

Efectos De La Fragmentación Del Bosque De Galería Sobre La Herpetofauna Asociada
A Un Caño De La Orinoquia Araucana, Colombia

Jair Alexander Carreño Bautista
Cod. 1090491765

Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Básicas
Dr. Enrique Alfonso Cabeza Herrera, Decano
Programa de Biología
Dra. Nancy Jaimes Méndez, Directora de Programa

Pamplona, Norte de Santander, Colombia

2024

**Efectos De La Fragmentación Del Bosque De Galería Sobre La Herpetofauna Asociada
A Un Caño De La Orinoquia Araucana, Colombia**

Estudiante: Jair Alexander Carreño Bautista
Cod. 1090491765

Director:

German José Echeverry Faccini, M. Sc.

Codirectores:

Jimmy Erney Reyes Velasco, Biólogo.

Carlos Herney Cáceres Martínez, M. Sc.

Trabajo de grado para optar al título de biólogo

Universidad de Pamplona
Pamplona, Norte de Santander, Colombia

2024

Dedicatoria

A mis padres Milciades Carreño y Nancy Bautista

A mis hijas Ashley Carreño y Sara Avila

A mi esposa Laura Jiménez

A mi mentor el profesor German José Echeverry Faccini

Agradecimientos

A mi padre, por todas las enseñanzas y valores que me inculcó mientras estuvo a mi lado y a mi madre por la incondicionalidad y el apoyo brindado durante este proceso.

A mi director el profesor German José Echeverry Faccini, por su apoyo incondicional, la paciencia, el tiempo que invirtió durante este proceso y su orientación, con lo cual contribuyó de gran manera a mi formación.

Al director del museo de ciencias naturales José Celestino Mutis, profesor José Antonio Sierra Leal por inspirarme desde el inicio de mi carrera entender y tratar de conservar los ecosistemas y las especies animales que en ellos habitan.

A mi hermana Nayarith Carreño, por acompañarme y motivarme a seguir en la recta final de la fase de campo.

A mis codirectores, los profesores Jimmy Erney Reyes Velasco y Carlos Herney Cáceres Martínez por estar prestos a orientarme y colaborarme durante este proceso.

Al alcalde del municipio de Arauquita, Luis Fernando Panqueva, quien contribuyó de manera desinteresada para que este proyecto se pudiera llevar a cabo.

Al ingeniero Anderson Morales, por su disposición y estar presto a colaborar cuando fue necesario.

Tabla de contenido

1. Introducción	13
1.1 Marco Normativo.....	13
1.2 La Herpetofauna.....	13
1.3 Diversidad de la Herpetofauna en la Orinoquia Colombiana y en Arauca	15
1.4 El Bosque de Galería	16
1.5 La Herpetofauna en el Bosque de Galería	17
2. Planteamiento del Problema y Justificación	19
2.1 Planteamiento del Problema	19
2.2 Pregunta de Investigación	20
2.3 Justificación	20
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo General.....	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4. Hipótesis	24
4.1 Hipótesis Nula H_0	24
4.2 Hipótesis Alternativa H_1	24
5. Antecedentes	26
6. Metodología	29

6.1 Área de Estudio.....	29
6.2 Zona de Vida	36
6.3 Fase de Campo.....	36
6.3.1 Épocas, Tipos, Periodicidad y Esfuerzo de los Muestreos.....	36
6.3.2 Captura y Determinación de Especímenes	37
6.4 Análisis Estadístico	38
6.4.1 Mapas de Tipos y Grados de Cobertura Vegetal en los Sitios de Estudio	38
6.4.2 Riqueza a Nivel Taxonómico.....	39
6.4.3 Diagramas de Rango-Abundancia	39
6.4.4 Curvas de Rarefacción y Extrapolación.....	39
6.4.5 Diagramas BoxPlot	41
6.4.6 Modelo lineal generalizado.....	42
6.4.7 Índice de Disimilitud de Bray-Curtis.....	42
6.4.8 Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico	43
7. Resultados	44
7.1 Proporción de los Diferentes Tipos de Cobertura Vegetal en los Tres Sitios de Estudio	44
7.2 Riqueza a Nivel Taxonómico.....	46
7.3 Variación de la Riqueza y Abundancia de Anfibios y Reptiles Entre los Sitios de Muestreo con las Épocas Húmeda y Seca.....	51

7.3.1 Anfibios en el Sitio 1.....	52
7.3.2 Anfibios en el Sitio 2.....	53
7.3.3 Anfibios en el Sitio 3.....	54
7.3.4 Variaciones relevantes en la riqueza y abundancia de algunos géneros y especies de anfibios en los sitios de trabajo y épocas climáticas.....	56
7.3.5 Reptiles en el Sitio 1	57
7.3.6 Reptiles en el Sitio 2	58
7.3.7 Reptiles en el Sitio 3	59
7.3.8 Variaciones relevantes en la riqueza y abundancia de una familia y algunos géneros y especies de reptiles en los sitios de trabajo y épocas climáticas	62
7.4 Relación Entre la Diversidad Observada y Estimada en los Sitios de Estudio Para Cada Época de Muestreo	63
7.4.1 Anfibios en el sitio 1	64
7.4.2 Anfibios en el sitio 2	64
7.4.3 Anfibios en el sitio 3	65
7.4.4 Reptiles en el sitio 1	66
7.4.5 Reptiles en el sitio 2	67
7.4.6 Reptiles en el sitio 3.....	68
7.5 Correspondencia Entre la Diversidad Encontrada y el Grado de Conservación de Cada Sitio de Estudio.....	69

7.6 Relación Entre la Diversidad Encontrada y la Proporción de Cobertura Boscosa en los Sitios de Estudio.....	71
7.7 Disimilitud en la Diversidad Entre los Sitios de Estudio en Épocas Húmeda y Seca (Diversidad β)	73
7.8 Correspondencia Entre la Diversidad Encontrada y los Sitios de Estudio en Épocas Húmeda y Seca	75
8. Discusión.....	79
8.1 Análisis de los Resultados Obtenidos	79
8.1.1 Diversidad registrada en los sitios de estudio	79
8.1.2 Relación entre la diversidad observada y el grado de fragmentación.....	82
8.1.3 Relación entre el uso de hábitats y las épocas húmeda y seca.....	82
8.2 Comparación con Estudios Previos	82
8.3 Limitaciones.....	86
9. Conclusiones.....	87
10. Recomendaciones	88
11. Referencias Bibliográficas	89
12. Anexos.....	99
12.1 Anexo A (Registros fotográficos de anfibios identificados en campo).....	99
12.2 Anexo B (Registros fotográficos de reptiles identificados en campo).....	100

Lista de Figuras

Figura 1	29
Figura 2	30
Figura 3	30
Figura 4	31
Figura 5	32
Figura 6	33
Figura 7	33
Figura 8	34
Figura 9	34
Figura 10	35
Figura 11	35
Figura 12	44
Figura 13	45
Figura 14	46
Figura 15	99
Figura 16	100

Lista de Gráficas

Gráfica 1	50
Gráfica 2	51
Gráfica 3	52
Gráfica 4	53
Gráfica 5	54
Gráfica 6	57
Gráfica 7	58
Gráfica 8	59
Gráfica 9	63
Gráfica 10	64
Gráfica 11.....	65
Gráfica 12	66
Gráfica 13	67
Gráfica 14	68
Gráfica 15	69
Gráfica 16	70
Gráfica 17	71
Gráfica 18	72
Gráfica 19	73
Gráfica 20	74
Gráfica 21	75
Gráfica 22	77

Lista de Tablas

Tabla 1	47
Tabla 2	48
Tabla 3	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4	60

Resumen

Se estudió el efecto de la fragmentación del bosque de galería sobre la herpetofauna asociada al caño Los Perros en una vereda de Arauquita-Arauca, Colombia. Se realizaron muestreos diurnos y nocturnos mediante recorridos pedestres y acuáticos para la identificación de especímenes se utilizaron claves taxonómicas y listados de verificación mediante fotografías con buen nivel de calidad. Se estimó la diversidad de anfibios y reptiles en 3 sitios de estudio con diferente grado de fragmentación debido a la disminución de la cobertura vegetal boscosa. Se registraron 3554 individuos de anfibios representando dos órdenes, cinco familias, 11 géneros y 23 especies, asimismo, 1770 individuos pertenecientes a tres órdenes, 14 familias, 30 géneros y 36 especies de reptiles. La diversidad de la herpetofauna fue mayor en los sitios de mayor cobertura vegetal boscosa. La riqueza de especies de anfibios y reptiles fue directamente proporcional con la cobertura vegetal boscosa, lo que, evidenció la fuerte dependencia de la herpetofauna con los bosques de galería. El análisis de NMDS, basado en la disimilaridad, reveló una clara separación de los sitios de estudio en función de la cobertura vegetal boscosa y la temporada estacional. El efecto de la pérdida de los bosques de galería sobre la herpetofauna se explicó por una disminución de la riqueza de especies, además, las temporadas afectaron de manera más marcada a los sitios con alta intervención antrópica. Este estudio permite entender cómo afecta las actividades antrópicas a los anfibios y reptiles y además promueve medidas de conservación de los bosques de galería para así mantener una alta diversidad de la fauna en Colombia.

1. Introducción

1.1 Marco Normativo

En Colombia las rondas hídricas o franjas forestales protectoras de los cursos de agua están legalmente protegidas desde 1974, cuando se promulgó el decreto-ley 2811 o Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, donde según el literal d) del artículo 83 se declara como un bien imprescriptible e inalienable del estado “una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho”. Posteriormente otras providencias como los decretos 1541 de 1978 y 2245 de 2017 reglamentaron y complementaron dicho decreto-ley.

Recientemente, por medio de la resolución N° 957 de 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia, herramienta que encarga a los entes estatales responsables del control ambiental de efectuar los acotamientos para proteger la franja paralela protectora de los cuerpos de agua en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, en este caso CORPORINOQUIA.

1.2 La Herpetofauna

Los anfibios son una clase taxonómica monofilética y los reptiles un clado parafilético de vertebrados presentes en todos los biomas de la tierra, excepto en las regiones polares. La clase anfibios contiene tres órdenes: Anura o Salientia (ranas y sapos), Caudata o Urodela (salamandras y tritones) y Ápoda o Gymnophiona (cecilias). Por su parte, el clado reptiles incluye cuatro órdenes: Testudinata o Chelonia (tortugas), Archosauria (cocodrilos, caimanes y el gavial), Sphenodontia o Rhynchocephalia (el tuatara) y Squamata (lagartos, anfisbenios y serpientes). (Amphibia Web, 2023; Uetz *et al.*, 2023).

Anfibios y reptiles conforman un eslabón trófico importante ya que aprovechan muy bien la energía que obtienen: escasamente la demandan para mantener su tasa metabólica estándar y la mayoría de los carnívoros caza pasivamente o al acecho, consumiendo muy poca para alimentarse. Así, proporcionan a las redes tróficas de los ecosistemas una buena cantidad de nutrientes y energía que han acumulado fácilmente (Echeverry, 2024).

Son organismos poiquiloterms -y por lo tanto ectotérmicos- incapaces de generar y mantener una temperatura corporal constante, ya que carecen de mecanismos fisiológicos que produzcan el calor que necesitan, de coberturas dérmicas y de suficiente tejido graso subdermal que les permitan conservarlo (Templeton, 1970; Bellairs & Attridge, 1978). Para compensar tal incapacidad, estos animales despliegan un comportamiento termorregulador (muy evidente en el caso de algunos reptiles) que implica la selección activa de entornos cuya temperatura les facilite adquirir y conservar durante su actividad cotidiana una temperatura corporal que no varía mucho, adecuada a sus necesidades fisiológicas y reproductivas y para desempeñarse eficientemente en su nicho ecológico (Templeton, 1970; Gans & Pough, 1982).

Desde hace décadas se sabe que para termorregular la herpetofauna utiliza las temperaturas del biotopo y la conductividad térmica de la piel, a través de la cual pueden adquirir o disipar calor (Cowles & Bogert, 1944; Bogert, 1957; Spellerberg, 1982). En consecuencia, para mantenerse activos y reproducirse, dependen de fuentes externas de calor, llamándoles heliotérmicos o tigmotérmicos según que para aumentar o disminuir su temperatura corporal utilicen el aire por convección o el sustrato por conducción, respectivamente (Pough & Gans 1982; Rengifo, 1998). Para ganar calor se exponen a la radiación solar o entran en contacto con cualquier objeto que esté más caliente que su cuerpo y para perderlo se refugian, trepan arbustos,

adoptan ciertas posiciones, buscan la sombra o contactan con objetos que estén más fríos (Templeton, 1970; Pough & Gans, 1982).

1.3 Diversidad de la Herpetofauna en la Orinoquia Colombiana y en Arauca

En la Orinoquia colombiana hay tanto algunas especies endémicas del piedemonte de la cordillera como muchas con amplia distribución en las sabanas; sin embargo, en esta región natural de Colombia la diversidad de herpetofauna es baja en comparación con la del resto del país. De la Orinoquia en las colecciones nacionales reposan 71 especies de anfibios (el 8.5% de las especies colombianas) y 122 de reptiles (el 19.7%), en su mayoría de Meta y Casanare (Blanco *et al.*, 2019).

A 2019 se habían realizado muestreos en todos los municipios de Arauca; de los que la mitad correspondían a los municipios de Tame (27.2%) y Cravo Norte (22.7%), seguidos por Puerto Rondón (18%), Arauca (13.6%) y Saravena (13.6%); siendo Arauquita y Fortul los que tenían menos muestreos (4.9%) para esa fecha (Blanco *et al.*, 2019).

En Arauca para ese mismo año se habían registrado 54 especies de anfibios, 53 de Anuros y una de Gimnofiona (solo el 6.3% de las especies colombianas), con predominancia de ranas hílidos y leptodactílicos; mientras que de reptiles se reportaban 81 especies: ocho de Testudinata, tres de Crocodylia y 70 de Squamata (el 13.1%), con predominancia de saurios gimnoftálmidos y de serpientes colúbridos (Blanco *et al.*, 2019).

Un aspecto llamativo de la diversidad de la herpetofauna asociada a los llanos de Arauca es que aparecen algunas especies presentes en la región Caribe, como *Boana pugnax*, *Dendropsophus microcephalus*, *Scarthyla vigilans*, *Engystomops pustulosus*, *Leptodactylus*

poecilochilus y *Pleurodema brachyops*, que no están registradas en los llanos del sur de Casanare ni en el resto de la Orinoquia (Blanco *et al.*, 2019).

1.4 El Bosque de Galería

Los ecosistemas boscosos más representativos de la Orinoquia noroccidental en Colombia son los morichales y los bosques de galería. Estos últimos son corredores biológicos de bosque primario o secundario de hasta varios kilómetros de ancho en el caso de los grandes ríos y es el tipo de selva más espesa y frondosa que existe, en muchos sitios impenetrable (Núñez *et al.*, 2019).

Los bosques de galería se desarrollan en las márgenes de los ríos y caños que nacen en el piedemonte llanero y en la época de lluvias pueden inundarse o no, según estén en los planos de inundación o sobre los diques de las riberas. En ellos, el dosel de la vegetación no supera los 20 m y los DAP no exceden los 50 cm. Entre las familias botánicas más representativas de estos bosques están las arecáceas, lamiáceas, fabáceas, moráceas, euforbiáceas y burceráceas (Cabrera *et al.*, 2013). Son importantes porque sirven como corredores biológicos, son parte del ecotono significativamente biodiverso que hay entre la sabana y el bosque y durante las inundaciones o la sequía pueden convertirse en refugios para la fauna (Blanco *et al.*, 2017). Entre los servicios ecosistémicos que prestan estos bosques, sobresalen el aprovisionamiento sostenible de especies útiles, el mantenimiento del equilibrio ecológico y la protección de los cauces contra la erosión. Pese a lo anterior, han sido subvalorados, tanto cuando se trata de mantener tales servicios, como de estudiarlos y protegerlos (Núñez *et al.*, 2019).

1.5 La Herpetofauna en el Bosque de Galería

En las regiones con regímenes pluviométricos unimodales -como la Orinoquia- la abundancia y los subnichos espaciales que utiliza la herpetofauna dependen de modo simultáneo del tipo de cobertura vegetal y de las estaciones climáticas: Diferentes coberturas vegetales y las épocas seca y húmeda generan variados biotopos estacionales a los que las especies de anfibios y reptiles se han adaptado. Por lo tanto, donde la vegetación cambia espacialmente de forma natural y cuando las lluvias o la sequía hacen variar la disponibilidad de agua y de humedad y/o modifican los microclimas locales o puntuales, aparecen oscilaciones espacio-temporales en la evidencia de la diversidad, la abundancia y en el recambio de especies entre distintos ambientes (Blanco *et al.*, 2017; Franco, 2017; Aponte *et al.*, 2020). Además, de acuerdo con Aponte *et al.* (2020), aún leves cambios en la pendiente del terreno actúan como un factor aleatorio que puede hacer variar la distribución espacial de algunas especies y por lo tanto la probabilidad de registrarlas.

La marcada estacionalidad de las lluvias y las altas temperaturas que pueden presentarse durante la época seca, en ausencia de cobertura arbórea generan condiciones de estrés térmico e hídrico que puede llegar a ser tan fuerte como en los bosques muy secos, ante el cual los anfibios y reptiles son especialmente sensibles dado su carácter ectotérmico y, en el caso de los anfibios, por la permeabilidad de su piel (Ortega *et al.*, 2019).

Entonces, se deduce que cuando desaparece la cobertura arbórea de un ambiente boscoso, las adaptaciones eto-fisiológicas de la herpetofauna para reproducirse, termorregular y osmorregular pierden mucha eficacia, ya que las condiciones físicas y bióticas del medio se modifican radicalmente.

En el Catálogo de Anfibios y Reptiles de Casanare (Angarita *et al.*, 2013) la descripción de requerimientos de hábitat atribuye a varias especies de la herpetofauna orinocense estar asociadas solo o principalmente a ambientes boscosos y por lo tanto ser sensibles a la desaparición o fragmentación de los bosques de galería. Entre estas especies están *Osteocephalus taurinus*, *Scinax signatus*, *Hyalinobatrachium munozorum* (CITES II), *Trachycephalus typhonius*, *Leptodactylus insularum* y *Pseudopaludicola llanera*; las tortugas *Chelus fimbriatus*, *Podocnemis vogli* (CITES II) y *P. unifilis* (CITES II), el caimán llanero *Crocodylus intermedius* (CITES I), los lagartos *Ptychoglossus brevifrontalis*, *Iguana iguana* (CITES II), *Polycrus marmoratus* y las serpientes *Eunectes murinus* (CITES II), *Corallus hortulanus* (CITES II), *Epicrates cenchria* (CITES II), *Atractus univittatus*, *Helicops angulatus*, *H. pastazae*, *Hydrops triangularis*, *Imantodes cenchoa*, *Leptodeira annulata*, *Leptophis ahaetulla*, *Liophis lineatus*, *L. reginae*, *Oxyrhopus petolarius*, *Sibon nebulata*, *Tantilla melanocephala* y *Micrurus filiformis*.

2. Planteamiento del Problema y Justificación

2.1 Planteamiento del Problema

Hasta hace unos 20 años la Orinoquia colombo-venezolana todavía se consideraba como una de las últimas 38 regiones vírgenes del mundo, debido a la escasa presión antrópica ejercida sobre ella por tener una densidad media de población de solo 2.4 habitantes/km² y presentar un buen estado de conservación en el 80% de su extensión (Mittermeier *et al.*, 2002).

Sin embargo, en las últimas décadas, actividades humanas de diverso tipo vienen transformando notablemente el paisaje llanero de las sabanas inundables al norte del río Meta: vastas extensiones de pastizal nativo se han sustituido con potreros, cultivos de arroz o palma africana; los bosques de galería se talan hasta la orilla misma de ríos y caños; se provocan incendios recurrentes y se canalizan o desvían caños que pierden su dinámica hídrica, generando fragmentación en los bosques de galería y morichales. Así mismo, aunque no modifique el paisaje de modo evidente e inmediato, el eventual uso de reservas hídricas freáticas para formas no convencionales de extracción de petróleo potencializa significativamente el impacto de las actividades humanas en esta subregión de la Orinoquia (IDEAM, 1996; Franco, 2017; Núñez *et al.*, 2019).

Por otra parte, en la zona rural de Arauquita anualmente se quema la sabana con el fin de preparar los suelos para las siembras y en el presente siglo se ha implementado la aspersión aérea de cultivos con plaguicidas que la escorrentía arrastra a ríos, caños y áreas inundables, generando la muerte de peces, anfibios y otra fauna acuática, lo que es evidenciable en días posteriores a las fumigaciones (Observación personal).

Así, la extensión de hábitats para la fauna en general ha sido menguada, con la consecuente disminución de las poblaciones de varias especies silvestres al no disponer de hábitats adecuados y de tamaño suficiente para persistir y desempeñarse en su correspondiente nicho ecológico (Rivera & Jaimes, 2005).

2.2 Pregunta de Investigación

A partir de las anteriores consideraciones, surgen la siguiente pregunta de investigación y las correspondientes hipótesis que se plantean para responderla:

¿Cuál es el efecto de la deforestación y fragmentación en los bosques de galería sobre la diversidad de la herpetofauna asociada a los caños de la Orinoquia araucana?

2.3 Justificación

Como ya se anotó, la fauna de la Orinoquia en términos absolutos no posee tantos endemismos y tanta biodiversidad herpetológica cierta como las demás regiones naturales de Colombia, pero una considerable proporción de la misma se desconoce, y según el reporte de estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia, en 2014 Arauca era el tercer departamento con menos registros de especies georreferenciados (Bello *et al.*, 2014). Además, Arauca es un departamento con escasa información sobre las especies de anfibios y reptiles que posee, lo que hace necesario emprender estudios y acciones para el conocimiento y conservación de estos grupos (Blanco *et al.*, 2017, 2019).

Es pertinente señalar que, en el Libro Rojo de Reptiles de Colombia ya en 2015 se reportaban como amenazadas cinco especies presentes en la Orinoquia araucana: [*Podocnemis expansa* (CR), *P. unifilis* (EN), *Chelonoidis carbonarius* (VU), *Crocodylus intermedius* (CR) y *Atractus punctiventris* (EN)] (Morales *et al.*, 2015) y que en el Libro Rojo de Anfibios de

Colombia aparecen como críticamente amenazadas dos ranas de la Orinoquia (*Colostethus ranoides* y *Cryptobatrachus nicefori*) que solo se han registrado en Casanare y Meta (Acosta & Rueda, 2004; Amézquita, 2004), pero no es improbable que estén presentes en el área de estudio, suposición que se sustenta en que especies de anfibios con distribución conocida restringida pueden no tener registros en áreas poco exploradas (Acosta, 2023).

En las sabanas inundables del occidente del departamento de Arauca no hay áreas protegidas de carácter privado, regional o nacional (Latorre *et al.*, 2014; RUNAP, 2023). Además, por ser la herpetofauna es tan sensible a cambios inducidos en su medio natural, estos grupos son excelentes indicadores de la calidad de su hábitat y estudiarlos es fundamental para entender la dinámica natural y la resiliencia de la biodiversidad de los bosques de galería (Bastidas & Parra, 2017).

Varios autores señalan que, por tener requerimientos fisiológicos, reproductivos y de microhábitats específicos, la herpetofauna es vulnerable ante la transformación e incluso a cambios sutiles de la estructura vegetal de su hábitat (Thompson *et al.*, 2008; Dixon *et al.*, 2011; Cortés-Gómez *et al.*, 2013; Urbina-Cardona, 2015). Igualmente, se ha demostrado que la composición de especies de estos grupos puede cambiar drásticamente por la misma causa (Urbina-Cardona & Londoño 2003) y que hábitats con una mayor cantidad de cobertura vegetal les proporcionan una oferta alimentaria más variada (Bolívar *et al.*, 2019).

Aparte de la importancia que tienen en la red trófica de los ecosistemas, los anfibios y reptiles son buenos indicadores del estado de conservación de los hábitats, dado que su carácter poiquiloterma los hace muy dependientes de los microclimas en el sotobosque donde han evolucionado adaptándose a ciertos valores de temperatura y, en el caso de los anfibios, también a la disponibilidad de agua o de una alta humedad para reproducirse (Echeverry, 2024).

Por otra parte, al ser tan crípticos los miembros de estos dos grupos son los vertebrados terrestres sobre cuyos índices de diversidad y abundancia, al igual que sobre su biogeografía, existe un menor conocimiento y por lo tanto una mayor incertidumbre sobre su estado de conservación, no solamente en la Orinoquia sino en las demás regiones naturales del país (Bello *et al.*, 2014).

Probablemente los ambientes más útiles para evaluar el impacto de las actividades humanas sobre la herpetofauna orinocense sean los bosques de galería, el tipo de bosque ripario típico del paisaje llanero.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de la fragmentación de los bosques de galería sobre la diversidad y uso estacional de los hábitats por parte de la herpetofauna asociada a estos ecosistemas de sabana inundable en la Orinoquia colombiana.

3.2 Objetivos Específicos

Determinar los tipos y porcentajes de cobertura vegetal en los tres sitios de estudio mediante el uso de métodos de análisis geoespacial.

Estimar la diversidad de la herpetofauna en tres sitios con diferente grado de perturbación del bosque de galería de un caño en el área de estudio.

Evaluar la Relación entre la diversidad de la herpetofauna y la fragmentación progresiva del bosque de galería en los sitios de estudio.

Relacionar la diversidad encontrada de herpetofauna con los sitios de estudio en épocas húmeda y seca.

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis Nula H0

La fragmentación de los bosques de galería en las sabanas inundables de la Orinoquia no afecta a la herpetofauna de estos ecosistemas.

4.2 Hipótesis Alternativa H1

La fragmentación de los bosques de galería en las sabanas inundables de la Orinoquia puede afectar significativamente a la herpetofauna de estos ecosistemas.

Esta hipótesis alternativa se basa en la evidencia universalmente aceptada de que una mayor variedad de ambientes en general es sinónimo de mayor diversidad de especies; en la premisa de que los ambientes boscosos bien conservados ofrecen más nichos ecológicos a las especies en comparación con áreas donde los bosques se han eliminado o fragmentado y en que la modificación drástica de las características físico-bióticas de los hábitats (microclima, humedad ambiente, disponibilidad de agua, luminosidad, lugares de refugio) disminuye el ámbito vital para los organismos ectotérmicos, pudiendo llegar a anular las capacidades adaptativas que tienen para termorregular, osmorregular, encontrar alimento y reproducirse.

Sin embargo, esto último no es válido para algunos reptiles que requieren ciertos valores de temperatura corporal involucrados en el despliegue oportuno y apropiado de comportamientos que exigen velocidad, agilidad y resistencia al cazar, huir o competir (Bellairs & Attridge, 1978; Gans & Pough, 1982); lo mismo que en funciones orgánicas como la digestión (Hardwood, 1979; Spellerberg, 1982); la habilidad y actividad reproductiva (Mojica *et al.*, 2003); la frecuencia cardíaca (White, 1976) y el ritmo respiratorio (Wood & Lenfant, 1976; Bowker *et al.*, 1986). Por lo anterior, los patrones de actividad cotidiana, de comportamiento termorregulador y

la fisiología y desempeño de estos reptiles dependen en gran medida del calor que les pueda suministrar su entorno inmediato.

5. Antecedentes

Un análisis de la variación espacial y temporal de la herpetofauna adelantado en ambientes no intervenidos de bosque de galería y de sabana natural inundable en Casanare y Arauca (cuencas de los ríos Pauto, Ariporo y Casanare) dio como resultado una mayor abundancia de anfibios (1865 individuos) que de reptiles (445). Al mismo tiempo, para anfibios la abundancia fue mayor en el bosque de galería (1118 individuos) que en la sabana (747) y para reptiles superior en la sabana (289) que en el bosque de galería (156). (Blanco *et al.*, 2017).

En el mismo estudio, para categorías taxonómicas superiores, entre los anfibios hubo solo un orden, Anura, con cuatro familias; mientras que de reptiles se encontraron tres órdenes: Testudinata (tres familias), Crocodylia (una familia) y Squamata (13 familias) y en cuanto al número de especies se registraron 23 de anfibios y 37 de reptiles. En número de especies por tipo de cobertura, ningún grupo predominó significativamente, ya que en el bosque se encontraron 22 especies de anfibios y 28 de reptiles y en la sabana 23 de anfibios y 25 de reptiles. En este trabajo para capturar los especímenes se utilizaron VES y trampas de caída (Blanco *et al.*, 2017).

También se encontró que las estaciones climáticas no son una variable que afecte de forma significativa la riqueza de especies, pero sí la variación espacio-temporal de la abundancia para ambos grupos, así: En la época lluviosa los anfibios son más abundantes en la sabana que en el bosque y los reptiles más abundantes en el bosque que en la sabana y durante la época seca esa relación abundancia/hábitat se invierte, ya que los anfibios se refugian en el bosque y los reptiles se desplazan hacia la sabana (Blanco *et al.*, 2017).

Otro trabajo sobre la abundancia, diversidad y riqueza de la herpetofauna realizado en los mismos ambientes naturales de la Orinoquia araucana (Cuencas de los ríos Arauca y Casanare) arrojó una mayor abundancia de anfibios (1056 individuos) que de reptiles (513). En este caso la

abundancia de anfibios fue mayor en el bosque de galería (957 individuos) que en la sabana (99) e igualmente la de reptiles, con 416 individuos en el bosque y 97 en la sabana (Aponte *et al.*, 2020).

En este estudio, para las categorías taxonómicas superiores también hubo un solo orden de anfibios, Anura (cuatro familias) y para reptiles se encontraron tres: Testudinata (dos familias), Crocodylia (una familia) y Squamata (10 familias) y en número de especies se encontraron 25 de anfibios y 22 de reptiles. La riqueza de especies fue mayor en el bosque de galería que en la sabana porque en el bosque se registraron todas las especies de anfibios, mientras que en la sabana solo hubo 12. De reptiles se encontraron 17 especies en el bosque y 14 en la sabana (Aponte *et al.*, 2020). La menor riqueza en reptiles encontrada por Aponte *et al.* (2020) con respecto a la encontrada por Blanco *et al.* (2017) puede explicarse porque el único método de registro que utilizó fue VES.

Se halló que las estaciones climáticas no afectan la riqueza de especies, pero sí la abundancia de especímenes. Para ambos grupos se reporta mayor abundancia en época seca, porque -según los autores- el agua remanente se concentra en ciertos lugares tanto de la sabana como del bosque, lo que facilita encontrarlos y capturarlos. A la inversa cuando todo se inunda en temporada de lluvias, el tamaño del hábitat apropiado aumentó, dificultando el registro y captura debido a que los animales se encontraban dispersos en el entorno (Aponte *et al.*, 2020).

Otro estudio de la diversidad de la herpetofauna en seis coberturas vegetales no intervenidas [(de las que aquí se seleccionaron tres (bosque de galería y pastos arbolados/herbazal denso tomados como sabana)] en tres localidades, dos de Casanare (Algarrobo y Maní) y una de Meta (Puerto Gaitán) dio como resultado una abundancia total muy superior de anfibios (436 individuos) que de reptiles (241). Esa mayor abundancia fue mayor

para ambos grupos en la sabana que en el bosque de galería, aunque no muy significativamente, ya que en la sabana hubo 219 anfibios contra 217 en el bosque y de reptiles, 129 frente a 112 (Franco, 2017).

De las categorías taxonómicas superiores, para anfibios se halló un solo orden Anura (cuatro familias) mientras que para reptiles se hallaron tres: Testudinata (dos familias), Crocodylia (una familia) y Squamata (14 familias). En cuanto a la riqueza de especies, se encontraron 25 de anfibios y 32 de reptiles, siendo más diversos los anfibios en bosque de galería con 20 especies frente a 12 en la sabana y los reptiles igualmente diversos con 19 especies en cada cobertura (Franco, 2017).

En este trabajo igualmente se concluye que las variables climáticas no afectan la riqueza de especies, pero sí de forma significativa la abundancia de especímenes, ya que el registro para anfibios es mayor para la época de lluvias y disminuye en la época seca, mientras que para reptiles es inferior en la época lluviosa y aumenta en la época seca; aunque pudieran ser más numerosos teniendo en cuenta que algunas especies pueden estar (Franco, 2017).

6. Metodología

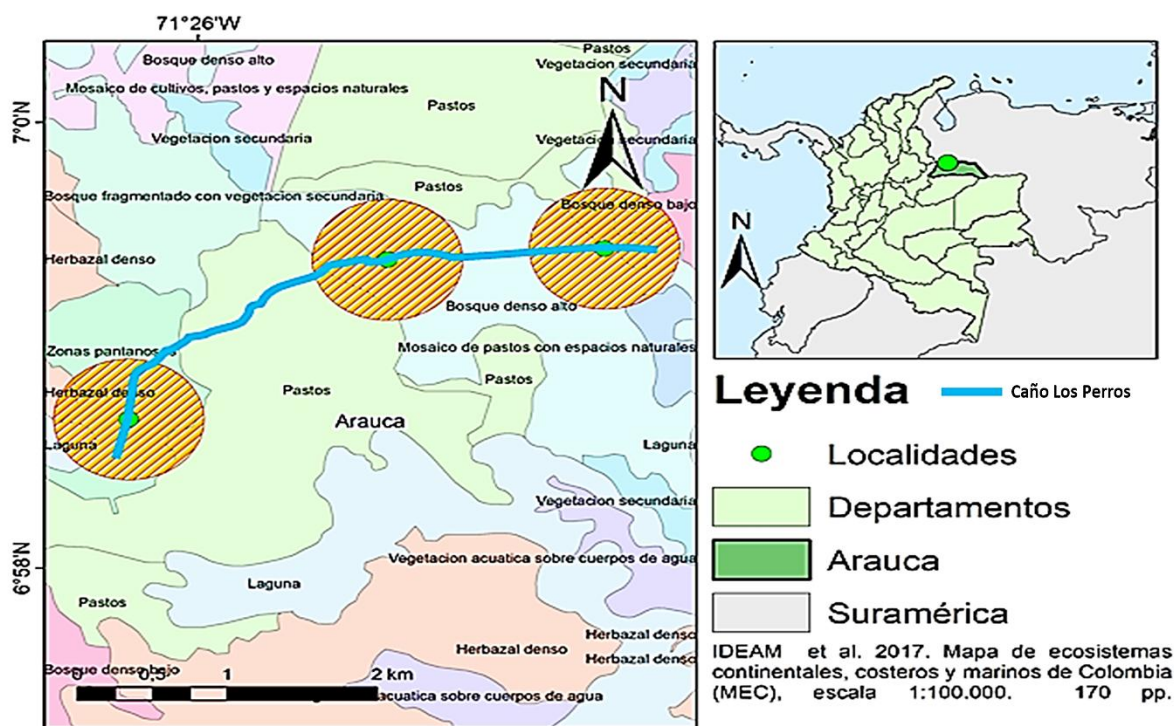
6.1 Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en tres sitios de trabajo de campo sobre el caño Los Perros, vereda La Unión, al sur del casco urbano del municipio de Arauquita en el departamento de Arauca, a una altitud entre 152 y 162 msnm.

En la figura 1 aparece el mapa de localización general de los sitios de estudio elaborado con la herramienta ArcGIS (<https://www.arcgis.com/index.html>) y las figuras 2, 3, 4 y 5 muestran con mayor detalle los mismos sitios. Son áreas circulares, cada una de unos 0.28 km² que se recorrieron a lo largo de transectos al interior de las mismas y a lo largo el caño.

Figura 1

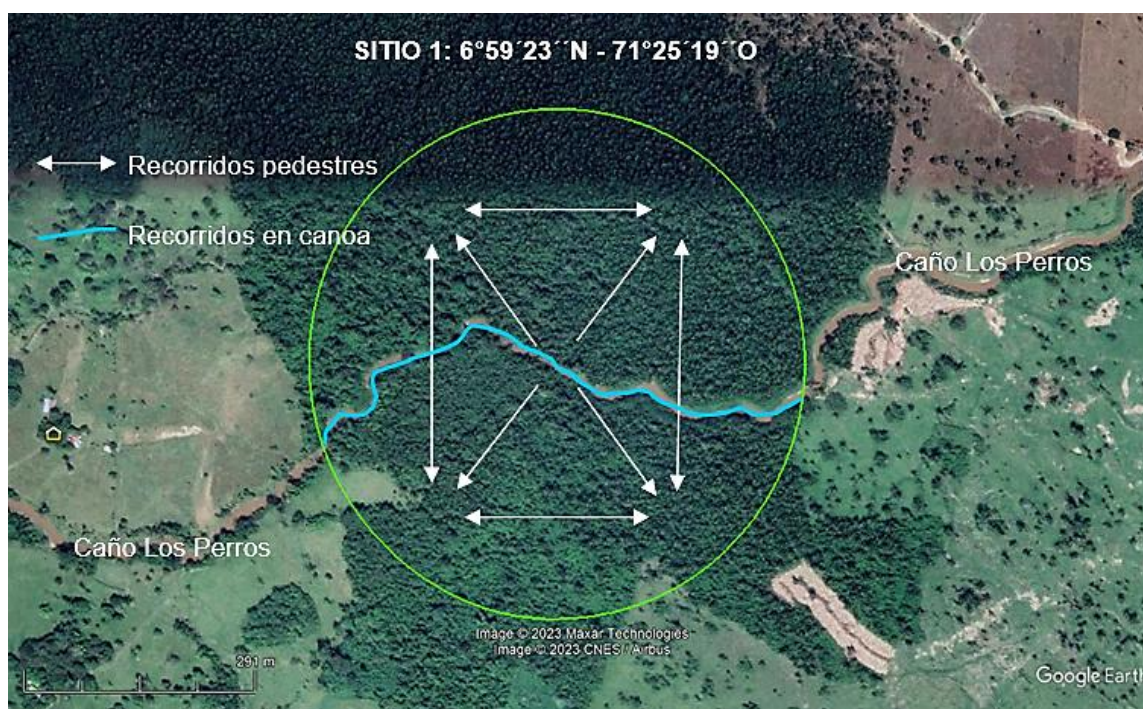
Localización general de los tres sitios de estudio



Nota. Representación gráfica de la localización general de los tres sitios de estudio. Elaborada con la herramienta de SIG ArcGIS.

Figura 2*Localización general de los tres sitios de estudio*

Nota. Fotografía satelital de la localización general de los tres sitios de estudio. Tomada de la plataforma geomática Google Earth (<https://www.google.com/intl/es/earth/about/>).

Figura 3*Sitio de estudio N°1*

Nota. Fotografía satelital del sitio de estudio N° 1 en torno a las coordenadas 6°59'23''N y 71°25'19''O, donde a lo largo de aproximadamente 730 m sobre ambas márgenes del caño existe una cobertura vegetal continua de bosque de galería bien conservado que abarca el 95.82% del área (0.27 km²), persistiendo hasta una distancia máxima de 300 m a partir el cauce. Tomada de la plataforma geomática Google Earth (<https://www.google.com/intl/es/earth/about/>).

Figura 4

Sitio de estudio N°2



Nota. Fotografía satelital del sitio de estudio N° 2 en torno a las coordenadas 6°59'26''N y 71°24'32''O, con cobertura mixta, así: bosque de galería 51.29%; potrero, 34,58% y cultivos transitorios, 11.18% Se utilizó como testigo de que la deforestación ocasiona la desmejora paulatina de los índices ecológicos de la herpetofauna, como se plantea en la hipótesis alterna. Tomada de la plataforma geomática Google Earth (<https://www.google.com/intl/es/earth/about/>).

Figura 5

Sitio de estudio N° 3



Nota. Fotografía satelital del sitio de estudio N° 3 en torno a las coordenadas 6°58'40''N y 71°26'15''O, donde el bosque de galería fue reemplazado por potreros en más de un 94% del área que abarca y a lo largo de unos 720 m del curso del caño. Este sitio está lo suficientemente alejado de cualquier parche o fragmento boscoso significativo desde el cual hubieran podido llegar especies propias del bosque. Tomada de la plataforma geomática Google Earth (<https://www.google.com/intl/es/earth/about/>).

Las imágenes aéreas de los sitios de estudio se tomaron con un drone DJI mini 3 Pro® y sobre el terreno y de los especímenes *in situ* con una cámara Canon® Eos Rebel SL3 con lentes 18-55mm y 75-300mm.

Figura 6

Vista aérea del sitio N° 1



Nota. Aspecto del bosque de galería sobre ambas márgenes del caño Los Perros.

Figura 7

Vista a ras de suelo del sitio N° 1



Nota. Aspecto del curso del caño Los Perros en el interior del sitio N° 1.

Figura 8

Vista aérea del sitio N° 2



Nota. Aspecto del curso del caño Los Perros en el sitio N° 2.

Figura 9

Vista a ras de suelo del sitio N° 2



Nota. Aspecto de la vegetación en el sitio N° 2.

Figura 10

Vista aérea del sitio N° 3



Nota. Aspecto de la vegetación en el sitio N° 3.

Figura 11

Vista a ras de suelo del sitio N° 3



Nota. Aspecto de la vegetación sobre las orillas del caño los perros en el sitio N° 3.

6.2 Zona de Vida

De acuerdo con el sistema de clasificación bioclimática de Holdridge (1967) adaptado para Colombia por Espinal y Montenegro (1977), la zona de vida o formación vegetal presente en el área general de estudio corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T), con una relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial de aproximadamente 1.0:0.8, lo que generaría una provincia de humedad húmeda. Sin embargo, en la región hay un marcado régimen pluvial unimodal porque -bajo condiciones climáticas normales- entre noviembre y abril cae solo el 18% de la precipitación media anual (Gopar *et al.*, 2017). Lo anterior crea condiciones de sequía en el biotopo y un estrés hídrico para la biocenosis en general durante esa mitad del año, lo que obligó a considerar esta circunstancia para formular los objetivos y metodología ya que, si bien la estacionalidad de las lluvias no es determinante de la diversidad de especies, sí lo es de la probabilidad de registrarlas (Blanco *et al.*, 2017; Franco, 2017; Aponte *et al.*, 2020).

6.3 Fase de Campo

6.3.1 Épocas, Tipos, Periodicidad y Esfuerzo de los Muestreos

El muestreo se llevó a cabo durante 16 días por estación climática y por sitio de muestreo, para un total de 48 días entre enero, febrero y marzo en la época seca y 48 días en la húmeda entre julio, agosto y septiembre. En los tres sitios se implementaron dos modalidades de recorrido, así:

Recorridos pedestres de búsqueda activa o técnica de encuentro por inspección visual (Visual encounter survey – VES), adaptada de Heyer *et al.* (1994) a lo largo de transectos lineales (Standardized visual transect sampling – SVTS) adaptado de Veith *et al.* (2004) con captura manual o con gancho herpetológico cuando fue necesario y registro fotográfico de los especímenes.

Recorridos en canoa a lo largo del caño solamente en el sitio 1, porque en los sitios 2 y 3 las orillas del caño fueron fácilmente accesibles y transitables a pie. Las caminatas y los recorridos en canoa se realizaron como se observa en la figura 3.

El VES -una técnica útil y confiable suficientemente probada- se utilizó para la búsqueda y registro de los especímenes a lo largo de transectos en cada uno de los sitios de estudio, obteniendo buenos resultados con respecto al esfuerzo de muestreo y para la toma de los datos usados en los análisis estadísticos.

En cada época de muestreo los recorridos de inspección visual se alternaron por dos días y por sitio en el siguiente horario: un día de las 09:00 a las 17:00h y al día siguiente de las 17:00 a las 01:00h.

Una vez muestreado el sitio 1 durante dos días, se muestrearon los sitios 2 y 3 también durante dos días; repitiendo esta secuencia en los tres sitios hasta terminar el período total de muestreo. Así se abarcaron 16 horas/día, lo que permitió registrar las especies de acuerdo con los patrones de actividad que tienen en la dimensión temporal de sus nichos ecológicos. Con lo anterior, el esfuerzo total aproximado de muestreo fue de 768 horas/hombre.

6.3.2 Captura y Determinación de Especímenes

Durante las caminatas, los animales se buscaron excavando calicatas superficiales, removiendo hojarasca y troncos y observando el estrato arbustivo, las playas y orillas del caño, sitios que pudieran ser parte de la dimensión espacial de sus nichos ecológicos.

No se capturaron especímenes para coleccionarlos e identificarlos ya preservados, porque diferenciar entre géneros o especies fue posible con base en fotografías con buen nivel de detalle y resolución de individuos *in situ* o por comparación de rasgos morfológicos claramente

distintivos vistos en los que se capturaron temporalmente. Para lo anterior se utilizaron catálogos y guías de campo (Rengifo, 1998; Campbell y Lamar, 2004; Rueda *et al.*, 2007; Angarita *et al.*, 2013; Díaz *et al.*, 2022; Acosta, 2023) y las bases de datos <https://amphibiaweb.org>; <https://reptile-database.org>; colombia.inaturalist.org/check_lists/15507-Arauca-Check-List y el Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia en acherpetología.org

Se tuvo en cuenta que el uso de índices como el exponencial de diversidad de Shannon y el inverso de diversidad de Simpson no exigen la identificación plena de los especímenes bastando con diferenciarlos y que, al hallar un contraste significativo en la diversidad de los tres sitios de trabajo, fue posible obtener resultados acordes con la pregunta de investigación, las hipótesis propuestas y los objetivos, así como conclusiones válidas.

Tampoco fue necesario marcar los individuos porque no se trataba de estimar el tamaño de cada población y, por otra parte, al trabajar con ensamblajes las probabilidades de recapturarlos de modo que se generen redundancias son muy bajas (Urbina-Cardona *et al.*, 2015).

Los especímenes capturados temporalmente se introdujeron en un recipiente hermético o en bolsas ziploc® junto con una torunda de algodón impregnada con enflurano®, un éter halogenado [C₃H₂ClF₅O] para uso quirúrgico en humanos que no les produjo malestar y los sedó durante el tiempo suficiente para observarlos detenidamente.

6.4 Análisis Estadístico

6.4.1 Mapas de Tipos y Grados de Cobertura Vegetal en los Sitios de Estudio

Los mapas se digitalizaron usando imágenes satelitales, Google Earth y ArcMap de ArcGIS 10.8; para la georreferenciación de las imágenes satelitales se usaron 6 puntos de control

y la herramienta georeferencing de ArcMap; las capas fueron digitalizadas a escala 1:1000 para determinar con mayor precisión el límite, el área y el porcentaje de cobertura que abarca cada sitio de muestreo, que está delimitada por un buffer de 300 m².

6.4.2 Riqueza a Nivel Taxonómico

Para mostrar la composición de la diversidad de anfibios y reptiles por orden, familia y especie en cada sitio de muestreo y en las dos temporadas, con la herramienta Microsoft® Excel se elaboraron tablas y diagramas de pastel que muestran la riqueza en especies de cada género encontrado.

6.4.3 Diagramas de Rango-Abundancia

Para apreciar la distribución de la abundancia de especies en una comunidad se realizaron diagramas de rango-abundancia (Whittaker, 1965; Trujillo *et al.*, 2023) en los que el eje X representa de izquierda a derecha el orden de la abundancia de las especies desde la más hasta la menos abundante respectivamente y el eje Y la abundancia relativa de cada especie, que se puede expresar como porcentaje o como valor absoluto.

Los diagramas de rango-abundancia proporcionan información útil sobre la estructura y dinámica de las comunidades ecológicas. Algunos de los aspectos que pueden deducirse a partir de estos diagramas son: riqueza de especies, dominancia y patrones de distribución en los sitios de estudio.

6.4.4 Curvas de Rarefacción y Extrapolación

Para estimar la diversidad α se realizaron curvas de rarefacción y extrapolación basadas en la cobertura de la muestra para evaluar la calidad del muestreo y estimar la diversidad, donde un valor alto de esta indica una muestra representativa mientras que un valor bajo sugiere falta de

información, de acuerdo el método de Chao y Jost (2012), que calcula los órdenes de diversidad para cada sitio de muestreo y cada estación con base en los números de Hill (1973):

Q=0: Riqueza de especies o número de especies en un área o comunidad.

Se refiere al número total de especies diferentes presentes en un área determinada, lo que permite inferir la variedad de especies en una comunidad.

Q=1: Exponencial del índice de diversidad de Shannon (1948).

Es una medida de la diversidad verdadera de una comunidad o las especies efectivas; es decir, el número de especies igualmente comunes que componen una comunidad virtual con la misma complejidad que la indicada por la medida original de los sitios de estudio. Este índice no pondera la importancia que tienen las especies comunes o extrañas.

Se expresa como:

$$\text{Exp}(H') = e^{(H')}$$

Donde:

- $\text{Exp}(H')$ es el exponencial del índice de diversidad de Shannon.
- H' es el índice de diversidad de Shannon.
- e es una constante matemática aproximadamente igual a 2.71828.

Ecuación del índice de diversidad de Shannon:

$$H' = -\sum(p_i * \log p_i)$$

Donde:

- p_i es la abundancia relativa de la especie i .

- Σ es la suma sobre todas las especies.

Q=2: Inverso del índice de diversidad de Simpson (1949).

Es una medida de la diversidad en una comunidad que tiene en cuenta la dominancia de cualquier especie y es directamente proporcional al aumento de la diversidad estimada, tiende a ser más sensible que el índice de diversidad de Shannon a las especies dominantes y uniformes.

Se expresa como:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sum (p_i)^2}$$

Donde:

- P_i es la proporción de abundancia de la especie i (es decir, el número de individuos de la especie i dividido por el número total de individuos de la comunidad).
- $\sum (p_i)^2$ es la sumatoria de las abundancias relativas elevadas al cuadrado.

Estos análisis se realizaron mediante el software de programación R y su entorno de desarrollo integrado Rstudio, haciendo uso del paquete iNEXT.

6.4.5 Diagramas BoxPlot

Para comparar la diversidad herpetofauna entre los sitios se realizaron diagramas BoxPlot basados en la riqueza y abundancia de especies encontradas en cada lugar. Se realizaron pruebas no paramétricas de ANOSIM (Clarke, 1993), las cuales evalúan las diferencias entre sitios con base en una matriz de disimilaridad que compara la riqueza y la abundancia de los mismos.

6.4.6 *Modelo lineal generalizado*

Para determinar la afectación que tiene la herpetofauna en función de la proporción del área con cobertura boscosa se realizaron modelos lineales generalizados, haciendo una transformación de residuales a una distribución Gamma con link logarítmica.

6.4.7 *Índice de Disimilitud de Bray-Curtis*

Para determinar la diversidad β se calculó el índice de disimilitud de Bray-Curtis (1957) haciendo uso del paquete *vegan* de R, lo que determinó el grado de disimilitud entre los sitios de muestreo y las estaciones, teniendo en cuenta la abundancia absoluta con el fin de revelar la disimilitud de los tres tipos de cobertura con relación a su composición de especies.

Este índice es una medida de disimilitud entre dos conjuntos de datos. Se utiliza para comparar la composición de especies en diferentes sitios o comunidades.

Se expresa como:

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Donde:

- C_{ij} es la suma de las diferencias mínimas en abundancia de especies compartidas entre los dos sitios.
- S_i y S_j son las sumas de las abundancias de especies en los dos sitios.

El índice de disimilitud de Bray-Curtis varía entre 0 y 1, donde 0 indica una total similitud entre los dos conjuntos de datos y 1 indica una ausencia total de similitud. Una ventaja de este índice es que no está influenciado por diferencias en la riqueza de especies o en la abundancia total de las comunidades comparadas.

6.4.8 Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico

Para determinar el grado de correspondencia entre las especies y los sitios de muestreo se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (Kruskal, 1964) o NMDS por su sigla en inglés, lo que permitió identificar las preferencias en el uso de las coberturas por parte de las especies en el plano multifactorial. Se tuvo en cuenta el valor de *stress*, el cual indica la cantidad de varianza que no se ajustó al análisis así: un valor menor explica mayor varianza por lo que ordenaciones con un *stress* >0.05 y <0.1 indican una proporción excelente en las dimensiones reducidas, con uno >0.1 y <0.2 son muy buenas, con uno >0.2 y <0.3 son buenas y con uno >0.3 indican que la ordenación proporciona una baja representatividad en la variación de los datos. También se realizó una prueba de ANOSIM (Clarke, 1993) para comparar las diferencias de la composición entre los sitios de muestreo en las dos épocas climáticas.

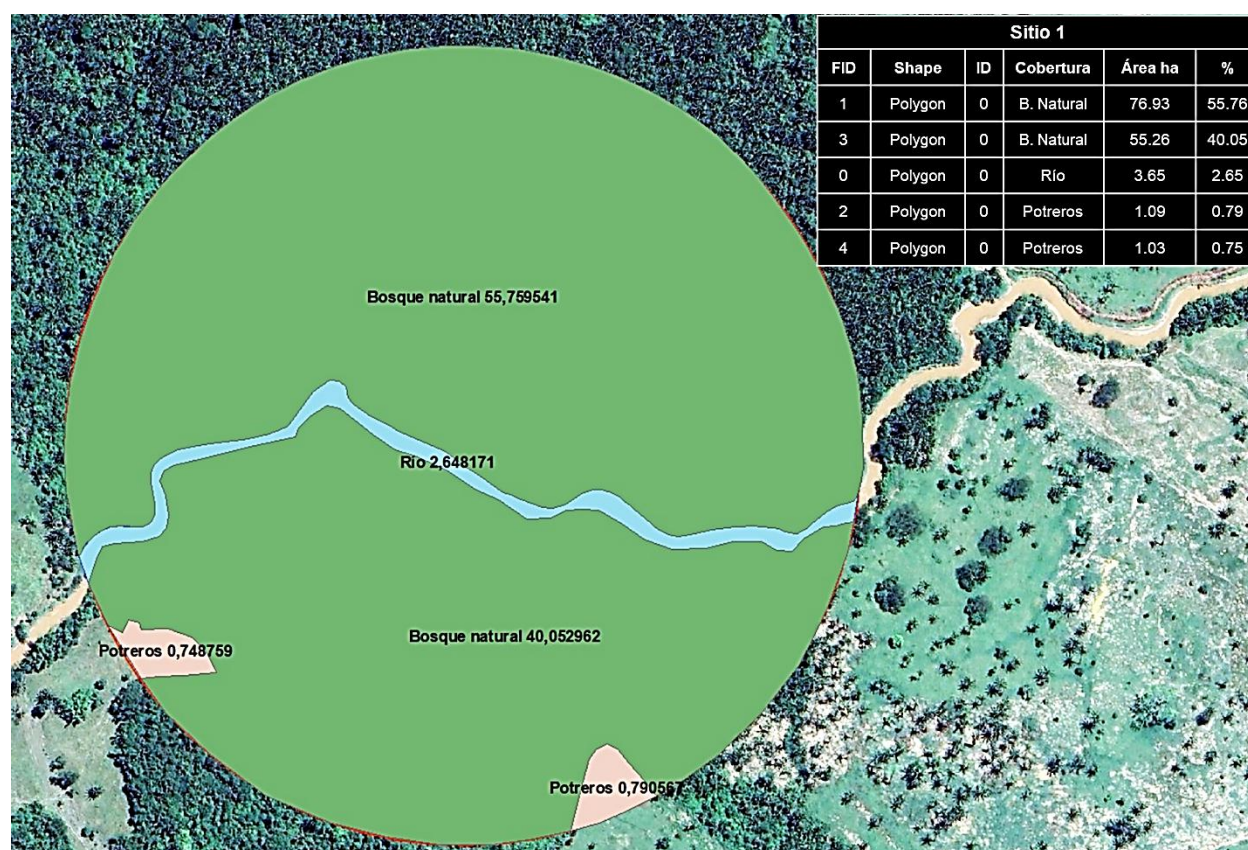
7. Resultados

7.1 Proporción de los Diferentes Tipos de Cobertura Vegetal en los Tres Sitios de Estudio

Las figuras 12, 13 y 14 muestran los mapas de cada sitio de muestreo con los tipos y porcentajes de cobertura vegetal.

Figura 12

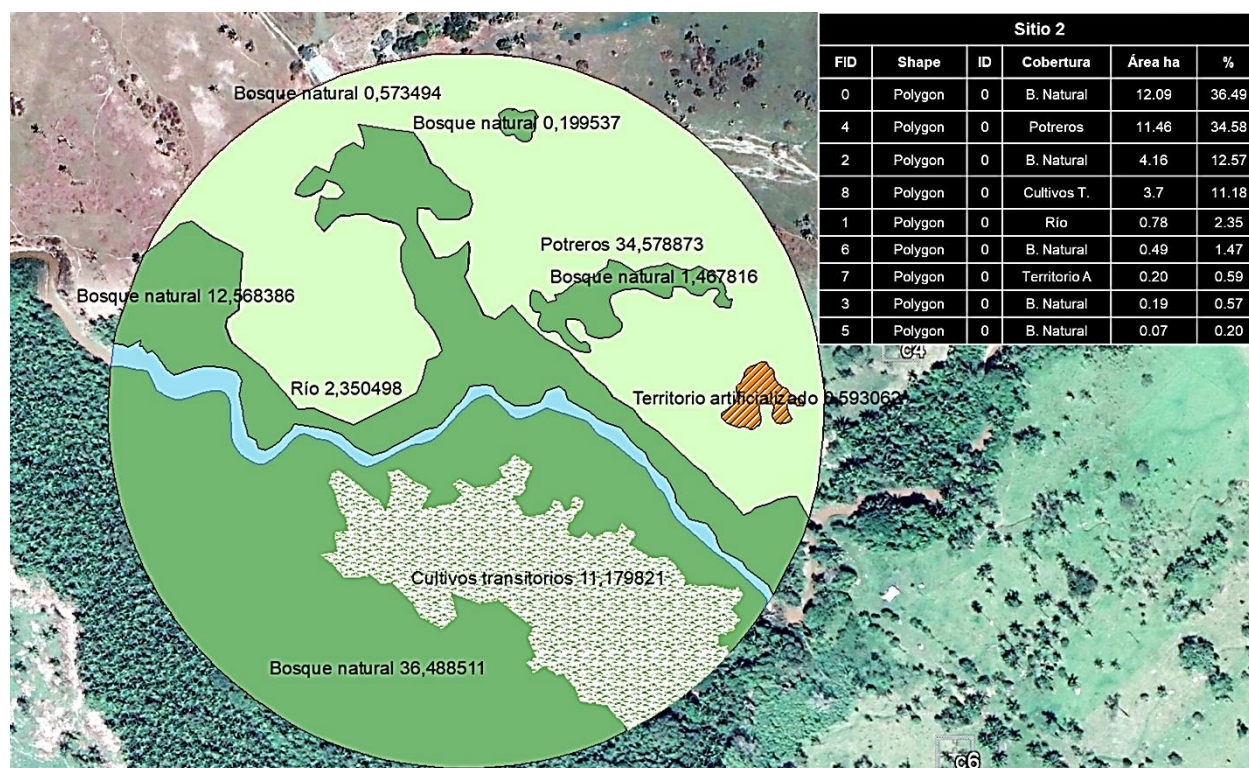
Mapa de los tipos y porcentajes de cobertura vegetal en el sitio N° 1



Nota. Proporciones de cobertura vegetal del sitio N° 1. Se observa una casi total predominancia (95.82%) de bosque de galería; un 1.54% de potrero y un 2.64% para el caño Los perros.

Figura 13

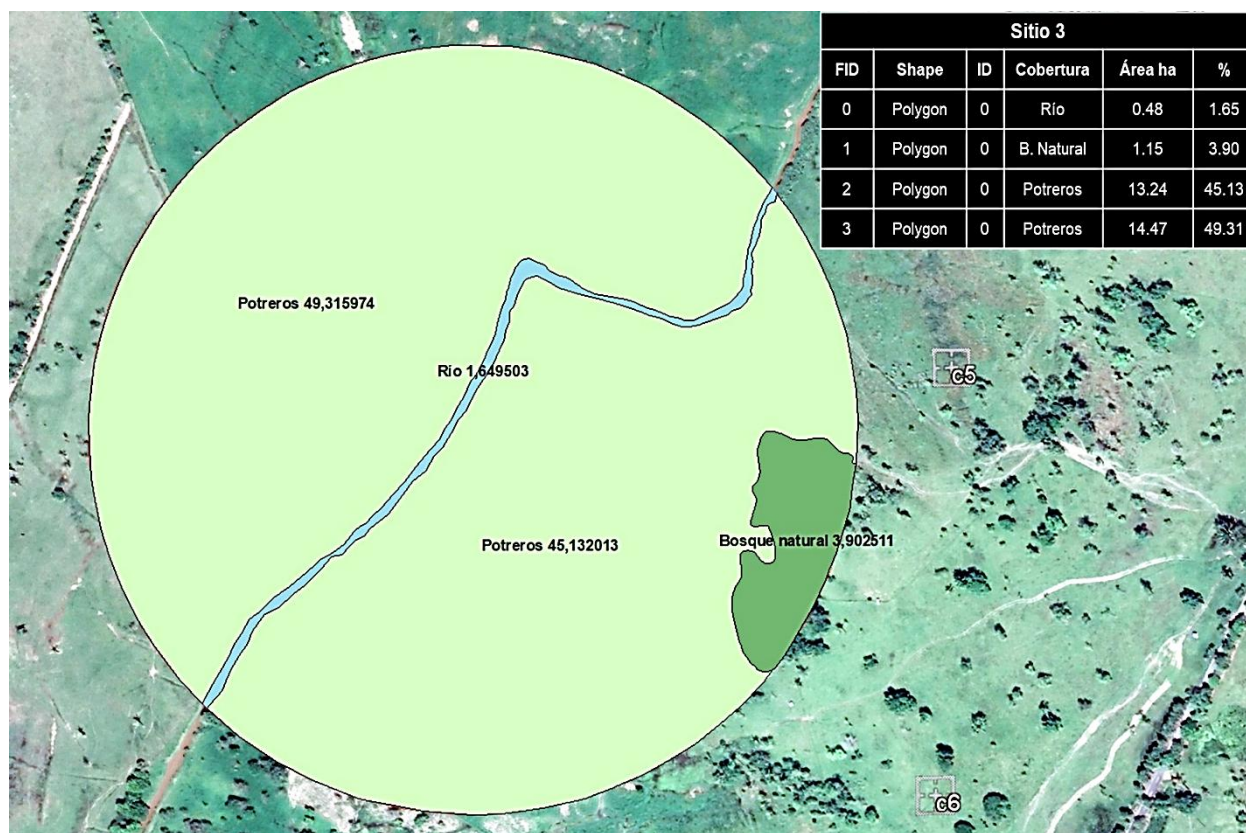
Mapa de los tipos y porcentajes de cobertura vegetal en el sitio N° 2



Nota. Proporciones de cobertura vegetal del sitio N° 2. Aparece un 51.29% de bosque de galería, un 34.58% de potrero y un 11.18% de cultivos transitorios. Al caño Los perros corresponde un 2.35% y un 0.60% al entorno inmediato de una vivienda rural.

Figura 14

Mapa de los tipos y porcentajes de cobertura vegetal en el sitio N° 3



Nota. Proporciones de cobertura vegetal del sitio N° 3. Se observa un 94.45% de potrero, un 3.90% de bosque de galería y 1.65% para el caño Los perros.

7.2 Riqueza a Nivel Taxonómico

A continuación, se presentan las tablas 1 y 2 con la composición de las especies de anfibios y reptiles registradas en los tres sitios de estudio y en ambas épocas de muestreo.

Tabla 1*Composición de anfibios*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	SIGLAS	INDIVIDUOS POR ÉPOCA Y SITIOS DE MUESTREO						TOTAL INDIV.
				S1. Inv.	S2. Inv.	S3. Inv.	S1. Ver.	S2. Ver.	S3. Ver.	
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella beebei</i>	R.b	1	1	2	14	2	0	20
		<i>Rhinella marina</i>	R.m	14	4	0	53	15	7	93
	Hylidae	<i>Boana lanciformis</i>	B.l	1	0	0	80	7	0	88
		<i>Boana platanera</i>	B.pl	2	0	0	25	4	0	31
		<i>Boana pugnax</i>	B.p	2	2	4	113	32	3	156
		<i>Scarthyla goinorium</i>	S.g	0	0	0	14	1	0	15
		<i>Scarthyla vigilans</i>	S.v	0	5	950	101	6	3	1065
		<i>Scinax boulengeri</i>	S.b	0	0	0	222	17	0	239
		<i>Scinax kennedyi</i>	S.k	3	0	0	14	0	0	17
		<i>Scinax longilineus</i>	S.l	4	1	0	17	4	0	26
		<i>Scinax wandae</i>	S.w	1	0	0	21	0	0	22
	Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	A.a	7	5	3	30	3	0	48
		<i>Engystomops pustulosus</i>	E.p	12	9	1	244	154	1	421
		<i>Leptodactylus fragilis</i>	L.f	14	12	73	257	128	76	560
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	L.fu	11	19	24	59	23	11	147
		<i>Leptodactylus insularum</i>	L.i	14	8	10	127	21	12	192
		<i>Leptodactylus latrans</i>	L.l	0	0	13	48	8	5	74
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	L.ma	3	7	4	41	17	10	82
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>	L.m	16	10	0	38	25	0	89
		<i>Pleurodema sp.</i>	P.sp	0	4	4	30	7	0	45
		<i>Pseudopaludicola llanera</i>	P.l	6	0	0	42	9	0	57
	Microhylidae	<i>Elachistocleis ovalis</i>	E.o	9	6	5	39	5	1	65
Gymnophiona	Typhlonectidae	<i>Potamotyphlus kaupii</i>	P.k	0	1	0	0	1	0	2
TOTALES				120	94	1093	1629	489	129	3554

Nota. En la tabla se presentan las especies de anfibios registradas en el muestreo para cada sitio en cada época y las siglas asignadas a cada especie con las que se referenciarán en las gráficas de los análisis estadísticos.

Para la composición de anfibios presentes en los tres sitios de muestreo se registraron 3554 individuos pertenecientes a 23 especies, 11 géneros, cinco familias y dos órdenes. La familia Leptodactylidae fue la mejor representada con 10 especies y cinco géneros, seguida por Hylidae con nueve especies y tres géneros. Los géneros *Leptodactylus* y *Scinax* con seis y cuatro especies respectivamente fueron los más ricos. *Scarthyla vigilans* fue la especie más abundante con 1065 individuos. No pudo identificarse plenamente una especie de rana, (*Pleurodema sp.*).

Tabla 2

Composición de reptiles

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	SIGLAS	INDIVIDUOS POR ÉPOCA Y SITIOS DE MUESTREO						TOTAL INDIV.
				S1. Inv.	S2. Inv.	S3. Inv.	S1. Ver.	S2. Ver.	S3. Ver.	
Testudines	Chelidae	<i>Chelus orinocensis</i>	C.o	0	0	0	13	0	0	13
	Podocnemididae	<i>Podocnemis sp.</i>	P.sp	15	0	0	44	0	0	59
	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	C.ca	0	0	0	9	0	0	9
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	C.c	172	42	35	281	77	24	631
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	B.c	1	0	0	0	0	0	1
		<i>Corallus ruschenbergerii</i>	C.r	3	0	0	14	2	0	19
		<i>Eunectes akayima</i>	E.a	4	2	0	17	1	0	24
	Colubridae	<i>Atractus univittatus</i>	A.u	1	0	0	0	0	0	1
		<i>Chironius spixii</i>	C.s	9	5	2	23	2	1	42
		<i>Clelia clelia</i>	C.cl	1	1	1	8	1	0	12
		<i>Erythrolamprus bizona</i>	E.b	1	0	0	4	0	0	5
		<i>Helicops angulatus</i>	H.a	0	3	4	47	13	2	69
		<i>Hydrops triangularis</i>	H.t	2	1	0	24	6	0	33
		<i>Leptodeira annulata</i>	L.a	9	3	2	55	8	2	79

Squamata		<i>Oxyrhopus clathratus</i>	O.c	0	0	0	23	1	0	24
		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	P.n	1	1	0	1	0	0	3
		<i>Sibon nebulatus</i>	S.n	0	0	0	10	0	0	10
		<i>Spilotes pullatus</i>	S.p	2	0	0	9	0	0	11
		<i>Tantilla melanocephala</i>	T.m	0	0	0	11	1	0	12
	Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i>	A.au	1	1	0	31	7	0	40
		<i>Anolis fuscoauratus</i>	A.f	0	0	0	19	0	0	19
		<i>Anolis scypheus</i>	A.s	0	0	0	21	0	0	21
	Elapidae	<i>Micrurus dumerilii</i>	M.d	0	0	0	15	2	0	17
		<i>Micrurus lemniscatus</i>	M.l	1	0	0	3	0	0	4
	Gymnophthalmi- dae	<i>Gymnophthalmus leucomystax</i>	G.l	1	1	0	10	4	0	16
		<i>Gymnophtalmus speciosus</i>	G.s	2	0	0	9	0	0	11
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	I.i	7	3	2	37	12	3	64
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes riveroi</i>	G.i	2	1	0	14	2	0	19
	Typhlopidae	<i>Indotyphlops braminus</i>	I.b	2	0	0	6	0	0	8
	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	A.a	19	15	6	35	13	6	94
		<i>Ameiva praesignis</i>	A.p	9	0	0	30	0	0	39
		<i>Cnemidophorus gramivagus</i>	C.g	24	22	15	117	67	25	270
		<i>Crocodilurus amazonicus</i>	C.a	0	0	0	8	0	0	8
		<i>Tupinambis teguixin</i>	T.t	10	5	6	24	14	1	60
	Viperidae	<i>Bothrops cf. asper</i>	B.as	1	0	0	2	0	0	3
		<i>Bothrops atrox</i>	B.a	3	1	1	15	0	0	20
TOTALES				303	107	74	989	233	64	1770

Nota. En la tabla se presentan las especies de reptiles registradas en el muestreo para cada sitio en cada época y las siglas asignadas a cada especie con las que se referenciaran en las gráficas de los análisis estadísticos.

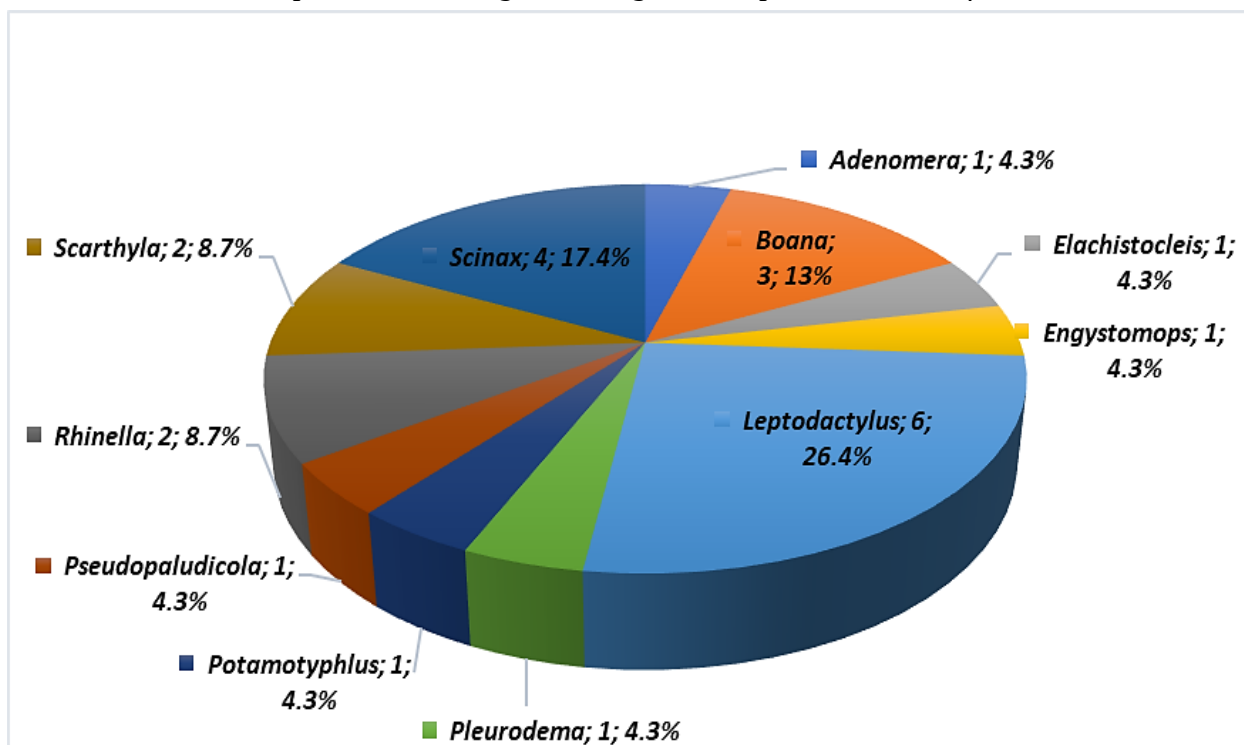
Para los reptiles se registraron 1770 individuos pertenecientes a 36 especies, 30 géneros, 14 familias y tres órdenes. La familia Colubridae con 12 especies y 12 géneros fue la más rica. Los lagartos del género *Anolis* registraron tres especies y *Caiman crocodilus* fue la especie más abundante con 631 individuos. No fueron identificables las tortugas avistadas del género

Podocnemis y sobre una serpiente (*Bothrops cf. asper*) no se tiene certeza sobre su identificación.

Las gráficas 1 y 2 muestran la cantidad de especies por género y el porcentaje que representan sobre la muestra total de especies para cada clase taxonómica.

Gráfica 1

Distribución de las especies entre los géneros registrados para la clase anfibios

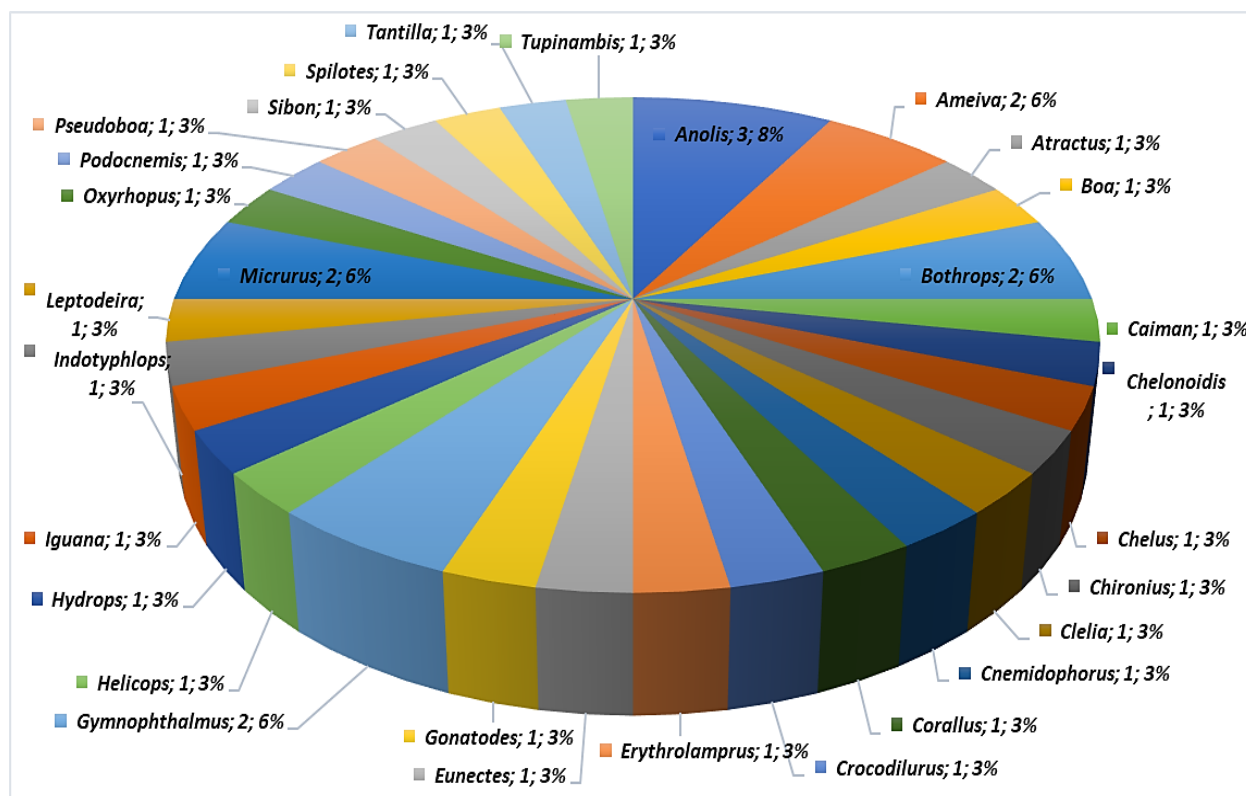


Nota. La grafica indica el número de especies de anfibios por género y la proporción que ocupa dentro del muestreo.

Los anfibios se distribuyen en 11 géneros, siendo el género *Leptodactylus* el más rico con seis especies, un 26.4% de la totalidad del muestreo; seguido por los géneros *Scinax* (cuatro especies) y *Boana* (tres especies) con 17.3 y 13% respectivamente. Seguidamente se encuentran los géneros *Scarthylla* y *Rhinella* (dos especies) con el 8.7% de total cada uno y por último aparecen los géneros que cuentan con una sola especie con 4.3% cada uno.

Gráfica 2

Distribución de las especies entre los géneros registrados para el clado reptiles



Nota. La grafica indica el número de especies de reptiles por género y la proporción que ocupa dentro del muestreo.

Los reptiles se distribuyen en 30 géneros, siendo el género *Anolis* es el más diverso con un 8% del muestreo total y tres especies, seguido por géneros como *Bothrops* y *Gymnophthalmus* con el 6% y dos especies cada uno y por último los géneros que solo tienen un representante con el 3% cada uno.

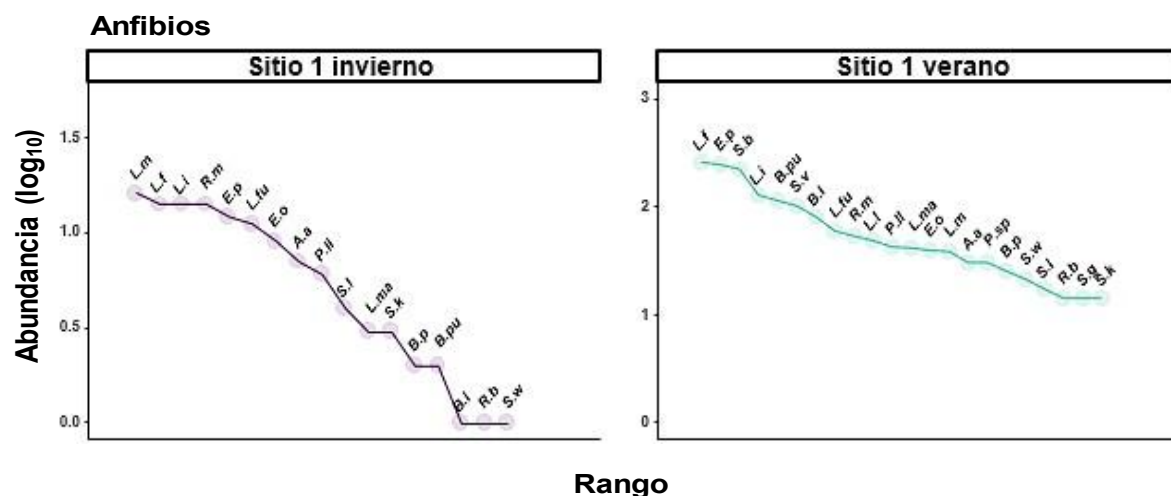
7.3 Variación de la Riqueza y Abundancia de Anfibios y Reptiles Entre los Sitios de Muestreo con las Épocas Húmeda y Seca

Los diagramas de rango-abundancia muestran que la riqueza y abundancia de anfibios (Grafica 3, 4 y 5) y reptiles (Grafica 6, 7 y 8) varían entre los sitios de trabajo con las épocas

húmeda-seca y también en cada sitio y que se distribuyen en tres rangos: “dominante” (muy abundantes), “comunes” (moderadamente abundantes) y “raros” (escasamente abundantes).

Gráfica 3

Diagramas de rango-abundancia para anfibios (sitio 1)



Nota. Rango-abundancia para los anfibios registrados en el sitio de estudio N° 1 en las temporadas de invierno y verano.

7.3.1 Anfibios en el Sitio 1

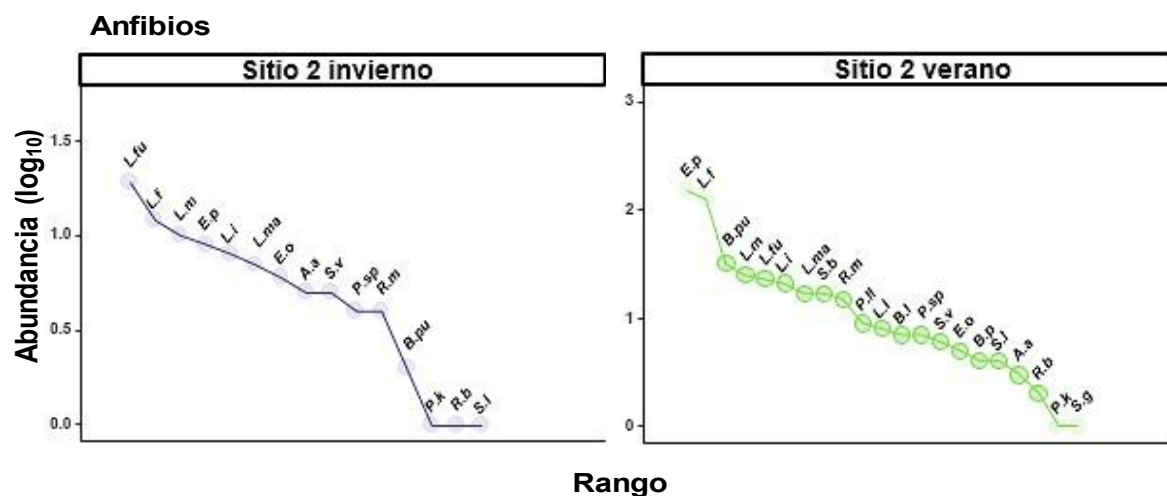
En invierno, en el sitio 1 se registraron 17 especies distribuidas en 10 dominantes pertenecientes a los géneros *Leptodactylus*, *Rhinella*, *Engystomops*, *Elachistocleis*, *Adenomera*, *Pseudopaludicola* y *Scinax*; cuatro intermedias de los géneros *Leptodactylus*, *Scinax* y *Boana* y tres raras de los géneros *Boana*, *Rhinella* y *Scinax*.

En verano, en el sitio 1 la riqueza de anfibios aumentó a 22 especies distribuidas en 10 dominantes pertenecientes a los géneros *Leptodactylus*, *Engystomops*, *Scinax*, *Boana*, *Scarthyla* y *Rhinella*; nueve intermedias de los géneros *Pseudopaludicola*, *Leptodactylus*, *Elachistocleis*,

Adenomera, *Pleurodema*, *Boana* y *Scinax* y tres raras de los géneros *Rhinella*, *Scarthyia* y *Scinax*.

Gráfica 4

Diagramas de rango-abundancia para anfibios (sitio 2)



Nota. Rango-abundancia para los anfibios registrados en el sitio de estudio N° 2 en las temporadas de invierno y verano.

7.3.2 Anfibios en el Sitio 2

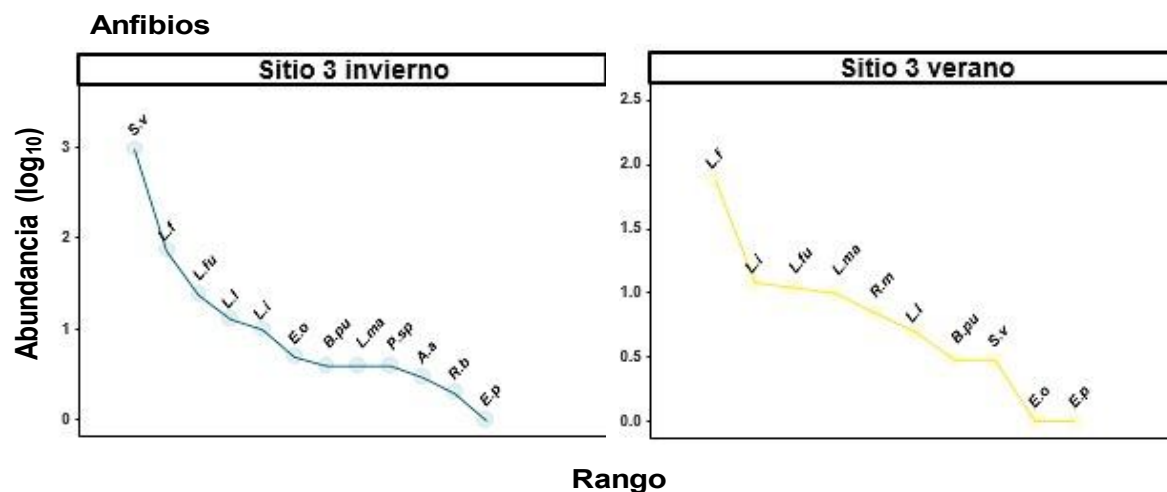
En invierno, en el sitio 2 aparecieron 15 especies distribuidas en nueve dominantes pertenecientes a los géneros *Leptodactylus*, *Engystomops*, *Elachistocleis*, *Adenomera* y *Scarthyia*; tres intermedias de los géneros *Pleurodema*, *Rhinella* y *Boana* y tres raras de los géneros *Potamotyphlus*, *Rhinella* y *Scinax*.

En verano, en el sitio 2 la riqueza de anfibios aumentó alcanzando 21 especies distribuidas en cinco dominantes pertenecientes a los géneros *Engystomops*, *Leptodactylus* y *Boana*; 14 intermedias de los géneros *Leptodactylus*, *Scinax*, *Rhinella*, *Pseudopaludicola*,

Boana, *Pleurodema*, *Scarthyla*, *Elachistocleis* y *Adenomera* y dos raras de los géneros *Potamotyphlus* y *Scarthyla*.

Gráfica 5

Diagramas de rango-abundancia para anfibios (sitio 3)



Nota. Rango-abundancia para los anfibios registrados en el sitio de estudio N° 3 en las temporadas de invierno y verano.

7.3.3 Anfibios en el Sitio 3

En invierno, en el sitio 3 se registraron 12 especies, de las cuales solamente dos, pertenecientes a los géneros *Scarthyla* y *Leptodactylus* fueron dominantes; nueve intermedias de los géneros *Leptodactylus*, *Elachistocleis*, *Boana*, *Pleurodema*, *Adenomera* y *Rhinella* y una rara del género *Engystomops*.

En verano, en el sitio 3 la riqueza de anfibios disminuyó a 10 especies distribuidas en tres dominantes todas del género *Leptodactylus*; cinco intermedias de los géneros *Leptodactylus*, *Rhinella*, *Boana* y *Scarthyla* y dos raras de los géneros *Elachistocleis* y *Engystomops*.

La tabla 3 contiene la relación de las especies de anfibios registradas en cada sitio de trabajo y en cada época de acuerdo con su posición en los diagramas de rango-abundancia.

Tabla 3

Distribución de la diversidad de anfibios en rangos de abundancia

RANGO DE ABUNDANCIA		SITIO 1		SITIO 2		SITIO 3	
		INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
Dominante	1	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Scarthyia vigilans</i>	<i>Leptodactylus fragilis</i>
	2	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Leptodactylus fragilis</i>	<i>Leptodactylus insularum</i>
	3	<i>Leptodactylus insularum</i>	<i>Scinax boulengeri</i>	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	<i>Boana pugnax</i>		<i>Leptodactylus fuscus</i>
	4	<i>Rhinella marina</i>	<i>Leptodactylus insularum</i>	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Leptodactylus mystaceus</i>		
	5	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Boana pugnax</i>	<i>Leptodactylus insularum</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>		
	6	<i>Leptodactylus fuscus</i>	<i>Scarthyia vigilans</i>	<i>Leptodactylus macrosternum</i>			
	7	<i>Elachistocleis ovalis</i>	<i>Boana lanciformis</i>	<i>Elachistocleis ovalis</i>			
	8	<i>Adenomera andreae</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>	<i>Adenomera andreae</i>			
	9	<i>Pseudopaludicola llanera</i>	<i>Rhinella marina</i>	<i>Scarthyia vigilans</i>			
	10	<i>Scinax longilineus</i>	<i>Leptodactylus latrans</i>				
Común	1	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	<i>Pseudopaludicola llanera</i>	<i>Pleurodema sp.</i>	<i>Leptodactylus insularum</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>	<i>Leptodactylus macrosternum</i>
	2	<i>Scinax kennedyi</i>	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	<i>Rhinella marina</i>	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	<i>Leptodactylus latrans</i>	<i>Rhinella marina</i>
	3	<i>Boana platanera</i>	<i>Elachistocleis ovalis</i>	<i>Boana pugnax</i>	<i>Scinax boulengeri</i>	<i>Leptodactylus insularum</i>	<i>Leptodactylus latrans</i>
	4	<i>Boana pugnax</i>	<i>Leptodactylus mystaceus</i>		<i>Rhinella marina</i>	<i>Elachistocleis ovalis</i>	<i>Boana pugnax</i>
	5		<i>Adenomera andreae</i>		<i>Pseudopaludicola llanera</i>	<i>Boana pugnax</i>	<i>Scarthyia vigilans</i>
	6		<i>Pleurodema sp.</i>		<i>Leptodactylus latrans</i>	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	
	7		<i>Boana platanera</i>		<i>Boana lanciformis</i>	<i>Pleurodema sp.</i>	
	8		<i>Scinax wandae</i>		<i>Pleurodema sp.</i>	<i>Adenomera andreae</i>	
	9		<i>Scinax longilineus</i>		<i>Scarthyia vigilans</i>	<i>Rhinella beebei</i>	
	10				<i>Elachistocleis ovalis</i>		
	11				<i>Boana platanera</i>		

	12				<i>Scinax longilineus</i>		
	13				<i>Adenomera andreae</i>		
	14				<i>Rhinella beebei</i>		
Raro	1	<i>Boana lanciformis</i>	<i>Rhinella beebei</i>	<i>Potamotyphlus kaupii</i>	<i>Potamotyphlus kaupii</i>	<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Elachistocleis ovalis</i>
	2	<i>Rhinella beebei</i>	<i>Scarthyla goinorium</i>	<i>Rhinella beebei</i>	<i>Scarthyla goinorium</i>		<i>Engystomops pustulosus</i>
	3	<i>Scinax wandae</i>	<i>Scinax kennedyi</i>	<i>Scinax longilineus</i>			

Nota. Especies de anfibios registradas en los tres sitios de trabajo y en las dos temporadas con el rango que ocupan según su abundancia.

7.3.4 Variaciones relevantes en la riqueza y abundancia de algunos géneros y especies de anfibios en los sitios de trabajo y épocas climáticas

Como se observa en la tabla 1 la riqueza y abundancia de especies de los géneros *Scinax*, *Boana* y *Scarthyla*, tienden a disminuir o desaparecer en la medida que disminuye la cobertura vegetal.

Scinax wandae y *S. kennedyi* sólo se encontraron en el sitio 1, tanto en invierno como en verano; *Scinax longilineus* se registró en los sitios 1 y 2 en las dos temporadas, mientras que *Scinax boulengeri* se registró en los sitios 1 y 2 solo en la época de verano. En el sitio 3 el género *Scinax* no se registró en ninguna de las dos temporadas.

Scarthyla goinorium se presentó en los sitios 1 y 2 solo durante la época de verano, aunque con más abundancia para el sitio 1, mientras que *Scarthyla vigilans* fue abundante en los sitios 2 y 3 y ausente en el sitio 1 durante el invierno, pero su presencia en los sitios 2 y 3 disminuyó drásticamente en verano, época en la que abunda en el sitio 1.

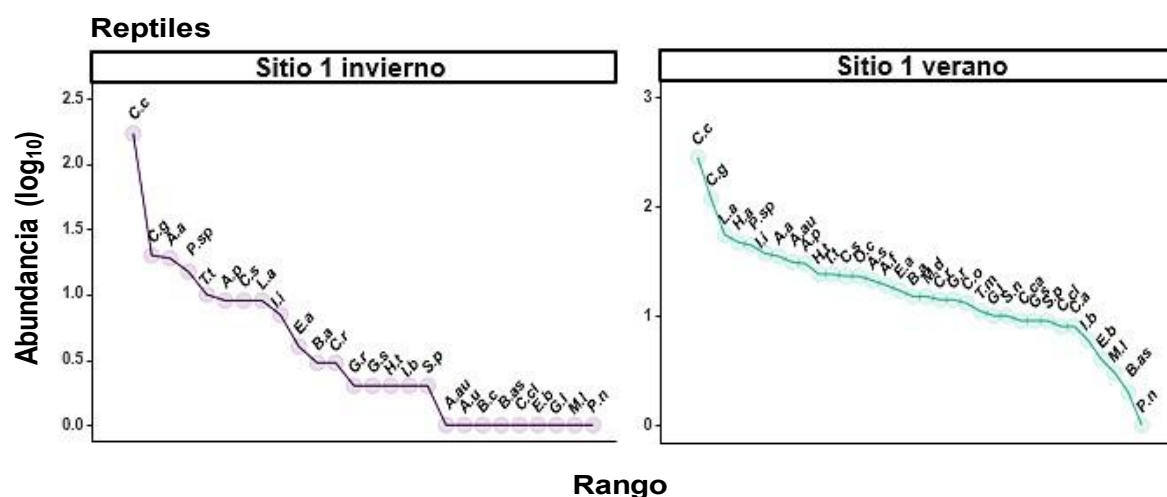
El género *Boana* está presente en los tres sitios, pero el sitio 1 es el único con las tres especies de este género en las dos épocas. En el sitio 2, las tres especies de *Boana* solo se

registraron en verano, mientras que en el sitio 3 solo *Boana pugnax* estuvo presente en ambas épocas.

Géneros como *Leptodactylus*, *Elachistocleis* y *Rhinella* están presentes en los tres sitios con una abundancia similar en invierno, pero con una abundancia mucho mayor en el sitio 1 durante el verano.

Gráfica 6

Diagramas de rango-abundancia para reptiles (sitio 1)



Nota. Rango-abundancia para los reptiles registrados en el sitio de estudio N° 1 en las temporadas de invierno y verano.

7.3.5 Reptiles en el Sitio 1

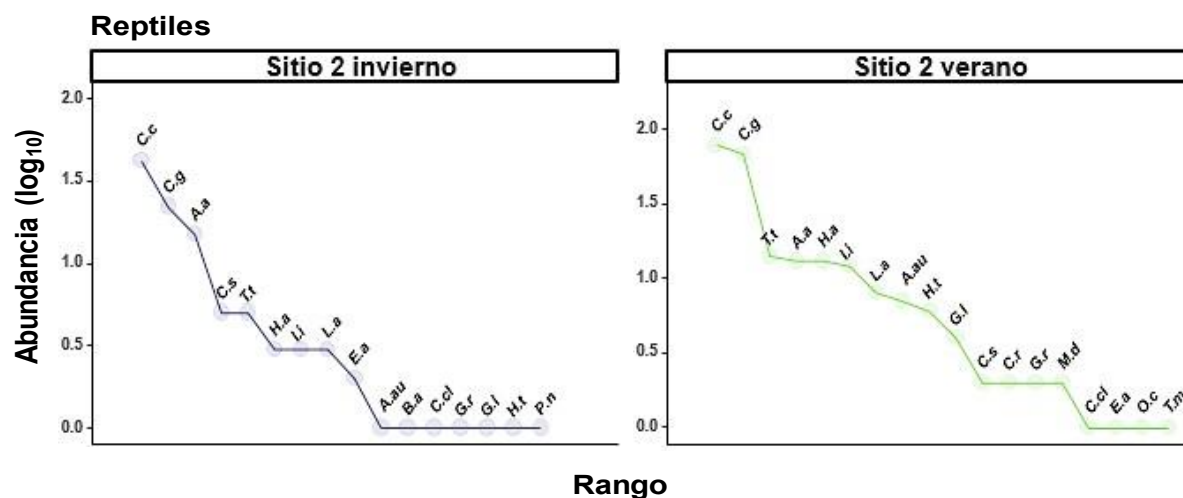
En invierno, en el sitio 1 se registraron 26 especies distribuidas en tres dominantes pertenecientes a los géneros *Caiman*, *Cnemidophorus* y *Ameiva*; 14 intermedias de los géneros *Podocnemis*, *Tupinambis*, *Ameiva*, *Chironius*, *Leptodeira*, *Iguana*, *Eunectes*, *Bothrops*, *Corallus*, *Gonatodes*, *Gymnophthalmus*, *Hydrops*, *Indotyphlops* y *Spilotes* y nueve raras de los géneros

Anolis, *Atractus*, *Boa*, *Bothrops*, *Clelia*, *Erythrolamprus*, *Gymnophthalmus*, *Micrurus* y *Pseudoboa*.

En verano, en el sitio 1 la riqueza de reptiles aumentó a 34 especies distribuidas en nueve dominantes pertenecientes a los géneros *Caiman*, *Cnemidophorus*, *Leptodeira*, *Helicops*, *Podocnemis*, *Iguana*, *Ameiva* y *Anolis*; 20 intermedias de los géneros *Hydrops*, *Tupinambis*, *Chironius*, *Oxyrhopus*, *Anolis*, *Eunectes*, *Bothrops*, *Micrurus*, *Corallus*, *Gonatodes*, *Chelus*, *Tantilla*, *Gymnophthalmus*, *Sibon*, *Chelonoidis*, *Spilotes*, *Clelia* y *Crocodilurus* y cinco raras de los géneros *Indotyphlops*, *Erythrolamprus*, *Micrurus*, *Bothrops* y *Pseudoboa*.

Gráfica 7

Diagramas de rango-abundancia para reptiles (sitio 2)



Nota. Rango-abundancia para los reptiles registrados en el sitio de estudio N° 2 en las temporadas de invierno y verano.

7.3.6 Reptiles en el Sitio 2

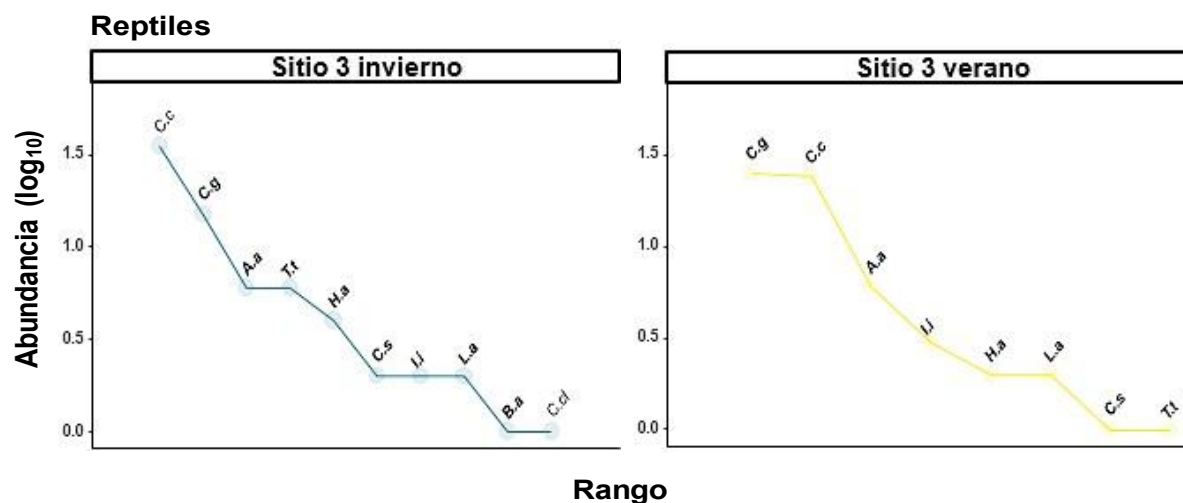
En invierno, en el sitio 2 aparecieron 16 especies distribuidas en tres dominantes pertenecientes a los géneros *Caiman*, *Cnemidophorus* y *Ameiva*; seis intermedias de los géneros

Chironius, *Tupinambis*, *Helicops*, *Iguana*, *Leptodeira* y *Eunectes* y siete raras de los géneros *Anolis*, *Bothrops*, *Clelia*, *Gonatodes*, *Gymnophthalmus*, *Hydrops* y *Pseudoboa*.

En verano, en el sitio 2 la riqueza de reptiles aumentó alcanzando 18 especies distribuidas en cuatro dominantes pertenecientes a los géneros *Caiman*, *Cnemidophorus*, *Tupinambis* y *Ameiva*; 10 intermedias de los géneros *Helicops*, *Iguana*, *Leptodeira*, *Anolis*, *Hydrops*, *Gymnophthalmus*, *Chironius*, *Corallus*, *Gonatodes* y *Micrurus* y cuatro raras de los géneros *Clelia*, *Eunectes*, *Oxyrhopus* y *Tantilla*.

Gráfica 8

Diagramas de rango-abundancia para reptiles (sitio 3)



Nota. Rango-abundancia para los reptiles registrados en el sitio de estudio N° 3 en las temporadas de invierno y verano.

7.3.7 Reptiles en el Sitio 3

En invierno, en el sitio 3 se registraron 10 especies, de las cuales solamente dos, pertenecientes a los géneros *Caiman* y *Cnemidophorus* fueron dominantes; seis intermedias de

los géneros *Ameiva*, *Tupinambis*, *Helicops*, *Chironius*, *Iguana* y *Leptodeira* y dos raras de los géneros *Bothrops* y *Clelia*.

En verano, en el sitio 3 la riqueza de reptiles disminuyó a ocho especies distribuidas en dos dominantes de los géneros *Cnemidophorus* y *Caiman*; cuatro intermedias de los géneros *Ameiva*, *Iguana*, *Helicops* y *Leptodeira* y dos raras de los géneros *Chironius* y *Tupinambis*.

La tabla 4 contiene la relación de las especies de reptiles registradas en cada sitio de trabajo y en cada época de acuerdo con su posición en los diagramas de rango-abundancia.

Tabla 4

Distribución de la diversidad de reptiles en rangos de abundancia

RANGO DE ABUNDANCIA		SITIO 1		SITIO 2		SITIO 3	
		INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
Dominante	1	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Caiman crocodilus</i>	<i>Cnemidophorus gramivagus</i>
	2	<i>Cnemidophorus gramivagus</i>	<i>Cnemidophorus gramivagus</i>	<i>Cnemidophorus gramivagus</i>	<i>Cnemidophorus gramivagus</i>	<i>Cnemidophorus gramivagus</i>	<i>Caiman crocodilus</i>
	3	<i>Ameiva ameiva</i>	<i>Leptodeira annulata</i>	<i>Ameiva ameiva</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>		
	4		<i>Helicops angulatus</i>		<i>Ameiva ameiva</i>		
	5		<i>Podocnemis sp.</i>				
	6		<i>Iguana iguana</i>				
	7		<i>Ameiva ameiva</i>				
	8		<i>Anolis auratus</i>				
	9		<i>Ameiva praesignis</i>				
	1	<i>Podocnemis sp.</i>	<i>Hydrops triangularis</i>	<i>Chironius spixii</i>	<i>Helicops angulatus</i>	<i>Ameiva ameiva</i>	<i>Ameiva ameiva</i>
	2	<i>Tupinambis teguixin</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>	<i>Iguana iguana</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>	<i>Iguana iguana</i>
	3	<i>Ameiva praesignis</i>	<i>Chironius spixii</i>	<i>Helicops angulatus</i>	<i>Leptodeira annulata</i>	<i>Helicops angulatus</i>	<i>Helicops angulatus</i>
	4	<i>Chironius spixii</i>	<i>Oxyrhopus clathratus</i>	<i>Iguana iguana</i>	<i>Anolis auratus</i>	<i>Chironius spixii</i>	<i>Leptodeira annulata</i>
	5	<i>Leptodeira annulata</i>	<i>Anolis scypheus</i>	<i>Leptodeira annulata</i>	<i>Hydrops triangularis</i>	<i>Iguana iguana</i>	
	6	<i>Iguana iguana</i>	<i>Anolis</i>	<i>Eunectes</i>	<i>Gymnophthalm</i>	<i>Leptodeira</i>	

Común			<i>fuscoauratus</i>	<i>akayima</i>	<i>us leucomystax</i>	<i>annulata</i>	
	7	<i>Eunectes akayima</i>	<i>Eunectes akayima</i>		<i>Chironius spixii</i>		
	8	<i>Bothrops atrox</i>	<i>Bothrops atrox</i>		<i>Corallus ruschenbergieri</i>		
	9	<i>Corallus ruschenbergieri</i>	<i>Micrurus dumerilii</i>		<i>Gonatodes riveroi</i>		
	10	<i>Gonatodes riveroi</i>	<i>Corallus ruschenbergieri</i>		<i>Micrurus dumerilii</i>		
	11	<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	<i>Gonatodes riveroi</i>				
	12	<i>Hydrops triangularis</i>	<i>Chelus orinocensis</i>				
	13	<i>Indotyphlops braminus</i>	<i>Tantilla melanocephala</i>				
	14	<i>Spilotes pullatus</i>	<i>Gymnophthalmus leucomystax</i>				
	15		<i>Sibon nebulatus</i>				
	16		<i>Chelonoidis carbonarius</i>				
	17		<i>Gymnophthalmus speciosus</i>				
	18		<i>Spilotes pullatus</i>				
Raro	19		<i>Clelia clelia</i>				
	20		<i>Crocodylus amazonicus</i>				
	1	<i>Anolis auratus</i>	<i>Indotyphlops braminus</i>	<i>Anolis auratus</i>	<i>Clelia clelia</i>	<i>Bothrops atrox</i>	<i>Chironius spixii</i>
	2	<i>Atractus univittatus</i>	<i>Erythrolamprus bizona</i>	<i>Bothrops atrox</i>	<i>Eunectes akayima</i>	<i>Clelia clelia</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>
	3	<i>Boa constrictor</i>	<i>Micrurus lemniscatus</i>	<i>Clelia clelia</i>	<i>Oxyrhopus clathratus</i>		
	4	<i>Bothrops cf. asper</i>	<i>Bothrops cf. asper</i>	<i>Gonatodes riveroi</i>	<i>Tantilla melanocephala</i>		
	5	<i>Clelia clelia</i>	<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	<i>Gymnophthalmus leucomystax</i>			
	6	<i>Erythrolamprus bizona</i>		<i>Hydrops triangularis</i>			
	7	<i>Gymnophthalmus leucomystax</i>		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>			
	8	<i>Micrurus lemniscatus</i>					
	9	<i>Pseudoboa neuwiedii</i>					

Nota. Especies de reptiles registradas en los tres sitios de trabajo y en las dos temporadas con el rango que ocupan según su abundancia.

7.3.8 Variaciones relevantes en la riqueza y abundancia de una familia y algunos géneros y especies de reptiles en los sitios de trabajo y épocas climáticas

Como se observa en la tabla 2 la familia Colubridae presentó la mayor riqueza en el sitio 1 y aunque en los sitios 2 y 3 hubo géneros de esta familia, no están todas las especies y las presentes son menos abundantes que en el sitio 1.

Durante las dos épocas de muestreo y en los tres sitios de estudio *Caiman crocodilus* y *Cnemidophorus gramivagus* se mostraron dominantes sobre las demás especies y aunque sus abundancias disminuyeron conforme disminuye la cobertura vegetal, siempre fueron las dos especies que más registros obtuvieron en cada uno de los sitios.

El género *Anolis* apareció en los sitios 1 y 2 para las dos temporadas con *A. auratus*, pero en verano las otras dos especies, *A. scypheus* y *A. fuscoauratus* solo registraron en el sitio 1. En el sitio 3 no se registró ninguna especie de este género.

El género *Ameiva* estuvo en los tres sitios con *A. ameiva* en las dos épocas, pero *A. praesignis* solo se registró para las dos temporadas en el sitio 1.

Podocnemis sp. se observó en el sitio 1 para las dos épocas; mientras que *Chelus orinocensis* y *Chelonoidis carbonarius* estuvieron en este sitio solo en verano. En los sitios 2 y 3 no se registraron especies de estos géneros en ninguna temporada.

El género *Micrurus* se vio en los sitios 1 y 2; *M. lemniscatus* se registró solo en el sitio 1 en las dos temporadas; mientras que *M. dumerilii* se registró en los sitios 1 y 2 solo en la temporada de verano. En el sitio 3 no se encontró ninguna especie de este género.

Bothrops cf. asper solo se registró en el sitio 1 y con baja abundancia en las dos temporadas; mientras que *Bothrops atrox* se encontró en los tres sitios en invierno y con baja

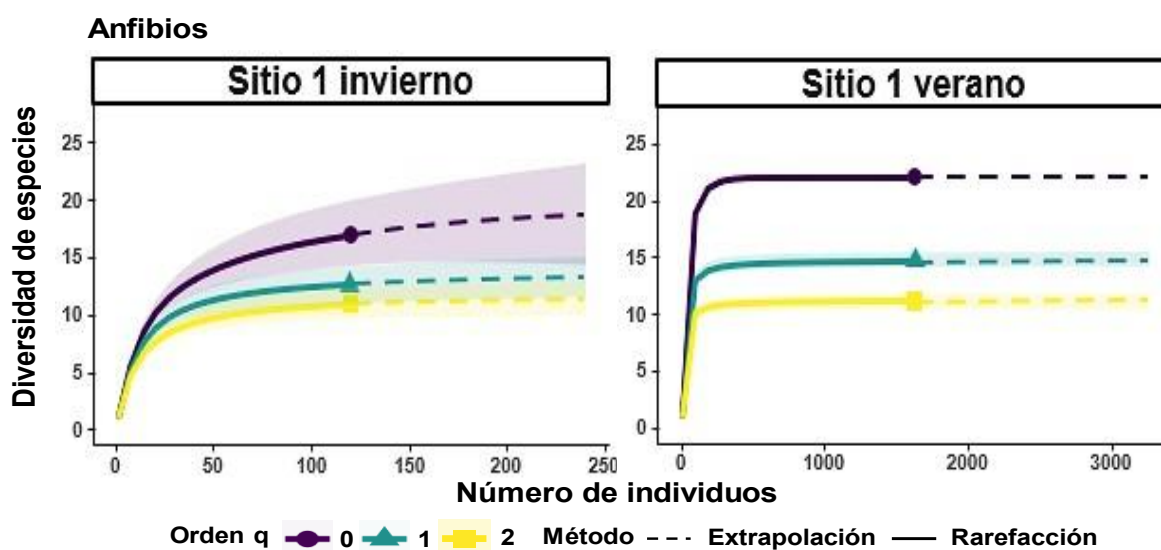
abundancia, pero en la época de verano solo apareció en el sitio 1 y con mayor abundancia en comparación con la época de invierno.

7.4 Relación Entre la Diversidad Observada y Estimada en los Sitios de Estudio Para Cada Época de Muestreo

Las curvas de rarefacción y extrapolación evidencian: 1. Una cobertura de la muestra mayor al 90% en todos los casos, lo que sugiere una buena representatividad de los muestreos y 2. Que la diversidad observada y estimada, según los números de Hill, tienden a disminuir tanto para anfibios (Grafica 5) como para reptiles (Grafica 6) a medida que se redujo el porcentaje de cobertura boscosa en los sitios de muestreo, e igualmente que varía en cada sitio con las épocas húmeda y seca (Gráficas 5 y 6).

Gráfica 9

Curvas de rarefacción y extrapolación para anfibios (sitio 1)



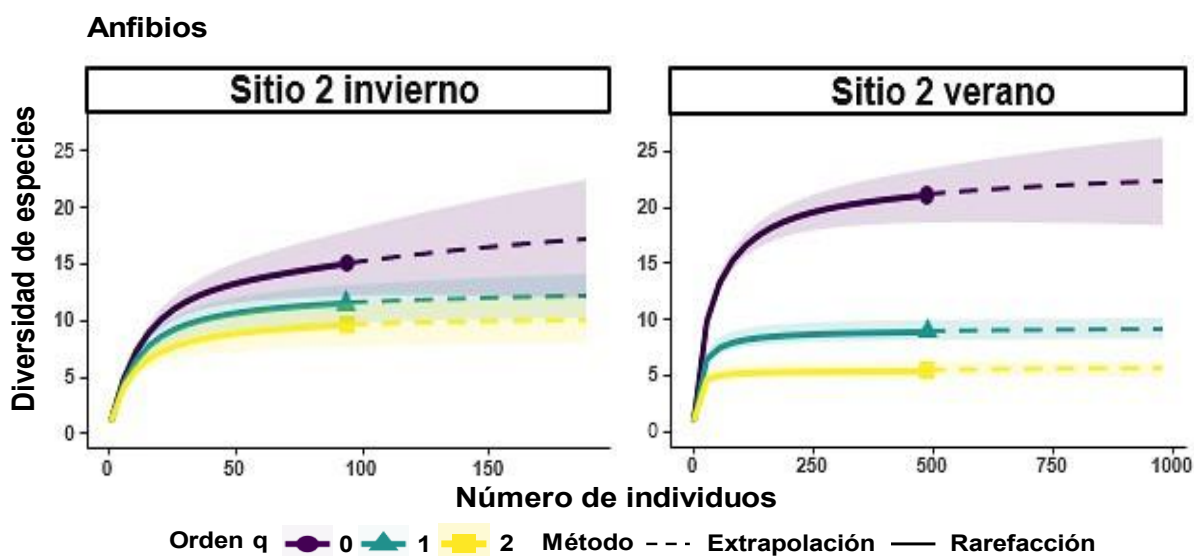
Nota. Curvas de rarefacción-extrapolación para los anfibios registrados en el sitio de estudio N° 1 en las dos estaciones climáticas. Riqueza de especies ($Q=0$); especies efectivas ($Q=1$); especies dominantes ($Q=2$).

7.4.1 Anfibios en el sitio 1

En invierno en el sitio 1 se registraron 17 especies, lo que representa el 97.53% de la cobertura de la muestra (CM) según Chao y Jost (2012). El número de especies efectivas fue de 12.6 y las dominantes 10.9; mientras que en verano se registraron 22 especies representando el 100% de la CM; de las que 14.71 fueron especies efectivas y 11.09 dominantes.

Gráfica 10

Curvas de rarefacción y extrapolación para anfibios (sitio 2)



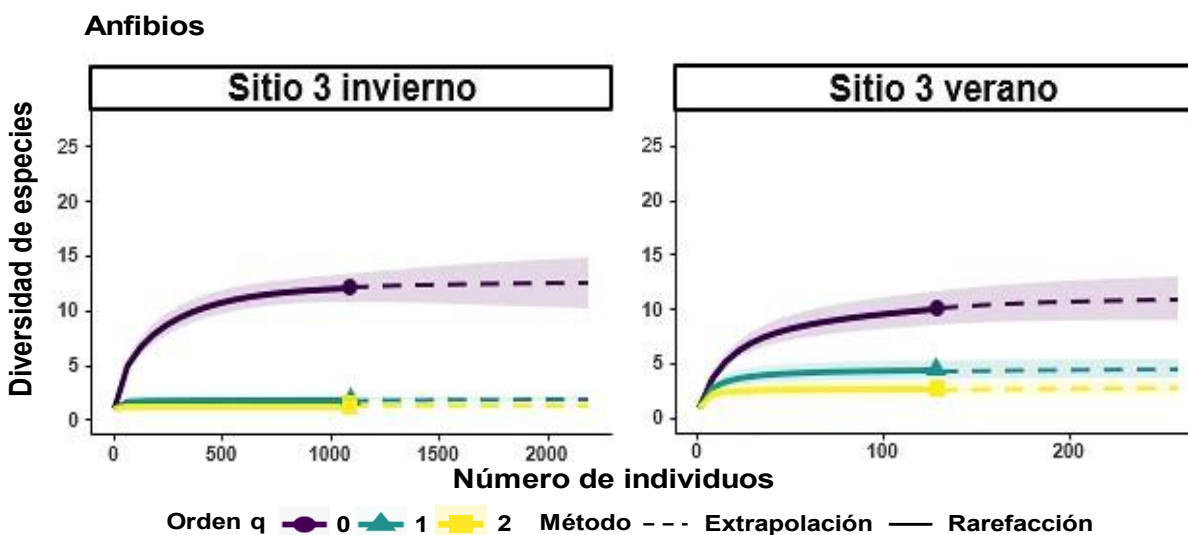
Nota. Curvas de rarefacción-extrapolación para los anfibios registrados en el sitio de estudio N° 2 en las dos estaciones climáticas. Riqueza de especies ($Q=0$); especies efectivas ($Q=1$); especies dominantes ($Q=2$).

7.4.2 Anfibios en el sitio 2

En invierno en el sitio 2 se registraron 15 especies, lo que representa el 96.83% de la CM según Chao y Jost (2012). El número de especies efectivas fue de 11.42 y las dominantes 9.56; por otra parte, en verano se registraron 21 especies representando el 99.59% de la CM, de las cuales 8.89 fueron especies efectivas y 5.45 dominantes.

Gráfica 11

Curvas de rarefacción y extrapolación para anfibios (sitio 3)



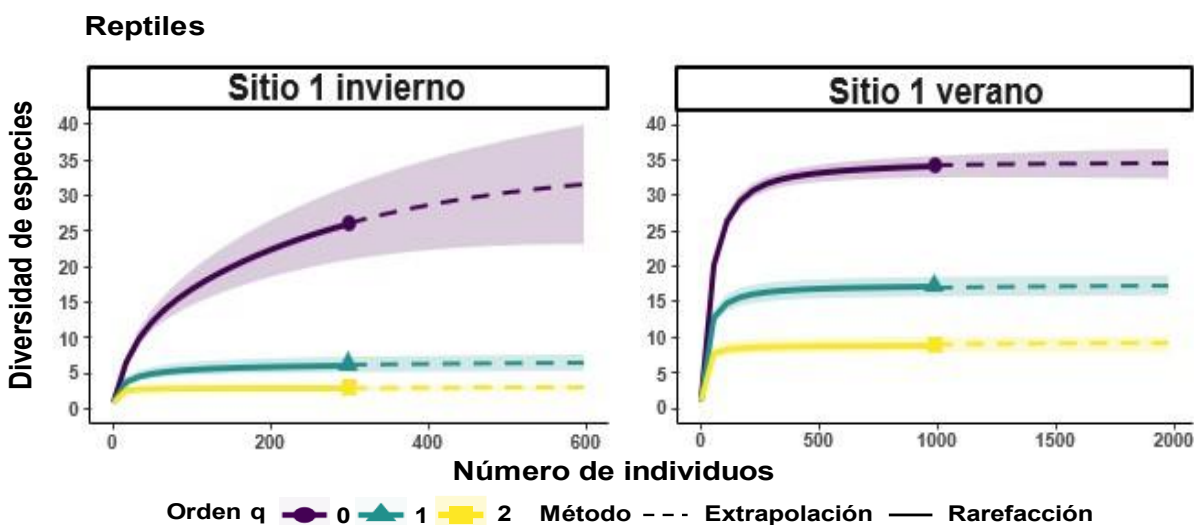
Nota. Curvas de rarefacción-extrapolación para los anfibios registrados en el sitio de estudio N° 3 en las dos estaciones climáticas. Riqueza de especies ($Q=0$); especies efectivas ($Q=1$); especies dominantes ($Q=2$).

7.4.3 Anfibios en el sitio 3

En invierno en el sitio 3 se registraron 12 especies, lo que representa el 99.91% de la CM según Chao y Jost (2012). El número de especies efectivas fue de 1.82 y las dominantes 1.31; en contraste, en verano se registraron 10 especies representando el 98.47% de la CM, de las cuales 4.37 fueron especies efectivas y 2.66 dominantes.

Gráfica 12

Curvas de rarefacción y extrapolación para reptiles (sitio 1)



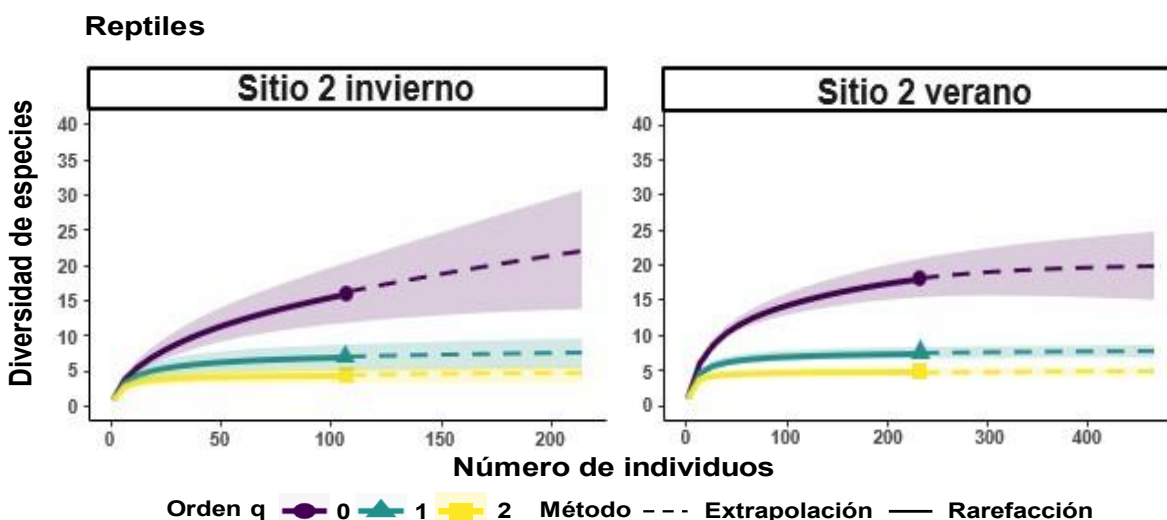
Nota. Curvas de rarefacción-extrapolación para los reptiles registrados en el sitio de estudio N° 1 en las dos estaciones climáticas. Riqueza de especies ($Q=0$); especies efectivas ($Q=1$); especies dominantes ($Q=2$).

7.4.4 Reptiles en el sitio 1

En invierno en el sitio 1 se registraron 26 especies, representando el 97% de la CM según Chao y Jost (2012). Las especies efectivas fueron de 6.24 y las dominantes 2.88; mientras que en verano se registraron 34 especies equivalentes al 99.9% de la CM, habiendo 17.06 especies efectivas y 8.95 dominantes.

Gráfica 13

Curvas de rarefacción y extrapolación para reptiles (sitio 2)



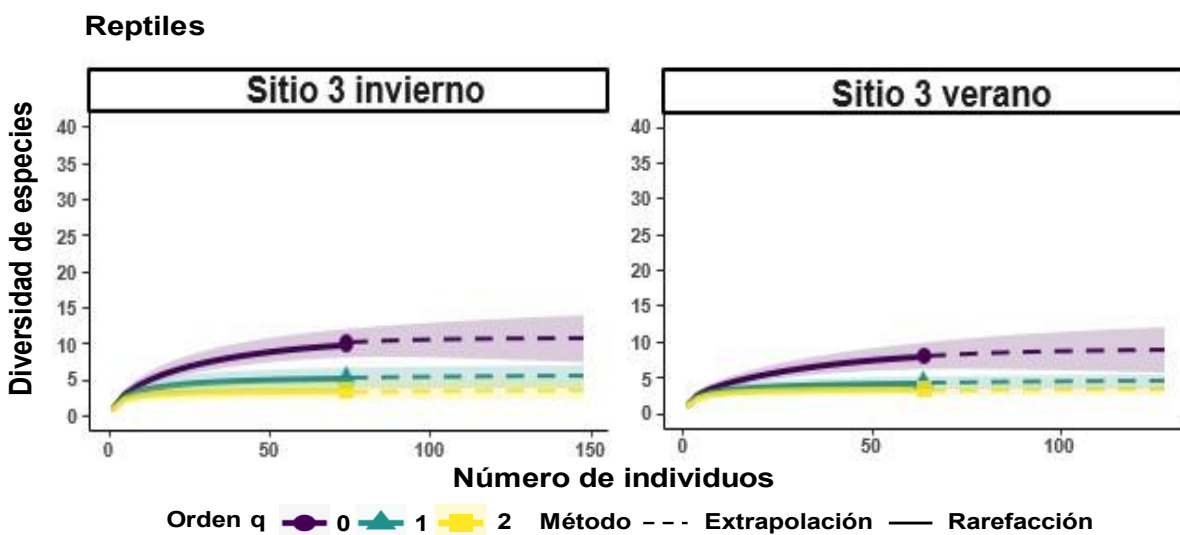
Nota. Curvas de rarefacción-extrapolación para los reptiles registrados en el sitio de estudio N° 2 en las dos estaciones climáticas. Riqueza de especies ($Q=0$); especies efectivas ($Q=1$); especies dominantes ($Q=2$).

7.4.5 Reptiles en el sitio 2

En invierno en el sitio 2 se registraron 16 especies, representando el 93.48% de la CM según Chao y Jost (2012), con 6.92 especies efectivas y 4.47 dominantes. Por otra parte, en verano se registraron 18 especies que representan el 98.3% de la CM, habiendo 7.46 especies efectivas y 4.81 dominantes.

Gráfica 14

Curvas de rarefacción y extrapolación para reptiles (sitio 3)



Nota. Curvas de rarefacción-extrapolación para los reptiles registrados en el sitio de estudio N° 3 en las dos estaciones climáticas. Riqueza de especies ($Q=0$); especies efectivas ($Q=1$); especies dominantes ($Q=2$).

7.4.6 Reptiles en el sitio 3

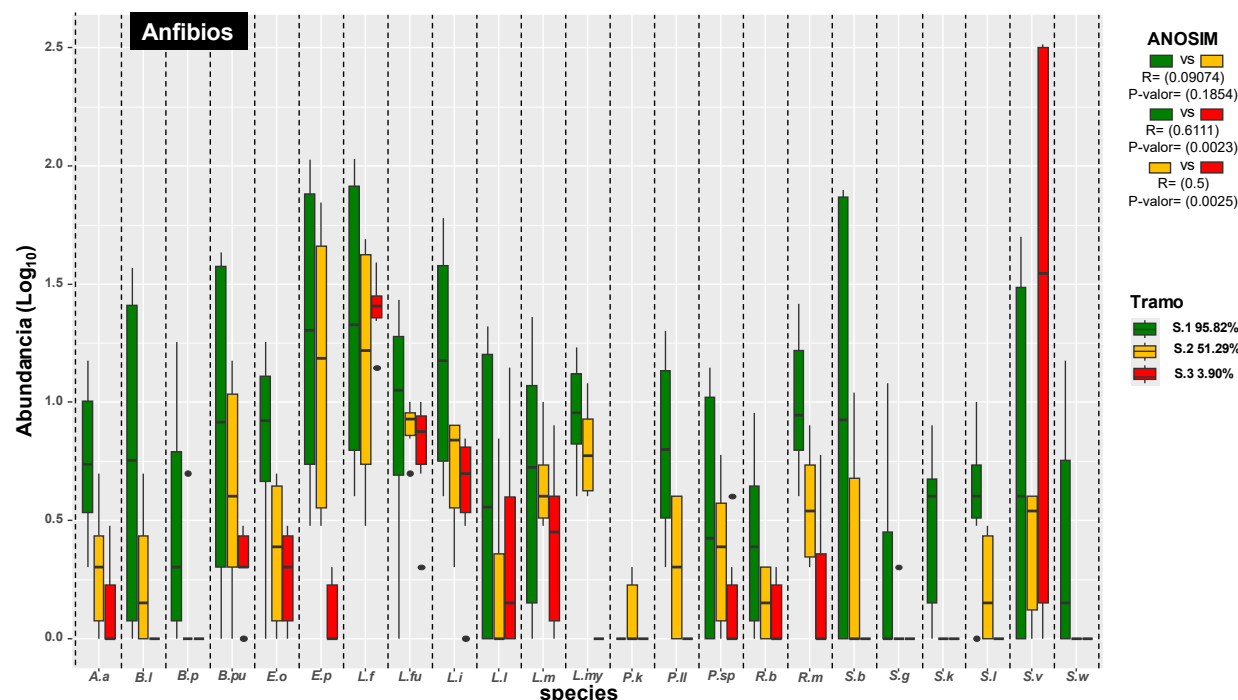
En invierno en el sitio 3 se registraron 10 especies, lo que representa el 97.40% de la CM según Chao y Jost (2012). Las especies efectivas fueron de 5.21 y las dominantes 3.52. En contraste, en verano se registraron 8 especies representando el 96.97% de la CM, siendo 4.25 especies efectivas y 3.26 dominantes.

7.5 Correspondencia Entre la Diversidad Encontrada y el Grado de Conservación de Cada

Sitio de Estudio

Gráfica 15

Diagrama BoxPlot para anfibios



Nota. Contrastes en la diversidad de anfibios en los tres sitios de muestreo

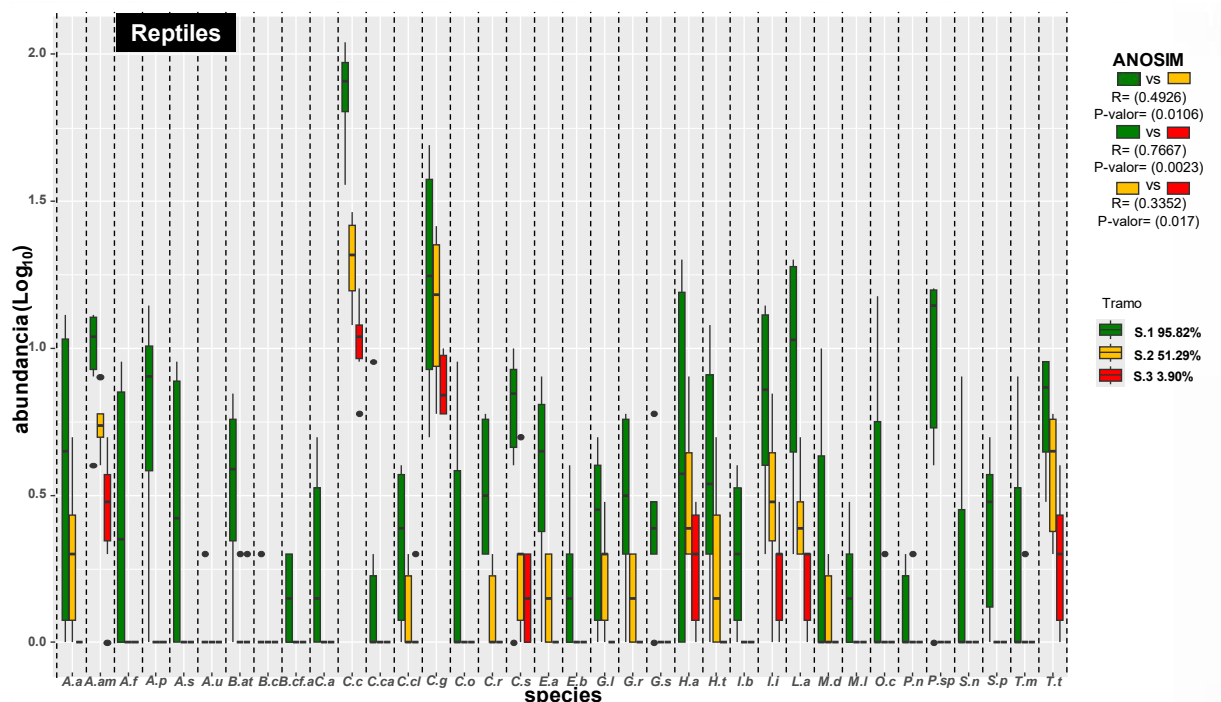
Los datos de esta gráfica muestran cómo la riqueza y la abundancia de anfibios va de mayor a menor entre sitios, de los que en el sitio 1 hay algunas especies más y con mayor abundancia que en el sitio 2; que tiene una riqueza similar a la del sitio 1 pero en menor abundancia y que el sitio 3 cuenta con una riqueza y abundancia de especies muy inferior a la de los sitios 1 y 2.

En el análisis de similitud (ANOSIM) para encontrar la relación entre la diversidad de anfibios y los tres sitios de estudio se obtuvo un resultado sin diferencias significativas entre los sitios 1 y 2 con un R: 0.09074 y un P-valor: 0.1854. Se observa que la diversidad en los sitios 1 y 2 conserva la misma proporción; aunque la abundancia total del sitio 2 muestra una disminución

significativa. Por otra parte, al comparar el sitio 1 con el sitio 3 el ANOSIM sí arrojó diferencias significativas entre estos dos sitios con un R : 0.6111 y un P -valor: 0.0023 y al comparar el sitio 2 con el sitio 3 igualmente se encontraron Relacionar la diversidad de la herpetofauna con la fragmentación progresiva del bosque de galería en los sitios de estudio.

Gráfica 16

Diagrama BoxPlot para reptiles



Nota. Contrastes en la diversidad de reptiles en los tres sitios de muestreo

Esta gráfica evidencia cómo la riqueza y abundancia de reptiles va de mayor a menor entre sitios, donde el sitio 1 cuenta con la mayor riqueza y abundancia; en el sitio 2 se presenta una disminución en ambos índices respecto del sitio 1 y en el sitio 3 la riqueza y abundancia son significativamente inferiores, especialmente con relación al sitio 1.

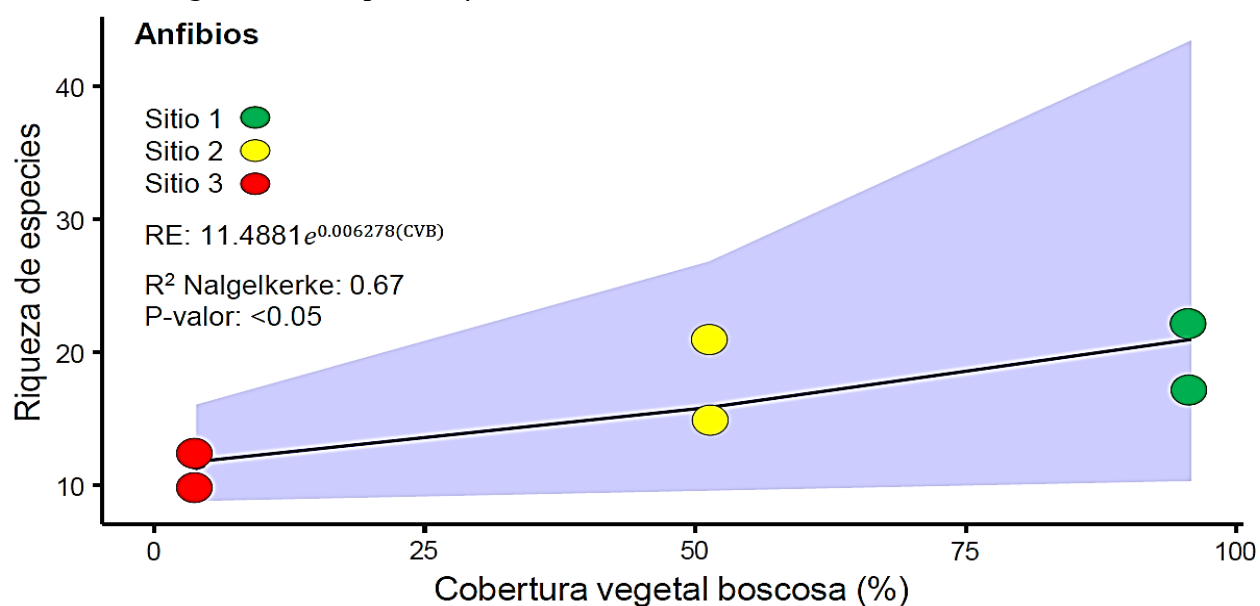
El análisis de riqueza y abundancia de reptiles realizado para los tres sitios de estudio con la prueba ANOSIM arrojó diferencias significativas en todos los casos de comparación. Al

comparar los sitios 1 y 2 se encontró un R: 0.4925 y un P-valor: 0.0106 indicando una diferencia significativa entre estos sitios; igualmente, al comparar los sitios 1 y 3 se obtuvo un R: 0.7606 y un P-valor: 0.0023 indicando diferencias para estos dos sitios. Por último, la comparación entre los sitios 2 y 3 dio como resultado un R: 0.3352 y un P -valor: 0.017 demostrando una diferencia significativa en la composición de estos sitios.

7.6 Relación Entre la Diversidad Encontrada y la Proporción de Cobertura Boscosa en los Sitios de Estudio

Gráfica 17

Modelo lineal generalizado para anfibios



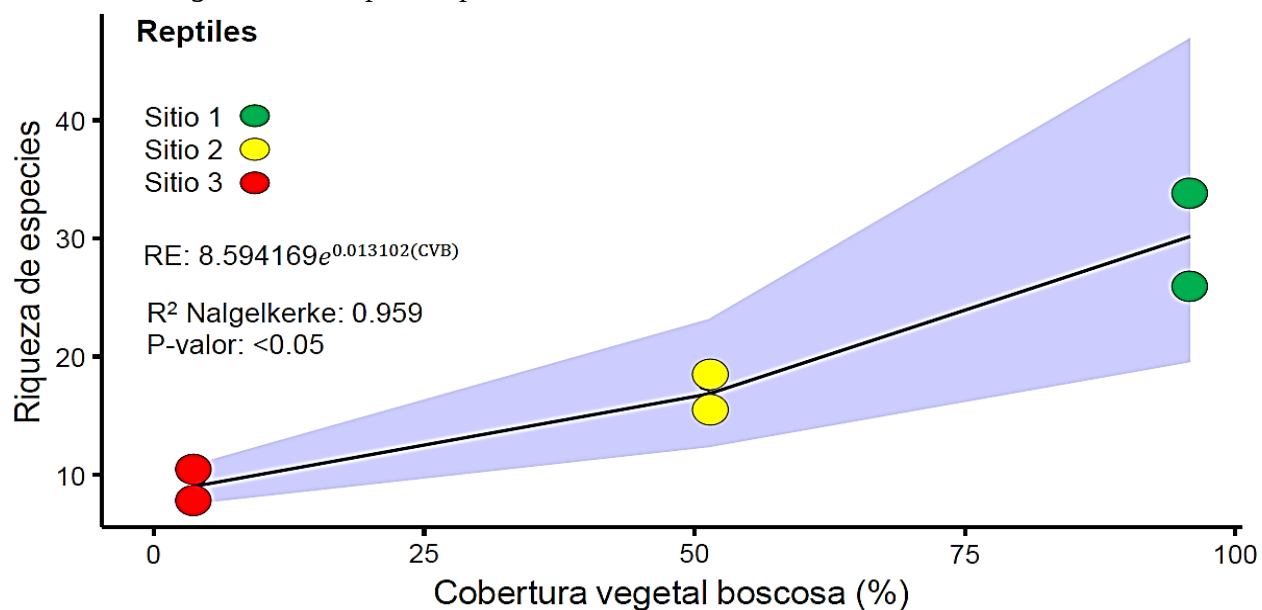
Nota. Ponderación de la riqueza de especies de anfibios a partir de la proporción de cobertura boscosa.

La gráfica 17 muestra que la riqueza de anfibios es directamente proporcional a la cobertura vegetal boscosa, donde en un lugar con 0% de cobertura puede haber 11.4881 especies y que por cada 1% en el incremento del área boscosa la riqueza de especies incrementaría al exponente $e^{0.006278(CVB)}$. Por otra parte, R^2 : 0.67 indica que este es el valor de la variación de la riqueza con

el porcentaje de cobertura que el modelo lineal generalizado puede explicar, con un P-valor: <0.05 .

Gráfica 18

Modelo lineal generalizado para reptiles



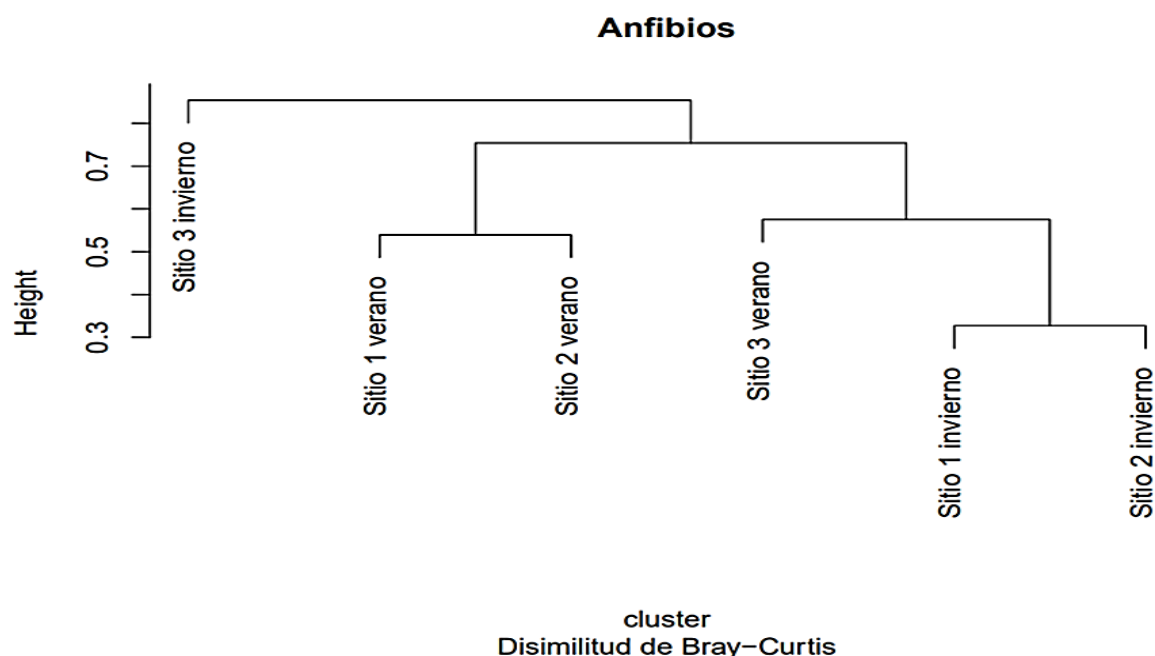
Nota. Ponderación de la riqueza de especies de reptiles a partir de la proporción de cobertura boscosa.

La gráfica 18 muestra que la riqueza de reptiles es aún más dependiente de la cobertura vegetal boscosa, donde en un lugar con 0% de cobertura puede haber 8.594169 especies y que por cada 1% del incremento del área boscosa la riqueza de especies incrementaría al exponente $e^{0.013102(CVB)}$. Por otra parte, R^2 : 0.959 indica que este es el valor de la variación de la riqueza con el porcentaje de cobertura que el modelo lineal generalizado puede explicar, con un P-valor: <0.05 .

7.7 Disimilitud en la Diversidad Entre los Sitios de Estudio en Épocas Húmeda y Seca (Diversidad β)

Gráfica 19

Dendrograma de disimilitud de Bray-Curtis para anfibios



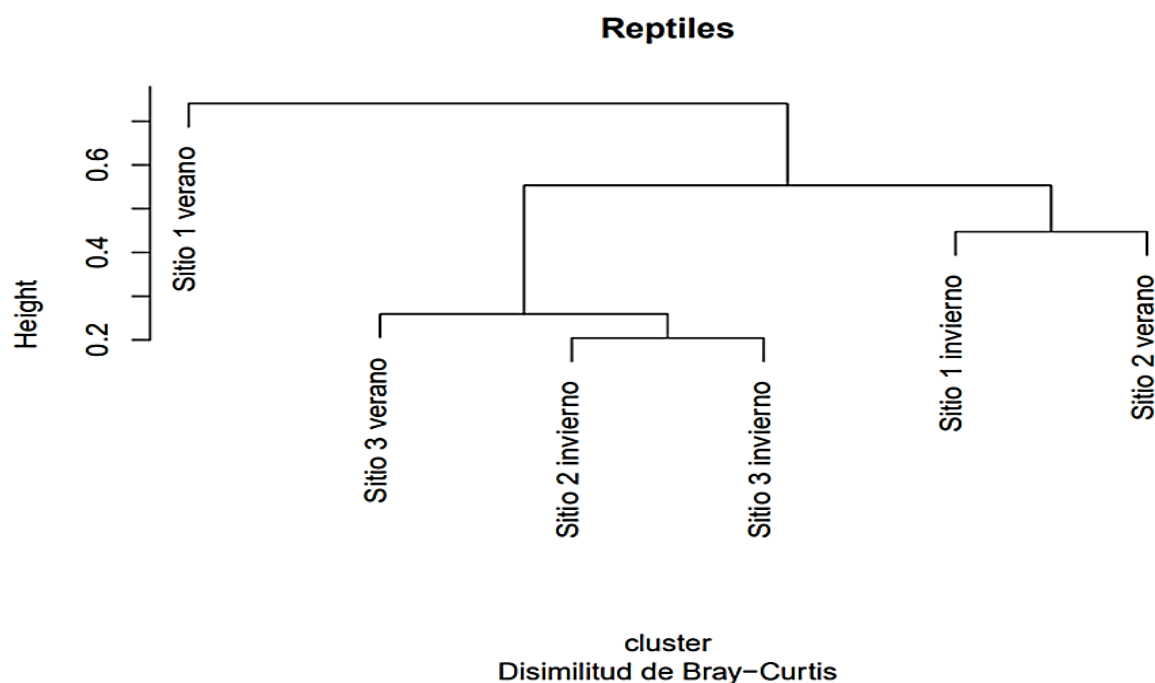
Nota. Dendrograma de la disimilitud entre los tres sitios de trabajo en las temporadas de invierno y verano según la diversidad de anfibios para cada sitio.

El análisis de clusters, basado en la matriz de disimilitud de Bray-Curtis, para anfibios reveló una estructura con cuatro grupos principales. Los sitios 1 y 2 durante el invierno forman un cluster altamente homogéneo, sugiriendo una composición de especies similar. Al ascender en el dendrograma, este cluster se une al sitio 3 durante el verano, formando el segundo grupo que tiene una mayor heterogeneidad. Los sitios 1 y 2 durante el verano constituyen el tercer grupo, evidenciando una disimilitud ligeramente menor que la del grupo anterior. Finalmente, el sitio 3 en invierno se encuentra aislado como un grupo externo, relacionado con una menor riqueza de

especies, menor equitatividad y en la mayoría de los casos las especies menos abundantes a excepción de *Scarthyla vigilans*.

Gráfica 20

Dendrograma de disimilitud de Bray-Curtis para reptiles



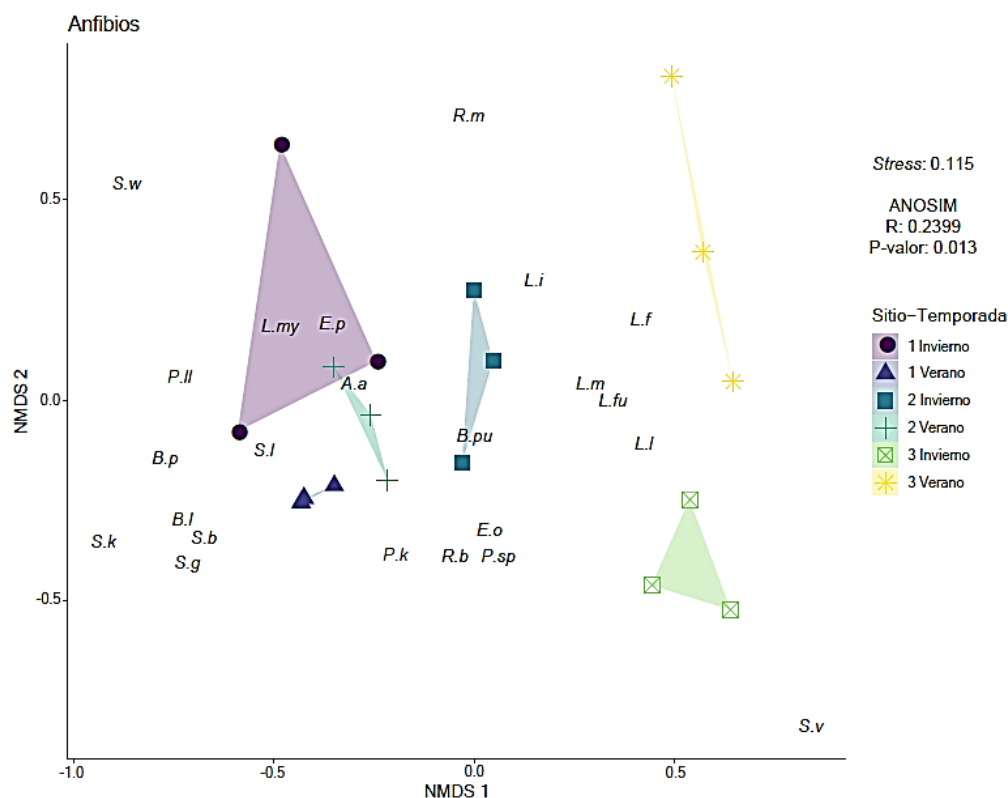
Nota. Dendrograma de la disimilitud entre los tres sitios de trabajo en las temporadas de invierno y verano según la diversidad de reptiles para cada sitio.

El análisis de clusters para reptiles, estructuró cuatro agrupaciones. Los sitios 2 y 3 durante el invierno forman un grupo altamente uniforme, sugiriendo una diversidad similar. El siguiente grupo ligeramente un poco más diferente en el dendrograma compuesto por el grupo anterior unido al sitio 3 durante el verano, formando un segundo grupo. El tercer grupo está constituido por los sitios 1 durante el invierno y 2 en verano, evidenciando una disimilitud marcada con el grupo anterior. Por último, el sitio 1 en verano constituye un grupo externo aislado, indicando una composición de especies también notablemente diferente y única en comparación con los demás grupos debido a su mayor diversidad y abundancia de especies.

7.8 Correspondencia Entre la Diversidad Encontrada y los Sitios de Estudio en Épocas Húmeda y Seca

Gráfica 21

Escalamiento multidimensional no métrico para anfibios



Nota. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico para anfibios con tres repeticiones en cada sitio de muestreo en las épocas de invierno y verano.

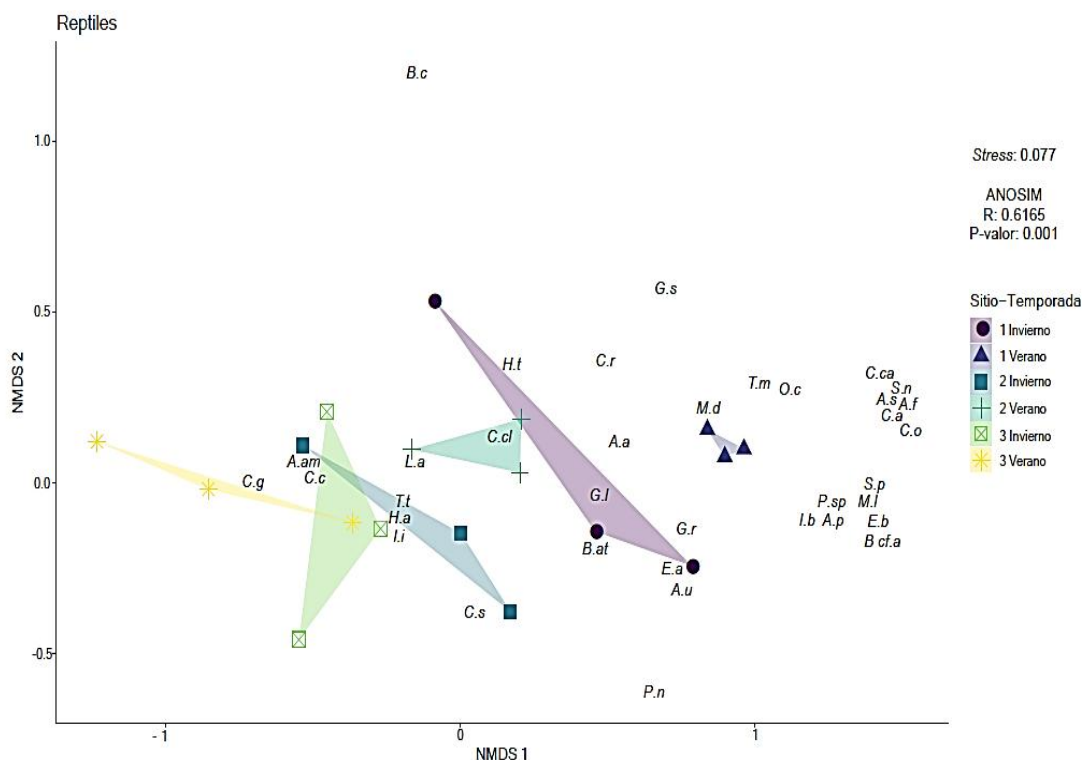
El análisis NMDS para anfibios reveló una correspondencia gradual entre la diversidad para las dos épocas y la disminución de la cobertura vegetal, como lo muestra el aumento en el número de especies hacia la izquierda sobre el eje X (Gráfica 21). Los polígonos asociados al sitio 1 en invierno y verano se posicionaron a la izquierda, indicando asociaciones con el mayor conglomerado de especies en el espacio multidimensional.

Esta interpretación se ve respaldada por los diagramas de rango-abundancia (Gráficas 3, 4 y 5), que mostraron un aumento de la abundancia de la mayoría de las especies en el sitio 1, que además es el más diverso según las curvas de rarefacción y extrapolación (Gráficas 9, 10 y 11). Así mismo, los polígonos del sitio 2 en invierno y verano están más relacionados con el sitio de mayor cobertura vegetal, lo que demuestra mayor similitud entre estos; por otra parte, el desplazamiento a la derecha reafirma una menor diversidad para este sitio. Por último, los polígonos que representan al sitio 3 están aislados, mostrando la mayor disimilitud que tiene el sitio más antropogénico respecto de los sitios 1 y 2 y a la vez que es el que tiene menos especies asociadas, lo que corrobora que este sitio es el menos diverso.

El valor de stress fue de 0.115 indicando una muy buena representación de la variabilidad de los sitios y las especies en el plano multifactorial. Por otra parte, los sitios y las temporadas muestran diferencias estadísticamente significativas según el (ANOSIM) con R: 0.2399 y un P-valor: 0.013 en cuanto a la composición de especies. Los grupos formados en el NMDS concuerdan con los grupos formados en el dendrograma de Bray-Curtis (Gráfica 19).

Gráfica 22

Escalamiento multidimensional no métrico para reptiles



Nota. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico para reptiles con tres repeticiones en cada sitio de muestreo en las épocas de invierno y verano.

El análisis NMDS para reptiles también reveló una correspondencia gradual entre la diversidad en ambas épocas y la disminución de la cobertura vegetal, como lo muestra el aumento en el número de especies hacia la derecha sobre el eje X (Gráfica 22). Los polígonos asociados al sitio 1, en verano e invierno se posicionaron a la derecha, indicando que el mayor conglomerado de especies en el espacio multidimensional se encuentra asociado a este sitio.

Esta interpretación se ve respaldada por los diagramas de rango-abundancia (Gráficas 6, 7 y 8), que mostraron un aumento de la abundancia en la mayoría de las especies en el sitio 1, que es el más diverso según las curvas de rarefacción y extrapolación (Gráficas 12, 13 y 14). Así mismo, el polígono más cercano al sitio 1 (sitio 2 en verano) está más relacionado con el sitio de

mayor cobertura vegetal, lo que demuestra una mayor similaridad entre estos; por otra parte, el desplazamiento a la izquierda concuerda con una disminución en el número de especies, lo que confirma una menor diversidad para este sitio. Por el contrario, el polígono que representa al sitio 2 en invierno se solapa con el polígono del sitio 3 en invierno, que a su vez se solapa con el polígono de verano para este sitio, demostrando que el sitio en proceso de fragmentación (2) durante el invierno es más parecido al sitio más antropogénico (3), y a la vez que son los sitios a los que se asocia un menor número de especies, lo que confirma una menor diversidad para estos.

El valor de *stress* fue de 0.077 indicando una muy buena representación de la variabilidad de los sitios y las especies en el plano multifactorial. Por otra parte, los sitios y las temporadas muestran diferencias estadísticamente significativas según el (ANOSIM) con R: 0.6165 y un P-valor: 0.001 en cuanto a la composición de especies. Los grupos formados en el NMDS concuerdan con los grupos formados en el dendrograma de Bray-Curtis (Gráfica 20).

8. Discusión

El diferente grado de fragmentación de la cobertura vegetal boscosa en los sitios de muestreo 2 y 3 con respecto al sitio 1 permite demostrar mediante la variación en la diversidad de la herpetofauna presente en cada sitio, cómo la pérdida de los bosques de galería afecta las especies al modificarse las características físico-bióticas de su hábitat.

8.1 Análisis de los Resultados Obtenidos

8.1.1 *Diversidad registrada en los sitios de estudio*

El sitio 1 conserva casi totalmente la cobertura boscosa y al mismo tiempo la mayor diversidad tanto de anfibios (22 especies) como de reptiles (36 especies), para las dos temporadas. Para este sitio en la época húmeda se registraron 43 especies de anfibios y reptiles y 56 en la seca.

El sitio 2 conserva aproximadamente la mitad de su extensión en bosque. Para anfibios en las dos temporadas todavía hubo una diversidad semejante en términos de riqueza (21 especies), pero una menor abundancia y para reptiles en ambas épocas hubo una disminución de la diversidad (16 especies). En invierno se registraron 31 especies de anfibios y reptiles y en verano 39.

El sitio 3, con una cobertura boscosa casi inexistente, es el sitio con la menor diversidad para las dos temporadas, tanto de anfibios (13 especies) como de reptiles (10 especies). Aquí, hubo 22 especies de anfibios y reptiles en invierno y 18 en verano.

El sitio 1, con la mayor cobertura vegetal, presentó la mayor diversidad tanto de anfibios como de reptiles, seguido por los sitios 2 y 3. Sin embargo, se observaron patrones estacionales contrastantes: en los sitios 1 y 2 en verano se registraron más especies de ambos grupos, mientras

que en el sitio 3 ocurrió lo contrario. Los siguientes ejemplos ilustran casos notorios de especies en los que la riqueza y/o la abundancia varían negativamente al disminuir la cobertura boscosa.

Varias especies de anfibios de los géneros *Boana*, *Scarthyla* y *Scinax* van desapareciendo o escaseando junto con la cobertura boscosa: mientras en el sitio 1 aparecen todas las especies (9) de estos géneros, en el sitio 2 solo persisten 7 con una abundancia reducida y en el sitio 3 únicamente 2 (Tabla 1; Gráfica 15). Esta ausencia se corresponde con el carácter preferentemente arborícola de estas especies y/o con el ambiente sombreado y húmedo (colombia.inaturalist.org/check_lists/15507-Arauca-Check-List; AmphibiaWeb 2023; Angarita *et al.*, 2013) que poco encuentran en el sitio 2 y que no existe en el sitio 3.

Con excepción de *Leptodactylus mystaceus*, todas las especies de los géneros *Elachistocleis*, *Leptodactylus* y *Rhinella* aparecen en los tres sitios en al menos una de las dos temporadas, siendo más abundantes durante el verano en el sitio 1 (Tabla 1; Gráfica 15). Al ser especies de hábitos terrestres (colombia.inaturalist.org/check_lists/15507-Arauca-Check-List; AmphibiaWeb 2023; Angarita *et al.*, 2013) la fragmentación de la cobertura boscosa no genera los mismos impactos que sobre las especies arborícolas y por lo tanto tampoco una ausencia significativa de las mismas en ambientes como el del sitio de muestreo 3.

Las dos especies de reptiles más abundantes en cada uno de los sitios de estudio y en cada temporada fueron *Caiman crocodilus* (Tabla 2; Gráfica 16), considerado un generalista en sus subnichos trófico y espacial; siendo común en distintos ecosistemas, aún en los disturbados (Rueda *et al.*, 2007).

De la otra especie, el lagarto *Cnemidophorus gramivagus*, hubo numerosos registros en los tres sitios de muestreo (Tabla 2; Gráfica 16), resultado que no concuerda con lo previsto en la

hipótesis alterna, de la que podía anticiparse que de encontrar al *C. gramivagus* en el sitio 1 sería poco probable; sin embargo, ya que -como todos los de su género- por ser un lagarto termófilo tiene un elaborado comportamiento termorregulador con el que adquiere temperaturas elevadas (Echeverry, 1990; Rizzo & Rivas, 2012 y Angarita *et al.*, 2013), siendo siempre abundante en lugares abiertos como pastizales, claros, el ecotono entre el bosque y el pastizal y en las playas y orillas soleadas del caño.

Dos de las tres especies del género *Anolis* (*A. fuscoauratus* y *A. scypheus*) solo se registraron en el sitio 1 (Tabla 2; Gráfica 16). Son especies arborícolas que tienden a desaparecer junto con la cobertura boscosa ya que en sitios con alto grado de perturbación no disponen de un hábitat adecuado para desempeñarse eficientemente. Una de ellas (*A. auratus*), presente en los sitios 1 y 2, a diferencia de otras especies de *Anolis*, puede habitar en pastizales arbolados, pero sin una preferencia de hábitat marcada (colombia.inaturalist.org/check_lists/15507-Arauca-Check-List). Debido a esto, en el sitio 2 solo se registró esta especie y con baja abundancia y en el sitio 3, por tener solamente vegetación herbácea no se registró ninguna especie de este género.

La serpiente *Corallus ruschenbergerii* se encontró en el sitio 1 en las dos temporadas siendo más abundante en verano y en el sitio 2 se registró solo en verano y con baja abundancia (Tabla 2; Gráfica 16). La escasez en el sitio 2 y la ausencia de esta especie en el sitio 3 se explica por ser una especie de hábitos estrictamente arborícolas que habita en bosques húmedos a orillas de los ríos y en manglares (Uetz *et al.*, 2023; colombia.inaturalist.org/check_lists/15507-Arauca-Check-List).

En cuanto al orden Testudinata, a pesar de que se previó que habría una menor probabilidad de registrar algunas especies de tortugas de hábitos acuáticos que podrían estar

durante la temporada seca, fue en esta época cuando más se observaron -aunque solo en el sitio 1- lo que en parte puede atribuirse al bajo caudal del caño.

Lo anterior soporta el argumento propuesto de que la disminución de la diversidad -por ejemplo, en el sitio 3 en verano- es significativa por cuenta de que la falta de bosque aumenta las temperaturas del biotopo modificando el subnicho espacial de la herpetofauna. Además, el agua y la humedad en esta estación se convierten en recursos extremadamente limitantes para los anfibios, especialmente para la reproducción y la osmorregulación.

8.1.2 Relación entre la diversidad observada y el grado de fragmentación

Es evidente que la riqueza y abundancia encontradas en los sitios 2 y 3 se relacionan con los grados de fragmentación medio y bajo de la cobertura boscosa que respectivamente tienen dichos sitios y más aún que la riqueza y abundancia en el sitio 1 -que tiene una cobertura boscosa total- son superiores a las existentes en el sitio 2 y muy superiores a las del sitio 3 (Gráficas 15, 16, 17 y 18).

8.1.3 Relación entre el uso de hábitats y las épocas húmeda y seca

Al comparar el uso de hábitats en las épocas húmeda y seca, se evidenció preferencia por sitios con mayor cobertura boscosa con algunas fluctuaciones entre las épocas, pero siempre siendo mayores la riqueza y abundancia en los sitios con menor grado de perturbación (Gráficas 19, 20, 21 y 22).

8.2 Comparación con Estudios Previos

Los resultados de los trabajos de Blanco *et al.* (2017), Franco (2017) y Aponte *et al.* (2020) coinciden entre sí en varios aspectos significativos y con algunos del presente trabajo al igual que difieren de este en otros.

Las coincidencias más significativas son las siguientes:

Las épocas climáticas húmeda y seca generan variaciones en la abundancia de especímenes.

La riqueza de especies para ambos grupos encontrada en dos de los estudios anteriormente mencionados es muy similar a la del presente trabajo, porque Aponte *et al.* (2020) encontró un número de especies de reptiles significativamente menor.

La riqueza de reptiles es superior a la de anfibios excepto en el trabajo de Aponte *et al.* (2020), que reporta la misma riqueza para ambos grupos.

La abundancia de anfibios es mayor que la de reptiles.

La riqueza de anfibios es superior en el bosque de galería en contraste con los demás sitios.

Entre las diferencias sobresalen las siguientes:

Según los estudios previos las estaciones climáticas húmeda y seca no generan variación en la riqueza de especies, pero en este trabajo se encontró una marcada variación en la riqueza de ambos grupos, que registran más especies en verano que en invierno para los sitios 1 y 2. En contraste, en el sitio 3 la riqueza para ambos grupos es mayor en invierno.

Según los estudios mencionados la riqueza de reptiles es similar en el bosque de galería y en la sabana; en contraste, este trabajo evidencia que la reducción en el número de especies de reptiles encontrada es directamente proporcional a la fragmentación de la cobertura vegetal boscosa, ya que este índice se comparó entre un bosque de galería bien conservado contra sitios donde el bosque preexistente ha sido menguado o completamente eliminado.

Así mismo, los estudios previos coinciden entre sí en que la abundancia de reptiles no resultó asociada a una cobertura vegetal específica; mientras que en este trabajo la mayor abundancia de reptiles se asocia al sitio 1, en su totalidad boscoso.

Estas diferencias pueden atribuirse a distintas técnicas y esfuerzos de muestreo y/o al hecho de que en las diferentes áreas de estudio la diversidad puede diferir de forma natural y a que los trabajos anteriormente citados fueron realizados en ambientes sin intervención antrópica.

Las 23 especies de anfibios y 36 de reptiles registradas en este trabajo representan respectivamente el 32.4 y el 29.5% del total de especies que estaban reportadas para toda la Orinoquia colombiana en 2019 y con respecto a las reportadas para el departamento de Arauca en la misma fecha (Blanco *et al.*, 2019), la riqueza que se encontró corresponde al 42.6% de los anfibios y al 44.4% de los reptiles. Teniendo en cuenta que las áreas sumadas de los tres sitios que se trabajaron es menor a 1 km² y que en la Orinoquia se reconocen 12 ecosistemas diferentes (Rivera y Jaimes, 2005), se evidencia que se registró una buena proporción de las especies potencialmente identificables.

Por otra parte, con respecto al total de especies reportadas por Blanco *et al.* (2017), Aponte *et al.* (2020) y Franco (2017); esto es, 39 de anfibios y 57 de reptiles, la riqueza encontrada corresponde al 59 y al 63%, respectivamente. Así mismo, cabe mencionar que ocho especies de anfibios (*Boana platanera*, *Scarthyla goinorium*, *Scinax boulengeri*, *S. longilineus*, *Adenomera andreae*, *Leptodactylus macrosternum*, *Pleurodema sp.*, *Potamotyphlus Kaupii*) y 13 de reptiles (*Chelus orinocensis*, *Corallus ruschenbergerii*, *Atractus univittatus*, *Clelia clelia*, *Erythrolamprus bizona*, *Hydrops triangularis*, *Oxyrhopus clathratus*, *Sibon nebulatus*, *Micrurus dumerilli*, *Gymnophthalmus leucomystax*, *Indotyphlops braminus*, *Crocodylurus amazonicus*, *Bothrops cf. asper*) que aquí se reportan no aparecen en los trabajos anteriormente mencionados,

pese a que se realizaron en áreas no intervenidas y con 1796 horas de esfuerzo de muestreo sumadas de los tres estudios, un 134% más. Esto puede significar que se está haciendo un aporte al mejor conocimiento de la herpetofauna asociada a los bosques de galería y a la vez que la metodología aplicada y el esfuerzo de muestreo fueron adecuados.

Además de los estudios precitados, otros trabajos de varios autores, realizados en lugares tan distantes y ambientalmente diferentes como pueden ser Corea del Sur, Madagascar y México, dan cuenta de que:

En zonas de un área protegida de Corea del Sur que han perdido la cobertura vegetal, la riqueza de anfibios es significativamente menor con respecto a las zonas conservadas y la abundancia de reptiles es ligeramente mayor y su diversidad no disminuye de modo significativo. Los autores concluyen que en general la deforestación afecta negativamente a los anfibios pero que sobre los reptiles no tiene una afectación negativa evidente (Woo-Jin Choi *et al.*, 2018). Lo anterior contrasta con lo hallado en el presente trabajo, pero estando tan alejadas las latitudes a las que se encuentran Corea del Sur y Colombia, los ambientes y la adaptación de las especies de herpetofauna a los cambios en el ambiente son completamente diferentes.

En tramos fragmentados por incendios forestales o por tala en un corredor biológico al este de Madagascar, la diversidad de anfibios disminuye en proporción al tamaño de los fragmentos de bosque seco secundario que empiezan a ser invadidos por ranas generalistas de hábitat, afectando la recuperación de especies especialistas de ranas Mantélidos y Microhílidos. Entre los reptiles, los más sensibles a los disturbios en este corredor fragmentado son las tortugas Testudínidos y varias especies de Camaleónidos cuya riqueza y abundancia son menores en los fragmentos, haciendo que para las serpientes que los predan esos mismos índices también disminuyan (Andriantsimanarilafy *et al.*, 2018).

No en bosques de galería, sino en un bosque húmedo tropical con efecto de borde inducido por la fragmentación en la reserva de la biosfera Los Tuxtlas al sur de México, los cambios en los microclimas de los fragmentos mismos modifican la estructura y composición de la herpetofauna y reducen la viabilidad de las poblaciones, incrementando su vulnerabilidad a la extinción por la pérdida de microhábitats apropiados. Allí, las especies propias del bosque y de hábitos arborícolas son las más afectadas (Urbina-Cardona *et al.*, 2006). Al respecto, en este estudio esto último puede reflejarse en lo que sucede con las ranas *Scinax kennedyi* y *S. wandae* y *Boana lanciformis* y *B. pugnax*, que son relativamente muy escasas o que no aparecen en los sitios de estudio 2 y 3 y algo semejante se observa con los lagartos *Anolis auratus*, *A. fuscoauratus* y *A. scypheus* y la serpiente *Corallus ruschenbergerii*.

8.3 Limitaciones

Por cuenta de factores de logística, recursos económicos y disponibilidad de tiempo el estudio se limitó a tres sitios de muestreo, cuando lo ideal hubiera sido desarrollarlo en dos o más lugares homólogos a cada sitio que se trabajó.

Durante la temporada de invierno, lluvias fuertes algunas veces impidieron que se realizaran oportunamente las salidas de campo y la fuerte corriente del caño dificultaba los recorridos en canoa.

Por la situación de orden público en la región, varias veces hubo que justificar a personal armado mi presencia en los sitios de estudio.

9. Conclusiones

Teniendo un área incomparablemente menor con respecto a la extensión total de la Orinoquia como región natural, los bosques de galería contienen una gran proporción de toda la herpetofauna orinocense, de ahí la importancia de preservarlos como hábitat crucial para la misma.

Anfibios y reptiles mostraron una disminución significativa en su diversidad en las áreas desprovistas del bosque de galería original, lo que evidencia la vulnerabilidad de estas especies frente a la transformación de sus hábitats.

Los reptiles de los bosques de galería son más susceptibles que los anfibios a la perturbación, por tener una eventual mayor dependencia de ambientes con condiciones térmicas apropiadas para termorregular comportamentalmente y por cambios en la estructura de la vegetación.

Independientemente de cuál sea estación climática -húmeda o seca- la mayor parte de las especies registradas muestran una clara preferencia por sitios con mayor cobertura boscosa, sugiriendo que el bosque de galería bien conservado proporciona condiciones óptimas en cuanto a refugio, alimento y microclimas, indispensables para la supervivencia y bienestar de estas especies.

La protección y preservación de los bosques de galería es crucial para mantener la diversidad de su herpetofauna asociada, a la vez que estos grupos taxonómicos y algunas de sus especies en particular pueden proporcionar información como índices del estado de conservación de estos bosques.

10. Recomendaciones

Ampliar este enfoque llevando a cabo investigaciones que vinculen otras variables como calidad de la vegetación, microhábitats, estructura de los bosques de galería y su influencia en la diversidad y distribución de la herpetofauna.

Evaluar el efecto de la fragmentación de los bosques de galería sobre la herpetofauna aumentando el número de sitios de estudio y el tamaño de los mismos, en diferentes lugares de la Orinoquia.

Realizar más estudios en los que se relacionen el efecto de la fragmentación de los bosques de galería, no solo sobre la diversidad de la herpetofauna sino también en la de otros grupos de vertebrados.

Implementar programas de educación ambiental dirigidos a la comunidad habitante de los departamentos de Arauca y Casanare, con el objeto de generar conciencia sobre la importancia de conservar los bosques de galería.

Llamar la atención de los entes de nivel departamental y nacional encargados del control, vigilancia y monitoreo de la afectación que se está produciendo sobre los bosques de galería en la Orinoquia.

11. Referencias Bibliográficas

ACOSTA, A. R. (2023). Lista de los Anfibios de Colombia/Checklist Colombian Amphibians.

Versión Actualizada de Ranas, Salamandras y Cecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana 1(3), 289-319. ISSN: 01245376. Recuperado de <https://www.realyc.org/articulo.oa?id=49110303>

Consultado muchas veces en 2023/24.

ACOSTA, A. R. y J. V. Rueda Almonacid (2004). Rana saltona de Villavicencio (*Colostethus ranoides*) pp. 147-150. En: Rueda Almonacid, J. V.; J. D. Lynch y A. Amézquita (Eds.). 2004. Libro Rojo de Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D. C., Colombia.

AMÉZQUITA, A. (2004). Falsa rana marsupial de Boyacá (*Cryptobatrachus nicefori*) pp.156-161. En: Rueda Almonacid, J. V.; J. D. Lynch y A. Amézquita (Eds.). 2004. Libro Rojo de Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C., Colombia.

AmphibiaWeb. 2023. <https://amphibiaweb.org> University of California, Berkeley, CA, USA.

Consultado muchas veces en 2023/24.

ANDRIANTSIMANARILAFY, R. R; A. Ramahefason; D. Andriafidison, L.A.R. De Rpland, y A. P. Raselimanana (2024) Seasonal Population structure and size variation of the

- harlequin mantella Endangered frog from east Betsileo, Madagascar. Scientific Reports in Life Sciences 5(6), 67-72. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11080986>
- ANGARITA-SIERRA T.; J. Ospina Sarria J.; M. Anganoy Criollo; R. Pedroza Banda y J. D. Lynch. (2013) Guía de Campo de los Anfibios y Reptiles del Departamento de Casanare (Colombia). Serie Biodiversidad para la Sociedad N° 2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Orinoquia; YOLUKA ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Bogotá D.C. - Arauca.
- APONTE, F.; A. Arias; L. Niño; C. López y J. Lynch (2020) Riqueza y Diversidad de Anfibios y Reptiles del Territorio Sabanas y Humedales de Arauca, Colombia. En: Colombia diversidad biótica XX: Territorio Sabanas y Humedales de Arauca (pp.557-581). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE HERPETOLOGÍA. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. acherpetologia.org
- Consultado muchas veces en 2023/24.
- BELLAIRS, A. y J. Attridge (1978). Los Reptiles. pp: 62-68. H. Blume Ediciones, Madrid.
- BELLO, J. C.; M. Báez; M. F. Gómez; O. Orrego y L. Nägele (2014). Biodiversidad 2014. Reporte del Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt-IAvH. Bogotá D.C.
- BLANCO, A; B. Bastidas-Molina y F. Parra (2017). Variación Espacial y Temporal de la Herpetofauna en Ecosistemas de Sabanas Inundables de la Orinoquia-Colombia. Caldasia 39(2):354. DOI:10.15446/Caldasias.v39n2.63489

- BLANCO, A; C. Durán y A. R. Acosta (2019) Herpetofauna. En: Trujillo, F. y Anzola, F. (editores). Biodiversidad en el Departamento de Arauca. Gobernación de Arauca, Fundación Omacha y Fundación Ecollano. Bogotá, 384 páginas.
- BOGERT, C. M. (1957). How Reptiles Regulate Their Body Temperature. *Scientific American*, 5: 105-120.
- BOLÍVAR, W.; A. Gómez; A. Blanco y A. Giraldo (2019). Ecología Trófica. En: Biología de Anfibios y Reptiles en el Bosque Seco Tropical del Norte de Colombia. 484 pp. Editorial UPTC, Tunja. ISBN 978-958-660-341-6.
- BOWKER, R. G.; A. Sweet & D. Anderson (1986). Temperature Dependence of Metabolism of the North American Lizards *Cnemidophorus velox* and *Sceloporus undulatus*. *Amphibia-Reptila*, 7: 347-351.
- BITRAGO C. L. y H. A. Castellanos (2018). Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia. 160 p. ISBN: 978-958-5551-00-8. Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D. C.
- CABRERA-AMAYA, Diego; Teddy Angarita Sierra; Felipe Suárez Castro; Juan Pablo López Ordóñez; Juan Camilo González; Alexander Urbano Bonilla; Javier Maldonado Ocampo y Francisco Castro Lima (2013). 17pp. En: Mora-Fernández, Carolina y Lourdes Peñuela Recio (Eds). Salud Ecosistémica de las Sabanas Inundables Asociadas a la Cuenca del Río Pauto, Casanare, Colombia. Yoluka ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Fundación Horizonte Verde - FHV y ECOPETROL S.A.

- CAMPBELL J. A. & William W. Lamar (2004). The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. Cornell University Press. Ithaca, NY, EE.UU.
- CITES (Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Lista de especies CITES 2023. <https://checklist.cites.org/#/es>
- Consultado en 12.05.2024.
- CLARKE, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*. 18 (1): 117-143. DOI:10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x. ISSN 1442-9985
- CORTÉS-GÓMEZ A. M.; F. Castro y J. N. Urbina-Cardona (2013). Small Changes in Vegetation Structure Create Great Changes in Amphibian Ensembles in the Colombian Pacific Rainforest. *Tropical Conservation Science* 6(6): 749-769.
- COWLES, R. B. & C. M. Bogert (1944). A Preliminary Study of the Thermal Requirements of Desert Reptiles. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 83: 261-296.
- DÍAZ-FLÓREZ, R.; F. Barrera; Y. Romero; A. Montes; M. Maldonado; J. Zúñiga; D. Alarcón; S. Ayerbe; J. Jiménez; D. Santana; J. Calderón; R. Tipon; C. Pinilla; L. Lastre y Y. Vargas (2022). *Fauna Ofídica Colombiana*. ISBN:978-958-49-5551-7.
- DIXON A. D.; W. R. Cox; III E. M. Everham & D. W. Ceilley (2011). Anurans as Biological Indicators of Restoration Success in the Greater Everglades Ecosystem. *Southeastern Naturalist* 10 (4): 629-646.

ECHEVERRY, G. y H. Lüddecke (1990). Etología y Ecología de Termorregulación del Lagarto *Cnemidophorus l. lemniscatus* (Sauria: Teiidae) en el Bosque muy Seco Tropical de la Región de Cúcuta. Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes, Bogotá D.C.

ECHEVERRY, G. (2024) Material Audiovisual de Clase para las Asignaturas Biología de la Conservación y Herpetología. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona, Colombia.

ESPINAL, L. S. y E. Montenegro (1977) Zonas de Vida o Formaciones Vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, Bogotá D.E.

FRANCO PALLARES, R. (2017). Diversidad de Herpetofauna Asociada a Seis Coberturas Vegetales de la Región Orinoquia, Colombia. Consultoría y Monitoreo Ambiental (MCS) - Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C.

GANS C. & H. Pough (1982). Physiological Ecology: Its Debts to Reptilian Students, Its Values to Students of Reptiles. En: Biology of the Reptilia, an Ecological Approach. 12: 1-11. Gans C. et al. Eds. Academic Press, Londres.

GOPAR, L. F.; V. Minorta-Cely y J. O. Rangel (2017). Caracterización Climática de las Sabanas Inundables y los Humedales de Arauca, Colombia.

ResearchGate <https://www.researchgate.net/publication/339149772>

Consultado en 08.04.2023.

https://colombia.inaturalist.org/check_lists/15507-Arauca-Check-List

Consultado muchas veces en 2023/24.

- HARDWOOD, R. (1979). The Effect of Temperature on the Digestive Efficiency of Three Species of Lizards, *Cnemidophorus tigris*, *Gerrhonotus multicarinatus* and *Sceloporus occidentalis*. En: *Comparative Biochemistry and Physiology*, 63 (3), 417-433.
- HILL, M. O. (1973). Diversity and Evenness: a Unifying Notation and its Consequences. *Ecology*: 427-432.
- HOLDRIDGE, L. R. (1967). Life Zone Ecology. Tropical Science Center - TCS. San José, Costa Rica.
- IDEAM (1996). Estado Actual de la Información sobre Recursos Forestales y Cambio en el Uso de la Tierra. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.
- KRUSKAL, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* 29, 1–27. <https://doi.org/10.1007/BF02289565>
- LATORRE, J. P.; O. Jaramillo y L. P. Corredor (2014). Atlas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas Continentales en Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia - SINAP. ISBN 13: 978-958-42-4023-1. Editorial Planeta. Bogotá D.C.
- MITTERMEIER, R. A.; C. G. Mittermeier; J. Pilgrim; G. Fonseca; W. R. Konstant y T. Brooks (2002). Áreas Silvestres: Las Últimas Regiones Vírgenes del Mundo. ISBN 968-6397-69-8. Topan Printing Co. Tokio.
- MOJICA, B.; B. Rey; V. Serrano y M. Ramírez (2003). Reproductive Activity of a Population of *Cnemidophorus lemniscatus* (Sauria: Teiidae). *Journal of Herpetology*, Vol. 38 N° 1: 35-42.

- MORALES-BETANCOURT, M. A.; C. A. Lasso; V. P. Páez y B. C. Bock (2015). Libro Rojo de Reptiles de Colombia. 258 pp. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH - Universidad de Antioquia. Bogotá, D.C.
- NÚÑEZ, Luis Alberto; M. I. Castro; G. Mestre y L. Lozano (2019). Los Bosques de Galería: Conectores de Vida. Revista Ámbito Investigativo. ISSN 2500-5790. Universidad de La Salle, Bogotá D.C.
- ORTEGA J. E; J. Méndez; J. M. Carvajalino y D. Galindo (2019). Ecofisiología. En: Biología de Anfibios y Reptiles en el Bosque Seco Tropical del Norte de Colombia. 484 pp. Editorial UPTC, Tunja. ISBN 978-958-660-341-6.
- POUGH, H. & C. Gans (1982). The Vocabulary of Reptilian Thermoregulation. En: Biology of the Reptilia 12: 17-24. Gans, C. *et al.* Eds. Academic Press, Londres.
- RENGIFO J. M. (1998). Ranas y Sapos de Colombia. Instituto Alexander Von Humboldt - IAvH. Editorial Colina. Bogotá D.C.
- RIVERA, David (2005). La Orinoquia de Colombia. Colección Ecológica del Banco de Occidente. ISBN 958-967749-6-8, IMPRELIBROS S. A. Bogotá D.C.
- RIZZO, J. y Y. Rivas (2012). Patrones de Actividad y Termorregulación del Lagarto *Cnemidophorus l. lemniscatus* (Teiidae) en una Zona de Vida Premontana de Norte de Santander, Colombia. Trabajo de Grado para optar al título de Biólogos - Universidad de Pamplona- Colombia.
- RUEDA-ALMONACID, J. V.; J. L. Carr; R. A. Mittermeier; J. V. Rodríguez-Mahecha; R. B. Mast; R. C. Vogt; A. G. J. Rhodin; J. de la Ossa-Velásquez; J. N. Rueda y C. G.

- Mittermeier (2007). Las Tortugas y los Crocodrilianos de los Países Andinos del Trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá D. C., Colombia. 538 pp.
- RUNAP - Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - Parques Nacionales Naturales de Colombia <https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-protegida/82>
Consultado en 08.08.2023.
- SHANNON, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal.
- SIMPSON, E. H. (1949). Measurement of Diversity. Nature.
- SPELLERBERG, J. (1982). Ecology: The Physical Environment. En: Biology of the Reptilia, an Ecological Approach: 86-107. Gans C. et al. Eds. Academic Press, Londres.
- TEMPLETON, J. R. (1970). Reptiles. En: Comparative Physiology of Thermoregulation: 167-221. C. Whittow Ed., Academic Press, Nueva York.
- THOMPSON S. A.; G. G. Thompson & P. C. Withers (2008). Rehabilitation Index for Evaluating Restoration of Terrestrial Ecosystems Using the Reptile Assemblage as the Bio-Indicator. Ecological Indicators 8 (5): 530-549.
- TRUJILLO-BRICEÑO, C. A; Suescún Bolívar, L. P; & Reyes Velasco, J. E. (2023). Presencia de *Anas andium*, un visitante inesperado en tierras bajas. Ciencia en Desarrollo, 14(1), 41-45. <https://doi.org/10.19053/01217488.v14.n1.2023.14404>
- UETZ, P.; Freed, P; Aguilar, R.; Reyes, F.; Kuder, J. & Hosek, J. (Eds.) (2023). The Reptile Database, <http://www.reptiles-database.org>

Consultado muchas veces en 2023/24.

- URBINA-CARDONA, J. N.; Edgar A. Bernal; Nicolás Giraldo Echeverry y Andrea Echeverry Alcendra (2015). El Monitoreo de Herpetofauna en los Procesos de Restauración Ecológica: Indicadores y Métodos. En: Monitoreo a Procesos de Restauración Ecológica Aplicado a Ecosistemas Terrestres. Mauricio Aguilar Garavito y Wilson Ramírez (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. Bogotá D.C.: 2015. 250 pp. ISBN 978-958-8889-29-0.
- URBINA-CARDONA, J. N. y M. C. Londoño (2003). Distribución de la Comunidad de Herpetofauna Asociada a Cuatro Áreas con Diferente Grado de Perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 27(102):105-113. 2003. ISSN 0370-3908.
- URBINA-CARDONA, J.N., M. Olivares-Pérez, M. & V. H. Reynoso (2006). Herpetofauna Diversity and Microenvironment Correlates Across the Pasture-edge-interior Gradient in Tropical Rainforest Fragments in the Region of Los Tuxtlas, Veracruz. Biological Conservation 132: 61-75.
- VEITH, M.; Stefan Lötters; Franco Andreone & Mark-Oliver Rödel (2004). Measuring and Monitoring Amphibian Diversity in Tropical Forests. Estimating Species Richness From Standardized Transect Sensing. ECOTROPICA 10: 85–99, 2004© Society for Tropical Ecology.
- WHITE, F. N. (1976). Circulation. En: Biology of the Reptilia: 5: 275-334. Gans, C. y W. R. Dawson Eds. Academic Press, Londres.

- WHITTAKER, E.T. (1965) A Treatise on the Analytical Dynamics of Particles and Rigid Bodies. Cambridge University Press, London, 427-430.
- WOOD, S. C. & J. C. M. Lenfant (1976). Respiration: Mechanic Control and Gas Exchange. En: Biology of the Reptilia 4: 225-274. Gans, C. y W. R. Dawson Eds. Academic Press, Londres.
- WOO-JIN Choi, Il-Kook Park, Jong-Sun Kim, Kyo-Soung Koo, Jung-Hyun Lee, Chan Woo Park, Hee-Moon Yang and Dae-Sik Park (2018). Effects of Deforestation Practice on the Distribution and Abundance of Herpetofauna in Mt. Gariwang, South Korea. Journal of Forest and Environmental Science Vol. 34, No. 2, pp. 188-191, April, 2018. pISSN: 2288-9744, eISSN: 2288-9752. doi.org/10.7747/JFES.2018.34.2.188

12. Anexos

12.1 Anexo A (Registros fotográficos de anfibios identificados en campo)

Figura 15

Anfibios



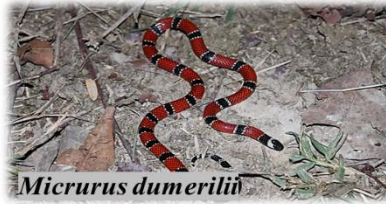
Nota. Collage de tomas de los anfibios registrados en este estudio.

12.2 Anexo B (Registros fotográficos de reptiles identificados en campo)

Figura 16

Reptiles





ota. Collage de tomas de los Reptiles registrados en este estudio.