anulatus</i> | DD | M | | BAT |
| Colubridae Family (8 spp) | | | | |
| <i>Chironius exoletus</i> | NE | | | FM |
| <i>Dendrophidion percarinatum</i> | LC | NE | NE | BAT |
| <i>Drymobius margaritiferus</i> | LC | L | | BAT |
| <i>Oxybelis brevirostris*</i> | LC | M | | BAT |
| <i>Rhinobothryum bovallii</i> | LC | | NE | FM |
| <i>Tantilla berguidoii</i> | NE | M | NE | DM |
| <i>Tantilla aff alticola*</i> | NE | | NE | DM |
| <i>Tantilla supracincta</i> | LC | | | FM |
| Coritophanidae Family (2 spp) | | | | |
| <i>Basiliscus basiliscus</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Coritophanes cristatus</i> | LC | M | NE | DM |
| Dactyloidae Family (9 spp) | | | | |
| <i>Anolis apletophallus</i> | LC | H | | BAT |
| <i>Anolis biporcatus</i> | LC | L | | BAT |
| <i>Anolis capito</i> | LC | | NE | DM |
| <i>Anolis frenatus</i> | LC | H | NE | DM |
| <i>Anolis aff fuscoauratus*</i> | NE | M | NE | DM |
| <i>Anolis aff lionotus*</i> | NE | NE | NE | DM |
| <i>Anolis maia</i> | NE | NE | NE | FM |
| <i>Anolis sp nov*</i> | NE | | NE | DM |
| <i>Anolis vittigerus</i> | LC | H | NE | DM |
| Dipsadidae Family (24 spp) | | | | |
| <i>Amastridium veliferum*</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Atractus sp. nov</i> | NE | | NE | DM |
| <i>Clelia clelia</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Dipsas aff articulata*</i> | NE | H | NE | DM |
| <i>Enuliophis sclateri</i> | LC | M | | FM |
| <i>Erytrolamprus epinephalus</i> | LC | M | | FM |
| <i>Geophis hoffmanii*</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Geophis sp. nov*</i> | NE | | NE | DM |
| <i>Imantodes cenchoa</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Leptodeira rhombifera</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Leptodeira septentrionalis</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Ninia sp. Nov</i> | NE | | NE | DM |
| <i>Phrynonax poecilonotus</i> | LC | L | NE | FM |
| <i>Pliocercus euryzonus</i> | LC | M | NE | FM |
| <i>Pseudoboa neuwiedii</i> | LC | H | NE | DM |
| <i>Oxyrhopus petolarius</i> | LC | M | NE | BAT |
| <i>Rhadinaea decorata</i> | LC | L | NE | DM |
| <i>Sibon aff anulatus*</i> | NE | H | NE | DM |
| <i>Sibon argus</i> | LC | H | NE | DM |

| | | | | |
|--|----|---|----|-----|
| <i>Sibon annulatus*</i> | LC | H | NE | DM |
| <i>Sibon nebulatus</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Siphlophis cervinus</i> | NE | H | | FM |
| <i>Spilotes pullatus</i> | LC | L | | FM |
| <i>Xenodon rhabdocephalus</i> | LC | M | NE | DM |
| Elapidae Family (3 spp) | | | | |
| <i>Micrurus aff clarki*</i> | LC | H | NE | DM |
| <i>Micrurus mipartitus</i> | NE | H | NE | FM |
| <i>Micrurus multifasciatus</i> | LC | H | NE | DM |
| Gymnophthalmidae Family (4 spp) | | | | |
| <i>Echinosaura palmeri</i> | DD | M | NE | DM |
| <i>Loxopholis southi*</i> | LC | H | | BAT |
| <i>Ptychoglossus aff plicatus*</i> | NE | H | | BAT |
| <i>Ptychoglossus festae</i> | LC | M | NE | DM |
| Hoplocercidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Enyalioides heterolepis</i> | LC | M | NE | DM |
| Iguanidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Iguana iguana</i> | LC | M | | BAT |
| Phyllodactylidae Family (1 sp) | | | | |
| <i>Thecadactylus rapicauda</i> | LC | L | NE | DM |
| Sphaerodactylidae Family (2 sp) | | | | |
| <i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i> | LC | H | | BAT |
| <i>Sphaerodactylus lineolatus</i> | LC | H | | FM |
| Teiidae Family (2 sp) | | | | |
| <i>Holcosus festivus</i> | LC | M | | BAT |
| <i>Holcosus leptophrys</i> | LC | H | | BAT |
| Viperidae Family (4 spp) | | | | |
| <i>Bothrops asper</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Botriechis schlegelii</i> | LC | M | NE | DM |
| <i>Lachesis achrocorda</i> | DD | H | | BAT |
| <i>Porthidium nasutum</i> | NE | H | | FM |

| Categorías | Abreviatura |
|--------------------------------------|-------------|
| Dentro del monitoreo de este estudio | DM |
| Fuera del Monitoreo de este estudio | FM |
| (Medina et al., 2019) | MED |
| (Batista et al., 2020) | BAT |