

**DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA ASOCIADA A SEIS
COBERTURAS VEGETALES DE LA REGIÓN ORINOQUÍA,
COLOMBIA**

**DIVERSITY OF HERPETOFAUNA ASSOCIATED TO SIX VEGETABLE
COVERINGS OF THE ORINOQUÍA REGION, COLOMBIA**



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

**ROSMERY FRANCO PALLARES
BIÓLOGA
COD. 270070**

**PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE RECURSOS
NATURALES
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
2017**

DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA ASOCIADA A SEIS COBERTURAS VEGETALES DE LA REGIÓN ORINOQUÍA, COLOMBIA

DIVERSITY OF HERPETOFAUNA ASSOCIATED TO SIX VEGETABLE COVERINGS OF THE ORINOQUÍA REGION, COLOMBIA

Rosmery Franco Pallares
Bióloga, especialista en Planeación Ambiental y Manejo de Recursos Naturales
Profesional de proyectos
Consultoría y Monitoreo Ambiental (MCS)
Bogotá, D.C., Colombia
rosmeryf402@gmail.com

RESUMEN

La Orinoquía exhibe una gran diversidad ecosistémica de gran importancia económica, biológica y ecológica, sin embargo, ha sufrido drásticas transformaciones del paisaje relacionados con el cambio en el uso y cobertura de la tierra por parte del hombre que causan pérdidas de biodiversidad local. Esto genera el interés de evaluar los cambios de composición herpetofaunística asociados a seis coberturas vegetales (bosque de galería, vegetación secundaria, herbazal denso, morichales, pastos arbolados y cuerpos de agua), identificados en cuatro localidades de los departamentos de Casanare y Meta. Esta selección de unidades es estandarizada para todos los muestreos correspondientes a 2015 y 2016, como un método cuasiexperimental. Como resultado, se registraron un total de 60 especies (25 anfibios y 35 reptiles) que hacen uso de su estructura vegetal. Se evaluó la representatividad del muestreo utilizando estimadores paramétricos e índices de riqueza de especie, dominancia de Simpson (D), equitatividad de Pielou (J) e incertidumbre de Shannon-Wiener (H). El análisis de datos demostró que hay diferencias significativas en el número de especies entre las diferentes unidades mediante la prueba de Wilcoxon y contraste a posteriori de Mann-Whitney. Así mismo, se realizó un dendrograma de similitud de Bray-Curtis donde mostró mayor similitud entre la vegetación secundaria y los morichales (69%), siendo este último, un importante ecosistema emblemático de las sabanas de la Orinoquía. Estos resultados, permite adelantar otros estudios dirigidos a evaluar el estado poblacional en diferentes grados de perturbación caracterizados por los impactos de usos de suelo.

Palabras clave: anfibios, diversidad, coberturas vegetales, Orinoquía, reptiles.

ABSTRACT

Orinoquia exhibits a great ecosystem diversity of great economic, biological and ecological importance, however, it has undergone drastic transformations of the landscape related to the change in the use and cover of the earth by the man that cause losses of local biodiversity. This generates the interest of evaluating changes in herpetofaunistic composition associated to six vegetation coverages (gallery forest, secondary vegetation, dense herbaceous, morichales, wooded pastures and water sources), identified in four localities of the departments of Casanare and Meta. This selection of units is standardized for all samples for 2015 and 2016, as a quasi-experimental method. As a result, a total of 60 species were reported (25 amphibians and 35 reptiles) that make use of the vegetable coverage. Sampling representativeness was evaluated using parametric estimators and species richness indexes, Simpson dominance (D), Pielou equitability (J) and Shannon-Wiener (H) uncertainty. Data analysis showed that there are significant differences in the number of species among the different matrix using the Wilcoxon test and Mann-Whitney a posteriori contrast. Also, a dendrogram of similarity of Bray-Curtis was realized where it showed greater similarity between the secondary vegetation and the morichales (69%), being this last one, an important emblematic ecosystem of the savannas of the Orinoquía. These results allow to advance in other studies aimed at evaluating the population status in different degrees of disturbance characterized by the impacts of land use.

Keywords: amphibian, diversity, vegetation coverage, Orinoquía, reptiles.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de anfibios y reptiles en Colombia supera las 1300 especies, gracias a la variedad de ecosistemas existentes en el país como consecuencia de su topografía y su posición geográfica en el Neotrópico [1,2]. Sin embargo, las comunidades herpetofaunísticas están fuertemente afectadas por muchos factores, entre ellas la alteración y destrucción de sus hábitats [3,4], cambio climático [5], enfermedades infecciosas [6] e introducción de especies no nativas [7] en un ambiente natural, que podrían desaparecer o extinguir localmente las poblaciones.

Ahora bien, los ecosistemas de los Llanos orientales no se escapan de la situación, ya que han sido explotados durante décadas por factores como la intensa deforestación, cambios en la estructura vegetal utilizada para la explotación petrolífera, expansión de la frontera agrícola y no menos importante la industria bovina, poniendo en riesgo la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales que proveen a la sociedad [8]. Para salvaguardar esta biodiversidad y su coordinación con el crecimiento económico de la región, requieren acuerdos sociales, propuestas innovadoras y presencia de la autoridad ambiental, con el fin de armonizar prioridades de áreas de conservación de recursos naturales y generar alternativas regionales de desarrollo sostenible [9].

Estas actividades antrópicas han llevado a que un gran número de bosques naturales persistan actualmente como fragmentos, con diferentes grados de intervención y aislamiento, que traen consecuencias a largo plazo para las poblaciones de anfibios y reptiles, alterando la estructura de la comunidad y extinciones locales [10]. Esto responde a la sensibilidad de los organismos frente a los cambios en el entorno, viéndose afectados por la variación de temperatura, humedad, dirección del viento, entre otras declarando ser indicadores de la integridad ambiental [11].

Cabe aclarar que la naturaleza de las sabanas naturales les impone restricciones en el establecimiento de poblaciones de herpetofauna, lo que incurre a los taxones a tolerar las exigencias climáticas y adaptarse a los cambios en el paisaje durante los periodos de sequía y lluvias, ya que los anfibios requieren de humedad adecuada que permitan el desarrollo, tanto de los estadios larvarios, como de los adultos. Sin embargo, los niveles de humedad pueden fluctuar en la Orinoquía, de modo que, en las épocas de sequía, algunos anuros suelen enterrarse bajo el lodo en acción de la hibernación y otros, logran migrar hacia las coberturas adyacentes en busca de mejores condiciones para su establecimiento [12].

Los reptiles, por su parte, resisten a condiciones extremas de temperatura y radiación solar, siendo más flexibles en sus requerimientos ambientales. No obstante, la mayor diversidad de reptiles en épocas de invierno frente al verano, es mayor. Esto se puede explicar por fenómenos como estabilidad media en los recursos, persistencia de las condiciones ambientales, temperaturas que no descienden drásticamente y a la explosión demográfica que se presenta al inicio de las lluvias [13]. En este sentido, se deduce que las condiciones climáticas impulsan a los reptiles, explorar distintas variedades de hábitats, donde las condiciones sean propicias de acuerdo a sus requerimientos ecológicos de cada especie.

Por lo anterior, el objetivo principal del presente trabajo es determinar la composición de anfibios y reptiles a lo largo de las seis coberturas que fueron seleccionados en los departamentos de Casanare y Meta y establecer parámetros de comparación en términos de riqueza de especies y equidad en la abundancia de los individuos que pueden ser respuesta a la presión natural y antropogénica, siendo herramientas útiles para iniciar cualquier estudio de evaluación de los efectos producidos en las comunidades herpetofaunísticas como base en el diseño de estrategias que contribuya al desarrollo de iniciativas futuras de conservación en estos grupos y sus hábitats.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Los tipos de estudios sobre el manejo de recursos naturales suelen ser numerosos como todas las ciencias, que le confieren una identidad multidisciplinaria, no obstante, existe una amplia gama de posibles limitaciones en el procedimiento del muestreo como la realización de experimentos bajo condiciones controladas. Tal control es más difícil en ciencias puras, debido a que no existe una manera de

asegurar la equivalencia de los grupos experimentales y de control, es decir, no asegura la aleatorización [14].

Dicho lo anterior, el presente trabajo se basó en el diseño cuasi-experimental, con un grupo control no equivalente (puesto que las coberturas vegetales fueron previamente seleccionadas), que permitirá verificar los efectos causales de la intervención antrópica en las coberturas vegetales, y a su vez, en la composición herpetofaunística. De este modo, dará respuesta al objetivo de este trabajo mediante la recolección de datos durante la fase de campo, que suministra la información pertinente sobre los cambios en la composición, diversidad y estructura de estos organismos. A continuación, muestra cada una de las metodologías de campo y de los análisis estadísticos correspondientes.

1.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, hace parte de la llanura de la Orinoquía de Colombia donde se visitaron cuatro localidades ubicadas en los municipios de Algarrobo y Maní en Casanare y Puerto Gaitán, Meta (Vereda Rubiales) (**Ver Gráfica 1**), caracterizados por una capa herbácea y rodeados de bosques asociados a las riberas y vegas de los ríos. En la **Tabla 1** detalla la ubicación geográfica de cada uno de los puntos de muestreo, la altitud y el año correspondiente.

Por otra parte, las localidades de muestreo se encuentran dentro de la zona de vida bosque húmedo tropical (Bh-T), de acuerdo a los lineamientos del autor Holdridge (1967) [15], donde alcanzan regímenes hidrológicos de tipo monomodal, con una época de lluvias de abril a octubre en donde junio y julio son los meses más lluviosos y una época de sequía entre noviembre y marzo, siendo enero el más seco [16]. Esta variabilidad climática favorece la renovación de los hábitats, la variabilidad estacional de la producción primaria y el reclutamiento de fauna y flora, así como el mantenimiento de la variabilidad espacio-temporal de los cuerpos de agua. Como resultado de estas variaciones en la Orinoquía, se tuvo en cuenta las tres épocas climáticas con temperaturas medias mensuales entre los 24 y 28°C (**Ver Tabla 2**) para el presente trabajo, con el fin de determinar los patrones de distribución de abundancias de anfibios y reptiles en cada uno de los periodos.

Para cada departamento, se seleccionaron seis coberturas vegetales: bosque de galería (Bg), vegetación secundaria (Vs), herbazales densos (Hd), morichales (Palm), pastos arbolados (Pa) y cuerpos de agua (Ca), identificadas por la CORINE LAND COVER adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) [17].

En primer lugar, el bosque de galería (Bg), está conformado por la vegetación marginal de cauce, caracterizada fisionómicamente por tener dentro de su composición y estructura, elementos arbóreos con estratificación heterogénea de árboles de alturas superiores a 10 m y dosel continuo. Seguido, la vegetación secundaria (Vs), a diferencia del bosque de galería (Bg), se compone de vegetación arbustiva resultado de los estadios sucesionales y áreas con árboles con dosel

irregular, palmas y enredaderas que crecen de manera discontinua después de haberse presentado procesos de deforestación.

Los herbazales densos (Hd) se encuentra constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados de forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa. Esta es la cobertura de mayor importancia en extensión para la región Orinoquía. Así mismo, los morichales (Palm) también son muy representativas por la presencia de la palma moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.), con alturas de 18 m, que ocupan y cumplen funciones importantes en las depresiones y áreas inundadas de la región sabanera.

Los pastos arbolados (Pa), incluyen las tierras cubiertas con gramíneas, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a 5 m, distribuidos de forma dispersa y, por último, los cuerpos de agua (Ca), representan las áreas con presencia constante de aguas tanto lenticas como loticas durante todo el año. Comprende aquellas áreas inundadas como esteros, zonas de divagación de cursos de agua y llanuras de inundación que, durante las precipitaciones, se extienden ocupando áreas mayores y de poca profundidad. Los caños, quebradas y ríos por su parte, mantiene un cauce que es variable en diversas épocas del año.

1.2 MUESTREOS

Existen diversas técnicas para medir la diversidad biológica, las cuales dependen de los objetivos propuestos para el estudio. De acuerdo a ello, el método indirecto comprende el uso de equipos capaces de atrapar o registrar la presencia del animal sin estar presente el investigador y la manera directa, consiste en que el investigador atrape u observe el animal, con o sin ayuda de herramientas. Este último, se tuvo en cuenta para el presente trabajo que consiste en realizar recorridos diurnos y nocturnos, registrando todos los anfibios y reptiles observados en campo.

En este sentido, se realizaron cuatro muestreos entre el año 2015 y 2016 durante diez días cada uno, para un total de 40 días efectivos en campo¹, tiempo para determinar la riqueza y diversidad en los diferentes elementos del paisaje: (bosque de galería (Bg), vegetación secundaria (Vs), herbazal denso (Hd), morichales (Palm), pastos arbolados (Pa) y cuerpos de agua (Ca). Además, para cada localidad se llevó a cabo la técnica de búsqueda libre sin restricciones [18] con salidas diurnas y nocturnas efectuándose desde las 9:00 a 12:00 y de 14:00 hasta las 17:00 horas y las nocturnas desde las 18:00 hasta las 21:00 horas para un esfuerzo de muestreo total de 320 horas/hombre.

Al encontrar un individuo se procedió a capturarlo, se registró el tipo de cobertura, hora de encuentro, presencia o ausencia de cuerpos de agua y actividad. Los individuos registrados fueron fotografiados y la determinación de las especies fue

¹ Según los lineamientos de la autora Angulo (2006), la duración y frecuencia de los muestreos dependen del alcance del estudio y los recursos disponibles. Como resultado de ello, se seleccionó un muestreo estandarizado de 10 días para cada localidad, completando un total de 40 días de muestreo

realizada en base a los autores Frost *et al.* (2006) para el grupo de anfibios [19]; Trujillo-Pérez (2015) para clasificar taxonómicamente las serpientes [20]; Ayala (1986) para los lagartos [21]; Rueda *et al.* (2007) para determinar tortugas y cocodrilos [22]. Por último, al finalizar la descripción taxonómica, los individuos capturados fueron liberados a su medio natural.

1.3 ANÁLISIS DE DATOS

1.3.1 Diversidad total. El autor Robert Colwell (1994) define a la diversidad biológica como el conjunto de especies registradas en un área determinada y se mide como la riqueza específica obtenida por medio de los estimadores de riqueza no paramétricos [23]. Los estimadores más utilizados fueron Jackknife de primer orden basados en el número de especies que ocurren solamente en una muestra, el Jackknife de segundo orden, se diferencia por considerar el número de especies en dos muestras. Seguido, el estimador Bootstrap estima de manera más precisa la riqueza del ensamblaje asumiendo gran cantidad de especies raras y, por último, Chao 2 (variante de Chao 1) utiliza los datos de incidencia, que toma en cuenta la distribución de las especies entre las muestras [24].

Estos estimadores de riqueza no paramétricos, son usados para la construcción de curvas de acumulación de especies mediante el programa EstimateS 9.1.0², siendo el más indicado para estimar la representatividad de muestreo en anfibios y reptiles de las cuatro localidades de la región Orinoquía. De acuerdo a estos resultados, se determina el porcentaje de eficiencia de los muestreos.

1.3.2 Distribución Rango-Abundancia de especies. Los patrones de abundancia de las especies encontradas fueron identificados mediante curvas de Whitaker o de rango-abundancia, que grafican las abundancias relativas a escala logarítmica contra los rangos ocupados por las especies de la más a la menos abundante, observando las tendencias en cuanto a las especies encontradas en diferentes coberturas vegetales y al número de individuos por especie de acuerdo a la variación estacional [25]. De lo anterior, el propósito de estas curvas es determinar los cambios en los patrones de composición, riqueza, equidad y dominancia en asociación con las coberturas estudiadas.

1.3.3 Diversidad alfa. Para estimar la diversidad alfa, se emplearon comparativamente varios índices: Primero, se calculó la equidad a través del índice de Shannon-Wiener (H') con logaritmo natural que permite expresar la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, segundo, el índice de dominancia de Simpson (1-D) toma en cuenta las abundancias de las especies más comunes, es decir es menos sensible a la riqueza de especies y se enfoca en las especies con mayor abundancia y por último, el índice de equitatividad de Pielou (J'), mide la proporción de la diversidad observada con relación a la

² Colwell, R.K. (2004). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species for Samples. Version 9.1.0. Recuperado de : <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/index.html>

máxima diversidad esperada [24] para todo esto, se utilizó el programa PAST V. 3.0³

1.3.4 Diversidad Beta. Para reconocer la diversidad beta se calculó el grado de recambio en la composición de especies entre las seis coberturas vegetales a través de un análisis de ordenación Bray-Curtis, tomando en consideración las abundancias absolutas para dilucidar qué tan parecidos son los diferentes tipos de coberturas con relación a su composición de especies. Según el autor Bray (1957) [26], define que los valores de este índice, van de cero a uno cuando son completamente idénticos, considerando que el máximo valor de similitud hace referencia a un bajo número de especies exclusivas para cada cobertura vegetal. Por último, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis y contraste a posteriori de Mann-Whitney para comprobar la existencia de diferencias significativas entre la diversidad de las seis coberturas vegetales [27]

Como resultado de ello, se construye un dendrograma que agrupan las coberturas en función del número de especies que presentó cada uno y las pruebas se analizaron mediante el programa PAST V. 3,0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Diversidad total. Con un esfuerzo de muestreo acumulado de 320 horas/hombre, se registraron un total de 60 especies, 25 anfibios y 35 reptiles que resultaron una importante contribución al conocimiento de la riqueza herpetológica de la región Orinoquía (Ver **Tabla 3**).

Para la clase Amphibia se registraron 806 individuos distribuidos en 25 especies repartidas en cuatro familias (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Microhylidae), siendo Hylidae y Leptodactylidae, las familias más representativas de este grupo de interés con 10 y 11 sp respectivamente. La dominancia de estas familias se relaciona por su amplia distribución en Suramérica, debido a que confieren a las especies, diferentes estrategias de tolerancia a los gradientes de perturbación antropogénica como lo son la contaminación de los cauces y modificación de hábitats [28].

Para la clase Reptilia, se reportaron 474 individuos pertenecientes a los tres órdenes Crocodylia, Squamata y Testudines, los cuales se distribuyen en 17 familias, dos de ellas (Colubridae y Teiidae) representan el mayor número de especies registradas en campo (cuatro sp). Este resultado responde a la misma tendencia que presentan los reptiles a nivel nacional, en el que las familias más ricas en géneros y especies corresponden a serpientes y lagartos [29].

La representatividad de los muestreos fue evaluada a través de las curvas de acumulación de especies para la comunidad herpetofaunística identificados en

³ Hammer, O., Harper, D.T. y Ryan, P.D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4: 1-9.

campo, mediante los recorridos de observación visual y/o auditiva. Para obtener estas curvas se tuvo en cuenta cada registro, tomando como muestra las abundancias de forma independiente, obteniendo de la misma manera, la representatividad que tuvo el muestreo al acercarse a los estimadores empleados para ello.

Mediante los resultados arrojados de los estimadores de riqueza, se tiene que Bootstrap y Chao 2 muestran mayor porcentaje de efectividad en los registros, con predicciones de especies de 26 anfibios y 40 de reptiles frente a las especies observadas (**Ver Tabla 4**). Esto quiere decir, que los valores están cerca del 93% en anfibios y 87% en reptiles que afirman la representatividad del muestreo.

Cabe resaltar que estos resultados es un aproximado a la riqueza real o al valor que arroja cada estimador, pues siempre quedan por fuera del inventario de especies sin reportar, razón por el cual se relaciona al comportamiento ecológico de los anfibios y reptiles en función del estado de hábitats y de las variantes climáticas y estacionales. En la **Figura 2** muestra dos graficas correspondientes las curvas de acumulación de anfibios (A) y reptiles (B), que representan un comportamiento asintótico señalando que el número de especies que pueden conformar la comunidad herpetofaunística no fue muestreado completamente, ya que los estimadores Jackknife de primer y segundo orden adicionan nuevas apariciones aproximadas de seis anfibios y 19 reptiles correspondientes.

Ahora bien, de acuerdo al esfuerzo de muestreo acumulado (320 horas/hombre), suele ser insuficiente para registrar todas las especies presentes debido a muchos factores externos que se evidenciaron en el área de estudio como la modificación de las coberturas vegetales, la contaminación de suelos y aguas ocasionados por las actividades agrícolas, ganaderas y petrolíferas, intervienen directamente en la riqueza y abundancia de especies. Por tal razón, es necesario realizar estudios más frecuentes que busquen evaluar la situación real de la biodiversidad en esta región e interpretar el estado de los ecosistemas y cómo están siendo afectados por los mismos.

II. Distribución rango-abundancia de especies.

La distribución rango-abundancia de especies que hacen uso de las seis coberturas vegetales, presentaron diferencias en composición, riqueza y patrones de abundancia (**Ver Figura 3**). Para el grupo de los anfibios, la matriz de herbazal denso (Hd) presenta una pendiente pronunciada, por lo que se traduce en una dominancia alta por parte de la especie ***Dendropsophus mathiassoni***, quien fue la más abundante con 63 individuos reportados en campo.

Lo anterior se explica que la especie, a pesar de ser generalista, cambia abruptamente su abundancia entre lluvias y sequía, ya que la mayoría de los muestreos fueron realizados durante la estación lluviosa, mientras que en época seca se reduce el número de registros. En otras palabras, su presencia se relaciona fundamentalmente por el microclima del ambiente para el cual, las áreas húmedas

son más estables para estos organismos (aumento de presas, sobra y humedad relativa), ratificando que los herbazales densos (Hd) pueden ser un factor determinante en la dinámica hidrológica de las sabanas inundables [30].

Por el contrario, la época seca se presentó en la localidad de Maní (Casanare), donde la tasa de encuentro de anfibios disminuye a 138 individuos de 15 especies (p.e. *Boana xerophylla*, *Dendropsophus mathiassoni*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus fischeri*, *Scinax rostratus*). En este periodo ocurre varios fenómenos que envuelve la reducción de la disponibilidad de fuentes hídricas y el aumento de la pérdida de hojas de los árboles, los cuales generan mayor radiación solar a la superficie ocasionando cambios oscilatorios en el microclima del ambiente. Lo anterior demuestra que el clima es un factor limitante para el establecimiento de algunas especies especialmente aquellas que no toleran estos cambios, por lo cual adoptan estrategias conductuales como disminuir sus tasas metabólicas y/o enterrarse en el lodo o cuevas (p.e. *Leptodactylus fuscus*).

La cobertura de bosque de galería (Bg) es la unidad que obtuvo mayor riqueza alcanzando un total de 20 spp, siendo los taxones *Pseudopaludicola boliviana* (59 ind) y *Leptodactylus fuscus* (32 ind), quienes se encuentran en su condición dominante, y las menos abundantes corresponden a las ranas *Boana boans*, *Leptodactylus lineatus*, *L. mystaceus*, *L. knudseni* y *Rhinella marina*, ya sea por sus hábitos y conductas, o porque naturalmente sus poblaciones son mucho más reducidas en comparación con otras especies registradas. Esta diversidad de especies responde en gran medida, a la heterogeneidad ambiental con estratificaciones diversas en su estructura y composición, permitiendo a los anfibios obtener cantidades suficientes de recursos como alimentación y disponibilidad de refugios.

Posteriormente, los morichales (Palm) son tan emblemáticos para la región Orinoquía siendo el único valor reconocido de conservación. Su ubicación es muy particular en suelos, ya que están parcial o permanentemente inundados con aguas oligotróficas, aunque siempre con abundante material vegetal disuelto en forma de sustancias húmicas. Este tipo de ecosistema representa sitios claves para algunos anfibios, debido a la oferta hídrica y dominancia de la estructura vegetal de tipo arbóreo, caracterizados por la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*), por medio del cual, afloran un sinnúmero de invertebrados que son aprovechados por los anfibios, como también hallan sitios de descanso o concentración estacional con adaptaciones particulares para vivir este tipo de ambiente [31].

Para el grupo de los reptiles, las curvas de rango-abundancia demuestra que están claramente dominadas por especies raras con pocas especies abundantes señalando que las coberturas de bosque de galería (Bg), vegetación secundaria (Vs) y herbazal denso (Hd) obtuvieron mayor registro de especies que presentaron menor número de individuos (Ver **Figura 4**). Estas densidades bajas dependen de algunos factores que ostentan los reptiles como los hábitos crípticos y comportamientos evasivos limitando el encuentro visual de estos organismos en campo [32].

Ahora bien, los patrones de distribución de abundancias de reptiles resultaron ser mayores en cuerpos de agua (Ca) y herbazales densos (Hd), donde muestran frecuencias entre 51 y 35 individuos pertenecientes a la babilla ***Caiman crocodilus***. Esta especie es muy común observarlos en aguas lenticas como loticas que incluyen caños, quebradas, lagunas costeras y grandes ríos, las cuales les proporcionan refugio tanto de posibles depredadores como para pasar inadvertidos para las presas [33].

Los herbazales densos (Hd) constituyen la segunda matriz frecuentada por los reptiles que hacen uso de los recursos disponibles para sus procesos biológicos. Esta unidad representa espacios amplios y abiertos, dominados principalmente por plantas herbáceas, las cuales forman un espeso y denso parche que puede estar o no inundado en distintas épocas del año, como respuesta a los cambios climático y de precipitación de la región Orinoquía [34]. Aunque la temporada seca y/o transición, la radiación solar aumenta exponencialmente en los espacios abiertos y por ende, los individuos tienden a aumentar su número, debido a su condición heliotérmica otorgando la función de mantener constante la temperatura corporal [35] como los lagartos de la familia Dactyloidae (***Anolis auratus***), Scincidae (***Mabuya altamazonica***) y Teiidae (***Ameiva praesignis***) y algunas serpientes como la cazadora sabanera ***Mastigodryas boddaerti***, la cascabel ***Crotalus durissus*** y el coral macho ***Pseudoboa neuwieddi*** quienes frecuentan mucho en estos espacios abiertos y homogéneos.

Por otra parte, los bosques asociados a cuerpos de agua (Bg) poseen asociaciones edáficas húmedas y una rica composición florística que ofrecen mayor disponibilidad de recursos, dentro de los que se incluyen fuentes de alimento, refugio, reproducción y/o lugares para termorregular que permiten acoger una mayor riqueza de reptiles (20 spp). Por esta razón, se considera importante sugerir la realización de un estudio que contemple la posibilidad de establecer los corredores biológicos para permitir la conectividad con el fin de facilitar tres hechos fundamentales: 1) incremento de las tasas de colonización que evite la extinción local de las poblaciones naturales, 2) aumento del flujo genético y reducción de consanguinidad y 3) mayor diversidad de especies en los fragmentos [36].

La categorización de las proporciones de abundancias de reptiles se estableció para cada departamento en dos periodos distintos (2015 y 2016). En primer lugar, la comunidad de anfibios resultó ser igual en valores de riqueza que corresponde a 28 especies para ambos periodos, sin embargo, algunas taxas fueron encontrados exclusivamente en el periodo 2015 que no se pudo evidenciar en el 2016 o viceversa.

En este caso, cinco especies se registraron únicamente en el año 2015, tales como ***Dendropsophus minutus***, ***Boana boans***, ***Leptodactylus mystaceus***, ***L. lineatus*** y ***Trachycephalus typhoni***, no se volvieron a registrar en campo en el 2016, ya que pudo verse reflejado por el constante uso antrópico que está ocasionando alteraciones físicas en el paisaje y produjeron la fragmentación en la estructura de

la vegetación, afectando de manera directa el microclima mientras que, en el periodo 2016 solo se adicionó al listado total una especie ***Leptodactylus knudseni***, encontrado en el interior del bosque de galería (Bg) en la vereda Rubiales, Puerto Gaitán, Meta. Esta rana terrestre es muy conocida y se caracteriza por su puesta de nidos de espuma dentro de las cavidades que son construidas por los machos, donde los renacuajos migran hacia un cuerpo de agua para culminar su desarrollo metamórfico [37].

De esta manera, las especies presentarían una alta habilidad para hacer frente al cambio en las variables bióticas y abióticas en su microhábitats y por consiguiente se habrían adaptado a las fragmentaciones de su entorno [40]. Sin embargo, algunas especies responden cierto grado de tolerancia como las ranas ***Dendropsophus mathiassoni***, ***Leptodactylus fuscus*** y ***Rhinella margaritifera***, que fueron registradas para ambos periodos (2015-2016) clasificándose por la categoría de abundancia Común (Ver **Figura 5**), es decir, conformaron el mayor número de abundancias mediante el cual, en el 2015 obtuvieron registros entre 35 y 97 individuos, mientras que en el 2016 reportaron abundancias entre 15 y 41 individuos.

Por el contrario, especies como ***Adenomera hylaedactyla***, ***Elachistocleis ovalis***, ***Boana boans***, ***Leptodactylus lineatus*** y ***Pseudis paradoxa***, presentan limitaciones para poder permanecer en ciertos tipos de ambientes catalogándose como especies no comunes (NC) particularmente en el departamento del Meta. Aunque es importante aclarar que los anuros no están regidos por los requerimientos específicos de hábitats, sino también por la estacionalidad en que se presentó cada una de las localidades de la región Orinoquía. Por ejemplo, la rana ***Pseudis paradoxa*** requiere de cuerpos de agua para su reproducción y desarrollo de los renacuajos, afirmando que, durante la fase de campo, se encontraron tres individuos en pozos de agua aislados de cualquier cuerpo de agua corriente y rodeado de grandes áreas de sabanas dispuestas para el ganado. Este hallazgo concuerda con el autor De la Ossa (2009), quien afirma que ***P. paradoxa*** habita en cuerpos de agua aislados donde mantienen la ocupación poblacional de esta especie [41].

En la **Figura 6** demostró que las proporciones de abundancia para el grupo de reptiles fueron similares entre sí, ya que representaron pocas especies comunes (C) y muchas especies no comunes (NC). Esto puede ser concordante con estudios que demuestran los cambios en la composición y abundancia de los ensambles de reptiles como respuesta de las variaciones climáticas [41]. Tomando en cuenta que, durante la época seca presentada en Maní (Casanare), manifestaron un total de 20 spp (60% comunes, 30% frecuentes y 10% no comunes) debido al incremento de las radiaciones solares que les permitieron llevar a cabo sus procesos metabólicos mediante las actividades de termorregulación, aunque existen algunas que no toleran a las altas temperaturas, prefieren permanecer en refugios sombreados disminuyendo el tiempo de actividad y forrajeo, lo cual las hace menos conspicuas para el investigador.

Por otro lado, durante la época lluviosa, los reptiles se distribuyen homogéneamente en diferentes tipos de coberturas, una vez que las condiciones de microclima y alimento estén disponibles para la comunidad herpetofaunística. La importancia de este tipo de estacionalidad figura en el aumento de recursos y permanencia de las condiciones ambientales, tendencias que muestran algunas especies con aparente tolerancia ecológica, fluctúan al azar ante los cambios climáticos que se presentan de una época a otra [42].

III. Diversidad alfa.

La diversidad herpetológica, de acuerdo con el Índice de Shannon-Wiener mostró que la matriz de pastos arbolados (Pa) representa el menos diverso para los anfibios debido a la homogeneidad vegetal ($H' = 1,58$) mientras que los reptiles, la cobertura que mostró menos diversidad corresponde a cuerpos de agua (Ca), ya que no todos los organismos presentan hábitos acuáticos (**Ver Tabla 5**). Esto está en concordancia con las características ecológicas de cada especie, es decir, los anfibios requieren de ambientes húmedos y conservados para el establecimiento de sus poblaciones naturales, mientras que los reptiles de comportamiento heliófilas requieren de espacios abiertos donde la radiación solar es mayor como lo expone los pastos arbolados (Pa), siendo indispensables para su funcionamiento metabólico.

Por su parte, las unidades de bosque de galería (Bg) y vegetación secundaria (Vs) alcanzaron valores más aceptables en función de las condiciones ambientales sobre todo por la estructura florística compleja, formaciones y crecimientos verticales que presentan las especies vegetales y resultan ser aptos para la comunidad herpetofaunística debido a la mayor disponibilidad de alimento y sitios de refugios, no solo por lo enmarañado que puedan estar las matrices sino por los distintos estratos vegetales. Sin embargo, según los valores del índice Shannon-Wiener, las seis coberturas presentan baja diversidad, lo cual puede ser explicado en los lineamientos del autor Margalef (1995), donde expresa que un sitio es diverso cuando adquiere valores superiores a tres y con baja diversidad a los que presenten valores menores de tres [43].

Así mismo, se graficaron las isolíneas con los valores del índice Shannon-Wiener (H') para cada matriz vegetal, con el fin de distinguir cual es la más diversa (**Ver Figura 7**). Como resultado de ello, los anfibios y reptiles registrados en la región Orinoquía son más dependientes de matrices densas como los bosques de galería (Bg) y vegetación secundaria (Vs), aunque otras especies mantienen uso generalista de áreas abiertas como los herbazales densos (Hd) y pastos arbolados (Pa).

El índice de equidad de Pielou (J') por su parte, es una relación que existe entre la diversidad observada y el máximo valor de diversidad esperado. Varía entre cero y 0,1 donde adquiere el valor de 0,1, cuando las especies presentan la misma abundancia. El resultado de la aplicación del índice muestra que la equidad entre las coberturas vegetales no es uniforme con valores $>0,71$, sin embargo, en la

vegetación secundaria (Vs) fue la más equitativa ($J' = 0,90$) por sus valores de abundancia de especies de anfibios ($n=18$ ind) y en reptiles, la matriz de pastos arbolados (Pa) alcanzó el valor más cercano a uno ($J'=0,89$), viéndose reflejado en la equidad de abundancias.

Es importante aclarar, que los índices de equitatividad (Shannon y Pielou) resultan ser útiles para hacer seguimiento del estado de conservación de los ecosistemas, porque toman en cuenta el número total de especies y la homogeneidad con la que se distribuyen sus abundancias [44]. Por tal razón, es necesario realizar monitoreos más frecuentes que permitan disuadir vacíos de información en temas de distribución, ecología e historia natural con enfoques hacia la conservación a escala regional.

El índice de Simpson (1-D) es una medida de la dominancia de especies, que permite determinar el número efectivo de especies en las muestras y evita así la influencia de especies raras, es decir, se proporcionó una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa, por lo que nos indica la estructura de la comunidad en función de la equitatividad de las especies dentro de una muestra [24]. En este contexto, los valores que son cercanos a uno, tienden a ser más dominantes.

Como resultado de este índice, mostraron que las coberturas de bosque de galería (Bg) y vegetación secundaria (Vs) acogen el mayor número de especies, como resultado de su alta heterogeneidad estructural y funcional. De este modo se destaca la importancia de conservar, preservar y mantener los ecosistemas boscosos en su estado natural sin la intervención de los factores que están impactándola, como lo son la pérdida de hábitats, fragmentación, contaminantes, cambio constante de uso de suelo, especies invasoras, entre otros y de manera indirecta, los modelos sostenibles de consumo y culturales que culminan en una disminución de riqueza a diferentes escalas desde una perspectiva tanto paisajística como ecológica [45].

IV. Diversidad beta.

Para reconocer la diversidad beta se calculó el índice de Bray-Curtis, el cual muestra que tan parecidos son los diferentes tipos de vegetación con relación a su composición de especies. Los valores de este índice van de cero a uno cuando son completamente idénticos, considerando que el máximo valor de similitud hace referencia a un bajo número de especies exclusivas para cada tipo de vegetación [24]. Con los valores obtenidos de este índice, se elaboraron los dendrogramas agrupando las seis coberturas vegetales seleccionadas para el presente trabajo con los registros obtenidos durante la fase de campo.

Basados en el recambio de especies entre coberturas vegetales, existe una representatividad significativa de la herpetofauna de la Orinoquía puesto que, se distribuyen en cinco grupos diferentes en el ensamblaje. El primer grupo corresponde la cobertura de pastos arbolados (Pa), no muestran relación con

respecto a las otras coberturas mencionadas (**Figura 8**), con una distancia del 63% es decir, el 36% de las especies toleran los cambios fluctuantes de temperatura y humedad en el ambiente. Cabe aclarar, que la diversidad anurofaunística depende de la estacionalidad, ya que en las épocas lluviosas generan depósitos de acumulación de aguas lluvia convirtiéndose en microhábitats en pastos arbolados (Pa) para muchos anfibios (*p.e. Elachistocleis ovalis, Leptodactylus fuscus, Physalaemus fischeri, Rhinella humboldti*), mientras que, durante la época seca, se reduce la composición de anuros debido a la ausencia de requerimientos mínimos de humedad en el ambiente.

Caso contrario ocurre con el primer grupo para los reptiles, la cobertura de cuerpos de agua (Ca) mostró menos segregación con respecto a las demás coberturas (similaridad 43,3%) dando respuesta a que la mayoría de estos reptiles exhiben una ecología asociada a estos sistemas lenticos y loticos siendo la babilla ***Caiman crocodilus***, el cachirre ***Paleosuchus trigonatus***, la terecay ***Podocnemis unifilis***, la galápaga sabanera ***Podocnemis vogli***, y el lagarto buceador ***Uranoscodon superciliosus*** permanecen en cercanía de corrientes de agua.

Ahora bien, el segundo grupo corresponden a las matrices que mostraron más relación corresponden a la vegetación secundaria (Vs) y morichales (Palm) con un porcentaje próximo al 70% de similaridad de ambos grupos taxonómicos que comparten entre sí. En primer lugar, los bosques secundarios (Vs) es el resultado de las alteraciones hechas a las vegetaciones nativas que han sufrido un proceso regenerativo, ha permitido el establecimiento de 18 anfibios y 15 reptiles que pasan por estos lugares al moverse de un parche de vegetación a otro. Estas modificaciones y fragmentación de ambientes ocasionan una alta diversidad en respuesta a la utilización de los recursos que se encuentran en áreas donde ocurren, encontrándose que dichos ambientes están dominados por especies generalistas y tolerantes adaptables a la oferta con que dispone dicha cobertura.

Los morichales (Palm), por su parte, juegan un papel importante en la protección del recurso hídrico en regiones con estacionalidad marcada como sucede en los Llanos orientales [31], sin embargo, ha sido poco documentado los patrones de diversidad herpetofaunística, los cuales requieren mayor esfuerzo de muestreo a fin de caracterizar todos los morichales de la región Orinoquía. La representatividad de 15 anfibios presenta una similaridad del 69% con vegetación secundaria (Vs), entre ellas ***Adenomera hylaedactyla, Boana xerophylla, Osteocephalus taurinus*** y 13 reptiles (*p.e. Chelonoidis carbonaria, Cnemidophorus lemniscatus, Gonatodes concinnatus*), demuestran cierta adaptación comportamental de las especies ya que pueden limitar su presencia en ambientes con mayores grados de inundación, particularmente aquellos taxones estrictamente terrestres y/o minadores como las culebras ciegas ***Amphisbaena alba*** y ***A. fuliginosa***, por ello prefieren habitar en los bosques de galería (Bg).

El bosque de galería (Bg) representa el tercer grupo, fue uno de los hábitats con mayor riqueza y abundancia de especies, con un porcentaje de similaridad del 59,5% anfibios y 40,7% para el grupo de reptiles, mediante el cual comparten con otras coberturas principalmente con el grupo dos (vegetación secundaria (Vs) y morichales (Palm)), gracias a esta variedad de especies vegetales y microhábitats, ofrecen una amplia gama de recursos como alimento y refugios, siempre y cuando estén relacionados con los cuerpos de agua. Aunque para esta cobertura solo se registraron cinco especies de anfibios ***Boana boans*, *Leptodactylus lineatus*, *L. knudseni*, *L. mystaceus* y *Trachycephalus typhonius*** y seis reptiles ***Amphisbaena alba*, *A. fuliginosa*, *Leptodeira annulata*, *Lygophis lineatus*, *Micrurus lemniscatus* y *Thamnodynastes pallidus*** que no compartieron con otras coberturas seleccionadas.

Los herbazales densos (Hd) y pastos arbolados (Pa) por su parte, la comunidad herpetofaunística comparten alrededor de un 44%, presentándose un menor número de individuos, condición documentada con otros estudios [46,47]. Esto puede ser explicado por la homogeneidad vegetal donde solo se presentan algunos elementos arbóreos dispersos, reduce la riqueza y abundancia de la comunidad herpetofaunística, excepto aquellos organismos de características heliotérmicas, con modos de forrajeo activo como los lagartos ***Anolis auratus*, *Cnemidophorus lemniscatus* y *Tupinambis teguixin***.

Por último, los hábitats exhibieron diferencias estadísticamente significativas entre tipos de vegetación y la abundancia y el número de especies de anfibios y reptiles (H (21,97); 0,05=26.65; $p=6,672 \times 10^{-5}$). Las coberturas de pastos arbolados (Pa) y cuerpos de agua (Ca) presentaron diferencias significativas (K-W $p= <0,005$), respondiendo de esta manera que solo se puede observar que, al inicio del estudio se reportaron las asociaciones de las especies herpetofaunísticas en todas las coberturas, sin mostrar exclusividad de hábitat (ver **Tabla 5**).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo, representan una contribución al conocimiento de la riqueza herpetofaunística de la región Orinoquia, sin embargo deben hacerse esfuerzos para realizar estudios particulares enfocados a conocer la estructura y dinámica poblacional principalmente de aquellas especies que frecuentan en los morichales (Palm) para luego entender la importancia que tienen estos ecosistemas y lograr un manejo sustentable, coadyuvando con ello a la conservación de la biodiversidad en esta región. Adicionalmente, se recomienda continuar realizando estudios de diversidad en los departamentos de Arauca, Vichada y en general en la región de la Orinoquia con el fin de ampliar el conocimiento que se tiene estos grupos taxonómicos.

De igual manera, las demás coberturas vegetales es de suma importancia ya que alojan la presencia de anfibios y reptiles, no obstante, las actividades antrópicas están provocando la fragmentación de las poblaciones a través del tiempo. Por tal razón, es recomendable realizar nuevos muestreos a lo largo de todo el año con el

fin de cubrir la variación temporal y estacionaria que se presenta en los Llanos orientales e incluso, tener en cuenta las variables ambientales (temperatura y humedad relativa), lo cual podría resultar en variaciones en la diversidad de anfibios y reptiles descritos en este estudio.

La diversidad de anfibios y reptiles exhibe comportamientos opuestos con respecto a la estacionalidad presentada durante la fase de campo. La abundancia y riqueza de anfibios y reptiles demostraron el aumento durante la época de lluvias mientras que la equidad de estos grupos taxonómicos aumenta en los ambientes boscosos como los bosques de galería (Bg) y vegetación secundaria (Vs). Por esta razón, es importante mantener en los bosques remanentes del piedemonte llanero, cuerpos de agua con alta cobertura de dosel que permitan mantener una capa de hojarasca en el suelo y con temperaturas bajas y poco fluctuantes

Así mismo, a mayor cobertura de dosel (bosque de galería (Bg), vegetación secundaria (Vs) y morichales (Palm)), la comunidad de anfibios tiende a ser más diversa y exclusiva mientras que a menor cobertura vegetal (pastos arbolados (Pa) y herbazales densos (Hd)), tienden a ser más similares en composición y solo permanecen aquellas especies tolerantes y generalistas. Para el grupo de los reptiles, en ambientes abiertos, se diferencian ampliamente con respecto a las coberturas boscosas, ya que muestran preferencias por el aumento de las radiaciones solares para sus procesos de termorregulación.

AGRADECIMIENTOS

Los inventarios herpetofaunísticos realizadas fueron financiados por la empresa Consultoría y Monitoreo Ambiental (MCS), con el fin de elaborar este documento de investigación científica. Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a mi familia, en especial a mis padres que son un gran apoyo e inspiración para conseguir cada vez más logros y salir adelante. A los profesores Diego Rincón y Erika Ortiz de la Universidad Militar Nueva Granada por sus indicaciones durante el desarrollo del documento, así mismo expreso agradecimientos al profesor Luis Guillermo Díaz por sus asesorías estadísticas.

REFERENCIAS

[1] Acosta, A. R. (2017). *Lista de los Anfibios de Colombia*. Recuperado de <http://www.batrachia.com>.

[2] Uetz, P., Freed, P. & Jirí, H. (2016). *The Reptile Database*, Recuperado de <http://www.reptile-database.org>.

[3] Cortés-Gómez, A., Castro-Herrera, F. & Urbina-Cardona, J.N. (2013). Small changes in vegetation structure create great changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest. *Tropical Conservation Science*, 6, 749-769.

[4] Quintero-Ángel, A., Osorio-Domínguez, D., Vargas-Salinas, F. & Saavedra-Rodríguez, C. (2012). Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*, 5, 99-105.

[5] Urbina-Cardona, J.N. (2011). Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: posibles respuestas al cambio climático. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas – Universidad Militar* 7, 74-91.

[6] Ruiz, A. & Rueda-Almonacid, J.V. (2008). ***Batrachochytrium dendrobatidis*** and chytridiomycosis in anuran amphibians of Colombia. *EcoHealth*, 5, 27-33.

[7] Rueda-Almonacid, J.V. (1999). Situación actual y problemática generada por la introducción de la rana toro a Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23, 367-393.

[8] Mora-Fernández, C. & Peñuela-Recio, L. (2013). *Salud ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la Cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia*. (1-152). Bogotá, D.C.: Ed. Pencil Work.

[9] Abadía, J.G. (2011). *Cambios en la cobertura del paisaje y fuerzas conductoras en los Llanos Orientales Colombianos (Puerto López, Meta), 1998-2007*. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12443/AbadiaJuanGuillermo2011.pdf?sequence=1>.

[10] Kattan, G.H. & Álvarez-López, H. (1996). Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. En: Scelhas, J. & Greenberg, R. (Eds). *Forest patches in tropical landscapes* (pp. 3-18). Washington: Ed. Island Press.

[11] Schlaepfer, M.A. & Gavin, T.A. (2001). Edge effects on lizards and frogs in tropical forest fragments. *Conservation Biology*, 15, 1079-1090.

[12] Duellman, W.E. (1992). Estrategias reproductoras de las ranas. *Investigación y Ciencia*, (192), 54-61.

[13] Medina-Rangel, G. (2013). Cambio estacional en el uso de los recursos de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, departamento del Cesar (Colombia). *Caldasia*, 35(1), 103-122.

[14] Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. & Baptista, L. *Metodología de la investigación* (pp. 148-165). México: Ed. McGraw-Hill Interamericana.

[15] Holdridge, L.R. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. (Trad. Jiménez, S.). San José, Costa Rica: IICA. (Libro original publicado en 1967).

- [16] IDEAM. (2014). *Atlas climatológico nacional*. Recuperado de <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?IServicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=55>
- [17] IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia. Escala 1:100.000*. Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- [18] Angulo, A., Rueda-Almonacid, J., Rodríguez-Mahecha, J. & La-Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Bogotá, D.C.: Ed. Panamericana Formas e Impresos S.A.
- [19] Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R.H., Haas, A., Haddad, C., De Sa, R., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S.C., Raxworthy, C.J., Campbell, J.A., Blotto, B.L., Moler, P., Drewes, R.C., Nussbaum, R.A., Lynch, J.D., Green, D.M. & Wheeler, D. (2006). The Amphibian Tree of Life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 297, 1-370.
- [20] Trujillo-Pérez, G. (2015). *Diversidad de los reptiles de la Orinoquía colombiana: Análisis de los patrones de distribución y relaciones ambientales* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C.
- [21] Ayala, S.C. (1986). Saurios de Colombia: lista actualizada y distribución de ejemplares colombianos en los museos. *Caldasia*, 15(71-75), 555-597.
- [22] Rueda-Almonacid, J.V., Mittermeier, C.L., Rodríguez-Mahecha, A., Mast, J.V., Vogt, R.B., Rhodin, R.C., De la Ossa-Velásquez, G.J., Rueda, J.N. & Mittermeier, C.G. (2007). *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Bogotá, D.C.: Ed. Panamericana, Formas e Impresos S.A.
- [23] Colwell, R. & Coddington, J. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.
- [24] Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA* (pp. 1-86). Zaragoza: Ed. Gorfi S.A.
- [25] Feinsinger, P. (2001). *Designing field Studies for biodiversity conservation*. Washington: Ed. Island Press.
- [26] Bray, J.R. & Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- [27] Motulsky, H. (2012). *Choosing a statistical test (material de Intuitive Biostatistics)*. Recuperado de <http://www.graphpad.com/support/faqid/1790/>

[28] Cáceres-Andrade, S. & Urbina-Cardona, J.N. (2009). Ensamblaje de anuros en sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, departamento del Meta, Colombia. *Caldasia*, 31(1), 175-194

[29] Sánchez-C., H., Castaño-Mora, O.V. & Cárdenas-Arévalo, G. (1995). Diversidad de los reptiles de Colombia. En Rangel-Ch., O. (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica I*. Bogotá, D.C.: Ed. Guadalupe, Ltda.

[30] Montoya, J.V., Castillo, M. & Sánchez, L. (2011). La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia*, 36(12), 899-907.

[31] Lasso, C. A., Rial, A. & González, V. (Eds). (2013). VII. *Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

[32] Lynch, J.D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la academia colombiana de ciencias*, 36(140), 435-449.

[33] Moreno-Arias, R., Ardila-Robayo, M.C., Martínez-Barreto, W & Suarez-Daza, R. (2013). Ecología poblacional de la babilla (***Caiman crocodilus fuscus***) en el Valle del río Magdalena (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 35(1), 25-36.

[34] Instituto Sinchi. (2009). Arbusto denso: Fichas de los patrones de las coberturas de la tierra de la Amazonia Colombiana. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=9spSAwAAQBAJ&pg=PA108&lpg=PA108&dq=Instituto+Sinchi.+Arbusto+denso:+Fichas+de+los+patrones+de+las+coberturas+de+la+tierra+de+la+Amazonia+Colombiana&source=bl&ots=ybtyN8_NUs&sig=v6fw4jgLA72UhoHUUztxr1mWcjc&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj1jq7Tm9rUAhVFRyYKHUHiAIQQ6AEIMTAD#v=onepage&q=Instituto%20Sinchi.%20Arbusto%20denso%3A%20Fichas%20de%20los%20patrones%20de%20las%20coberturas%20de%20la%20tierra%20de%20la%20Amazonia%20Colombiana&f=false

[35] Velásquez, J. & González, L.A. (2010). Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto ***Tropidurus hispidus*** (Sauria: Tropicuridae) en el oriente de Venezuela. *Acta biológica colombiana*, 15(2), 25-36.

[36] Haddad N. (1999). Los Corredores y la Conservación. *Revista Ecotono Boletín del Programa de Investigación Tropical*, (1),1-12. Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/pdf/Ecotono6.pdf>

[37] Becerra-Serrano, C.I. (2011). *Ensamblaje de anuros en tres hábitats correspondientes a bosque, potrero y rural en el parque agroecológico Merecure, Villavicencio, Meta*. (Tesis de pregrado). Recuperado de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8855/tesis797.pdf?sequence=1>

[40] Urbina, J.N. & Londoño, M.C. (2003). Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27(102), 105-113.

[41] De la Ossa, V.J., Sampedro-Marín, A., Galván-Guevara, S & De la Ossa-Lacayo, A. (2009). Registro de *Pseudis paradoxa* (Linnaeus, 1758) (Anura, Pseudidae) en el departamento de Sucre, Colombia. *Revista colombiana de ciencia animal*, 1(2), 264-272.

[41] Huey, R.B., Losos, J.B. & Moritz, C. (2010). Are lizards toast? *Science*, 328(5980), 832- 833.

[42] Medina-Rangel, G. (2013). Cambio estacional en el uso de los recursos de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, departamento del Cesar. *Caldasia*, 35(1), 103-122.

[43] Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona: Ed. Omega.

[44] Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Ed. Backwell Publishing

[45] Correa-Gómez, D. & Stevenson, P. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los Llanos Orientales colombianos (reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia*, 14(1), 31-48.

[46] Carvajal-Cogollo, J. & Urbina-Cardona, J.N. (2008). Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 397-416.

[47] Urbina-Cardona, J.N., Olivares-Pérez, M. & Reynoso, V. (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.