

Anurofauna en tres tipos de cobertura en la cuenca media del río Toribio, Sierra Nevada de Santa Marta.

Juan Diego Bolívar Amórtegui

Director: Hernán Darío Granda Rodríguez



Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (EAR)
Ecología
2021

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, Eley Judith Amórtegui Amórtegui, y Alberto Bolívar Sánchez por brindarme el apoyo, oportunidad y confianza de elegir la Universidad Javeriana como alma mater y la Ecología como profesión. Igualmente, mis mayores agradecimientos a los profesores Hernán Darío Granda Rodríguez, por su tutoría, su amistad e irrestricto apoyo y José Nicolás Urbina Cardona, quien me guio en varios momentos durante la investigación de este proyecto, además de ser un ejemplo para mí en esta profesión. Agradecer el apoyo financiero por parte de Miguel De Luque Villa mediante su empresa Seruans Enviroment SAS y el apoyo logístico de la empresa Natural SIG.

Un reconocimiento especial a María Paula Lamprea Amórtegui, Aldaír Urrego Marroquín y Leonardo Segura Chaparro quienes me apoyaron en los momentos difíciles y me aportaron sus conocimientos para culminar este proyecto con éxito.

Contenido

Agradecimientos	2
Resumen	4
Palabras claves	4
Abstract	5
Keywords	5
Introducción	6
Objetivo General	7
Objetivos específicos	7
Marco de referencia	8
Trasformación de ecosistemas	8
Factores ambientales y su influencia en anfibios.....	9
Anurofauna en la Sierra Nevada de Santa Marta.....	10
Microhábitat.....	10
Diagrama conceptual	11
Antecedentes	12
Área de estudio	12
Materiales y métodos	14
Diseño de estudio	15
Metodología de muestreo de anuros	15
Registro de variables ambientales de las coberturas.....	15
Registro de variables por individuo	15
Análisis de datos	15
Evaluación de anuros en las tres coberturas	15
Relación de las variables ambientales y la riqueza.....	16
Resultados	16
Especies encontradas	16
Variables ambientales por cobertura.....	20
Discusión	23
Conclusiones y recomendación	27
Bibliografía	28
Anexos	42

Resumen

Esta investigación aborda la diversidad de anfibios en tres tipos diferentes de cobertura y cómo su microhábitat se ven afectados frente a los cambios de las variables ambientales de temperatura y humedad relativa siendo el bosque andino y cafetal con sombra y potrero. Al ser organismos tan sensibles y afectados por cambios ecosistémicos como la deforestación, cambio climático o contaminación de cuerpos hídricos, es de vital importancia obtener más información alrededor de estos y sus dinámicas. Teniendo bajo consideración la importancia y único que es el ecosistema y la alta proporción de especies endémicas estudiar una zona como la cuenca media del río Toribio de la Sierra Nevada de Santa Marta es esencial para el conocimiento de la fauna y su estado de conservación en Colombia; el estudio consistió en realizar transectos múltiples en búsqueda de anuros durante el día y la noche con un muestreo efectivo de 162 horas totales, el área total de muestreo se dividió en tres coberturas diferentes de las cuales se muestrearon tres zonas distintas de cada una, siendo un total de nueve en cada una de estas se instalaron dataloggers que registraron la temperatura y humedad relativa cada 20 minutos. Para cada encuentro con un anuro, se practicó la descripción de su microhábitat y toma de medidas morfométricas como son longitud rostro-cloaca, peso y ancho de la boca. A partir de la información obtenido se realizó una tabla describiendo los datos hallados en cada uno de los individuos y una gráfica que ilustraran sus medidas morfométricas específicas. También, con los dataloggers se realizaron una serie de pruebas estadísticas no paramétricas Kruskal-Wallis y su respectiva prueba a posteriori, que indicaron la diferencia de los datos ambientales por cobertura.

Pese a que los datos de riqueza fueron satisfactorios la abundancia fue muy baja con tan solo 10 especímenes encontrados, siendo estos muy pocos para generar conclusiones. Sin embargo, los datos obtenidos en los dataloggers presentaron bastantes registros siendo posible la aplicación de pruebas estadísticas no paramétricas que corroborando que efectivamente sí hay una diferencia estadística de la temperatura y la humedad relativa entre cada cobertura, esto se puede asociar a los individuos muestreados, donde se halló que dos de las especies encontradas más de una vez como lo fue *Pristimantis sanctaemartae* y *Cryptobatrachus boulengeri*, mostrando un posible patrón en el microhábitat. Es importante tener en cuenta que hace falta más muestreos a lo largo del año para así dar una descripción más precisa del microhábitat y de las variables ambientales de preferencia para las especies endémicas y generalistas de estos ecosistemas.

Palabras claves: *Temperatura, Humedad relativa, Anuros, Microhábitat, Coberturas*

Abstract

This research addresses the diversity of amphibians in three different types of coverage and how their microhabitat is affected by changes in environmental variables of temperature and relative humidity, being the Andean Forest and shaded coffee plantation and paddock. Being organisms so sensitive and affected by ecosystem changes such as deforestation, climate change or contamination of water bodies, it is vitally important to obtain more information about them and their dynamics. Taking into consideration the importance and uniqueness of the ecosystem and the high proportion of endemic species, studying an area such as the middle basin of the Toribio River in the Sierra Nevada de Santa Marta is essential for the knowledge of the fauna and its conservation status in Colombia. ; the study consisted of carrying out multiple transects in search of anurans during the day and at night with an effective sampling of 162 total hours, the total sampling area was divided into three different coverages of which three different zones were sampled from each one, being a total of nine dataloggers were installed in each of these, which recorded the temperature and relative humidity every 20 minutes. For each encounter with an anuran, the description of its microhabitat and morphometric measurements were taken, such as face-cloaca length, weight and width of the mouth. From the information obtained, a table was made describing the data found in each of the individuals and a graph that illustrated their specific morphometric measurements. Also, with the dataloggers, a series of non-parametric Kruskal-Wallis statistical tests and their respective a posteriori test were carried out, which indicated the difference of the environmental data by coverage.

Although the richness data were satisfactory, the abundance was very low with only 10 specimens found, these being too few to generate conclusions. However, the data obtained in the dataloggers presented enough records, being possible the application of non-parametric statistical tests that corroborate that indeed there is a statistical difference in temperature and relative humidity between each coverage, this can be associated with the sampled individuals, where it was found that two of the species found more than once, such as *Pristimantis sanctaemartae* and *Cryptobatrachus boulengeri*, showing a possible pattern in the microhabitat. It is important to bear in mind that more sampling is needed throughout the year in order to give a more precise description of the microhabitat and the preferred environmental variables for the endemic and generalist species of these ecosystems.

Keywords: Temperature, Relative Humidity, Anurans, Microhabitat, Covers

Anurofauna en tres tipos de cobertura en la cuenca media del río Toribio, Sierra Nevada de Santa Marta

Introducción

Dentro de la naturaleza, es común encontrar alteraciones y cambios en su estructura generados por las variaciones climáticas como inundaciones, terremotos, caídas de árboles o incendio (Delgado, 2018). Esto permite que se genere heterogeneidad en el paisaje traducida en mayor diversidad de recursos y dinámicas aptas para más especies (Santos, 2006). Pero, cuando las dinámicas de transformación son realizadas por humanos tienden a homogeneizar el paisaje con potreros o monocultivos, estas se vuelven en una de las principales causas de las problemáticas ambientales teniendo como consecuencia la pérdida de biodiversidad, tal como ocurre en el territorio colombiano. (Andrade Pérez & Castro, 2012)

Colombia es uno de los países más biodiversos del mundo. Cuenta con una alta representatividad de especies de anfibios y ocupa el segundo lugar, a nivel mundial, con mayor número de especies (CIB Colombia, 2020). Por esto, es de gran importancia conocer los riesgos y vulnerabilidades de estos organismos frente a los cambios climáticos y ecosistémicos siendo los más afectados por las prácticas humanas.

Se ha documentado que la disminución de las poblaciones de anfibios se debe al fuerte impacto generado por las actividades humanas, ya que estas cambian, eliminan y fragmentan las coberturas naturales, afectando la complejidad y cantidad de recursos encontrados en los ecosistemas; esto propiciando que las especies se retiren a otras áreas con mejor disponibilidad o simplemente perezcan a causa de tener una baja movilidad. (Gardner, Barlow, et al., 2007)

La sensibilidad a las alteraciones de los anfibios convierten a la fragmentación y el efecto de borde en el principal causante de evitar su proliferación y la disminución de la riqueza de las especies (Urbina-Cardona et al., 2014); al igual que la homogeneidad en el ambiente los afecta en gran medida (Urbina Cardona, 2010). A pesar de que estos cambios y limitaciones de condiciones ambientales favorables para muchas especies nativas, no significa que todas se vean afectadas, algunas son exitosas en áreas perturbadas, debido a tener mayor disponibilidad de alimento y puntos de termorregulación favorable (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008).

Las condiciones ambientales y microambientales son determinantes para la presencia o ausencia de las especies y más en organismos tan sensibles como lo pueden llegar a ser los anfibios. Ya que, para que un individuo sobreviva dentro de un ecosistema –ya sea en estado natural o alterado por actividades humanas–, este debe tener determinada calidad en los espacios idóneos para su alimentación, reproducción y supervivencia. Dentro de los factores ambientales relevantes en la anurofauna son los que están relacionados principalmente a la temperatura, pues son organismos ectotermos (*ecto* = afuera, *termo* = temperatura), es decir, que la adquisición y conservación de la temperatura corporal es dependiente de una fuente de calor externa (Chilena & Natural, 2013). La dependencia térmica en los anfibios define sus periodos de actividad, uso del hábitat y eventos reproductivos, (Labra & Penna, 2008) y cuando estos son alterados, debido a las transformaciones antrópicas, hace que las especies se desplacen en busca de mejores lugares para alimentarse o parches térmicos viables para su especie. Por ende, entran a competir por estos recursos ecológicos (Magnuson et al., 1979).

La correcta identificación de las variables ambientales que se están alterando en un ecosistema es de suma importancia, puesto que su variación tendrá un efecto directo en la diversidad de los ecosistemas(González Sánchez et al., 2013). En el caso de los anfibios; cambios pequeños en el ambiente pueden generar grandes alteraciones en sus poblaciones y dinámicas (Rueda Solano, 2007).

De igual forma, el aumento de temperatura también se puede asociar a la degradación de la capa de ozono(Molina, 1993). Esta problemática también afecta a los anfibios, ya que se ha demostrado que por su estructura epidérmica son vulnerables a los cambios de radiación solar, especialmente en zonas altas en donde la capa de ozono es más delgada (Bosch, 2007). A esto se le suma que al tener etapas de vida tanto acuático como terrestres, son más vulnerables considerando que deben enfrentar problemáticas como la reducción de cuerpos de agua, contaminación o aumento de temperaturas en los acuíferos y superficies (Bosch, 2007). Todas estas afectaciones se pueden ver reflejados en cambios morfológicos, causados por el estrés ambiental (Geovana, 2019). Entender que los cambios dentro de estas medidas no solo pueden significar pérdida de agua o desecación, sino también cambios en la cadena trófica como presa o como depredador, es bastante diciente al momento de determinar una zona como viable para las especies o no.

Objetivo General

Analizar la anurofauna y la relación con variables ambientales de su microhábitat en tres tipos de coberturas en la cuenca media del Rio Toribio en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Objetivos específicos

1. Evaluar la anurofauna en tres tipos de coberturas de muestreo, potreros, bosques andinos y cafetales con sombra.
2. Determinar el microhábitat de las especies presentes en cada cobertura.
3. Relacionar las variables ambientales con la riqueza de anfibios presentes en la zona.

Marco de referencia

Trasformación de ecosistemas

Un proceso natural dentro de los ecosistemas es su constante transformación, lo que ha permitido que sean territorios heterogéneos, traducido en más diversidad albergada. Los generadores de cambios pueden ser dinámicas naturales como son incendios, inundaciones, claros por árboles caídos, huracanes, entre otros (Santos, 2006), pero cuando estos cambios vienen de la mano del ser humano suelen ser procesos homogeneizadores, tal es el caso de la siembra de monocultivos o la creación de potreros, los cuales generan un gran daño en el ecosistema y la aparición de grandes barreras (Castro, 2016). Las afectaciones generadas por las actividades humanas han propiciado cambios a nivel mundial, desencadenando un mayor impacto a los ecosistemas y esto por causa de la constante demanda de alimentos, recursos hídricos, madereros y combustibles fósiles (Colón et al., 2009). Con estas afectaciones en mente se hace énfasis en dos definiciones que describen la influencia en las dinámicas de las comunidades de organismos.

En primer lugar, la fragmentación de ecosistemas es entendida como la división o separación de una cobertura de bosque en dos o más partes, generando espacios discontinuos conocidos como parches, que cumplen el papel de “islas” (Forman, 1995). Esta fragmentación afecta de manera significativa las propiedades de las comunidades de anfibios y por ende a las poblaciones de este mismo grupo (Hernández, 2013). Entre estos cambios están su tamaño poblacional, densidad, composición y patrones de dispersión considerando que las especies silvestres responden a los cambios ecosistémicos y destrucción del hábitat de manera distinta, siendo en su mayoría una reacción negativa puesto que suelen presentar biología condicionadas a la conectividad y tamaño del fragmento. (Donovan & Lamberson, 2001)

El segundo concepto es el efecto de borde el cual se entiende como la influencia generada en una cobertura sobre otra principalmente en tres aspectos a saber: cambios en las condiciones ambientales, en la distribución y abundancia de especies y finalmente, en las dinámicas entre especies (Murcia, 1995). Estos bordes de los ecosistemas no necesariamente generan una afectación negativa, estas son cobertura asociadas a otras que presenta unas especies y dinámicas únicas. Dependiendo de las condiciones y de la zona, el paisaje caracterizado por amplios espacios y una ausente conectividad entre parches producirá un desarrollo negativo de la biota. (Urbina-Cardona et al., 2014)

Como se mencionó anteriormente, los anfibios se han caracterizado por ser animales sensibles a los cambios ambientales y del paisaje entendiendo que en términos de su distribución en los últimos años, se ha presentado una reducción poblacional dentro de áreas transformadas y conservadas (Gardner, Ribeiro-Júnior, et al., 2007). Por este motivo, es de suma importancia que la supervivencia de este grupo se vea influenciada por más factores como los cambios en las variables ambientales y climáticas, contaminación ambiental, enfermedades emergentes y especies invasoras (Laiolo, 2011). Es necesario agregar que este grupo de organismos presentan biología bastante únicas y variadas en el mundo animal ya que en muchos casos al presentar ciclos de vida bifásicas, además de una alta especificación morfo-fisiológica, lo que los hace dependientes de las condiciones ambientales obligándolos a ser organismos con una muy baja dispersión en comparación a mamíferos o aves, lo cual genera que sean altamente fieles a un ecosistema determinado (Oliver et al., 2014) y por consiguiente que la desaparición de sus poblaciones sea bastante propensa.

A partir de los conceptos presentados abordar problemáticas como la pérdida de hábitat es vital ya que los cambios en el paisaje y sus coberturas alteran los factores ambientales como temperatura o humedad relativa y por ende las condiciones microclimáticas (Hernandez, 2018) siendo la Sierra Nevada de Santa Marta un espacio vulnerable debido a lo único de sus condiciones (Carbón & Lozano, 1997). Dicha zona presenta una gran fragmentación entre bosques andinos, cultivos de café con sombra, potreros y una alta interacción humana, lo cual hace evidente la presencia de fuertes cambios ecosistémicos que han llevado a la disminución de la población de anfibios, en este caso anuros, en donde se hace necesario mantener un monitoreo constante debido a la presencia de pocas especies de anfibios y que en su mayoría son endémicas.

Factores ambientales y su influencia en anfibios

Comprender cuáles son los factores ambientales y cómo inciden en las dinámicas de los organismos, es un estudio que viene de la mano con un análisis ecosistémico y sus dinámicas. Estas investigaciones en conjunto han permitido generar un amplio conocimiento de las especies y su papel dentro de las dinámicas del planeta tierra. Además de esto, la relación de estas definiciones ha permitido dar los primeros pasos para comprender el cambio climático actual y su influencia sobre la diversidad de especies a nivel global, siendo la temperatura uno de los factores ambientales más reconocibles. Además de estar asociados a procesos ambientales y micro ambientales, a los cuales las especies están condicionadas, cada una presenta determinados límites fisiológicos a la temperatura y que puede influir en la extinción o movimiento de las especies hacia áreas más accesibles para su supervivencia. (Scheffers et al., 2014)

La temperatura es necesaria verla como un recurso para los seres vivos, puesto que esta condiciona la supervivencia, haciendo que algunas especies vean necesario adaptarse a nuevas temperaturas o simplemente extinguirse (Chen et al., 2011). En el caso de los anfibios, la temperatura se adquiere a partir de una fuente térmica externa haciendo que sean mucho más susceptibles a estas variaciones (Labra & Penna, 2008). De igual forma, esta define un buen fitness en las especies y funciona como referente para los investigadores que buscan entender cuantitativamente este recurso, al igual que se hace en el caso de la alimentación. (Magnuson et al., 1979)

La influencia de la temperatura en los anfibios se puede ver reflejada en su comportamiento, que van desde las horas de actividad de las especies hasta los puntos de reproducción y cortejo. De igual manera, se ha relacionado con la morfología de los individuos como es el tamaño o su coloración (Navas et al., 2008; Press & Society, 2011). La temperatura juega un papel relevante en los comportamientos poblacionales de los anuros: Uno de estos cambios es la alteración de los tiempos concretos de las especies para su reproducción y crianza (Gibbs & Breisch, 2001) influenciando en gran medida la distribución de las especies en el territorio, afectando las dinámicas alimenticias con sus depredadores o presas (Navas et al., 2013). Además, se ha relacionado con los cambios que genera la temperatura en los patrones de lluvia alterando periodos reproductivos y propiciando en muchos casos extinciones en masa (Girardello et al., 2010). Por último, los cambios de temperatura, también se han visto relacionados con la proliferación de patógenos fúngicos, enfermando a las poblaciones y disminuyendo aún más su número. (Rohr & Raffel, 2010)

Anurofauna en la Sierra Nevada de Santa Marta

La Sierra Nevada de Santa Marta es la montaña costera más alta del mundo considerada como una “isla continental” debido a sus condiciones ambientales y geográficas únicas, en donde se presentan todos los pisos térmicos descritos por el sistema de clasificación climáticas de Caldas Lang (Díaz et al., 2017). Esta se encuentra separada de la cordillera de los andes debido a los sistemas de valles formados por los ríos Ranchería y Cesar, convirtiéndola en un macizo montañoso bañado por bastantes ríos y empinadas laderas (Arenas, 2012); también se encuentra influenciada por los vientos y mareas del mar Caribe y sus picos nevados (Adams, 1973; Camero, 2002). Todas estas características propician, en gran medida, que se dé un espacio rico en diversidad y con una alta incidencia de endemismos en las especies vegetales y animales (Carbono & Lozano, 1997) y para el caso específico de los anfibios anuros no es la excepción.

Entendiendo que la presencia de especies endémicas de anuros es mucho más común que las especies generalistas, no cabe duda en la importancia de este macizo para la diversidad colombiana. El área de estudio se encuentra como frontera agrícola a la zona más conservada de la Sierra Nevada de Santa Marta. (Geografía urbana, 2018)

Los anuros al ser organismos altamente sensibles a los cambios del paisaje (Gardner et al., 2007; Rice et al., 2007) y encontrarse en un frontera agrícola su distribución y abundancia se verán afectados fuertemente en estas zonas. Las especies que se han registrado en la zona son siete, cuatro endémicas y tres generalistas. Entre las endémicas se encuentran *Ikakogi tayrona* (Ruiz-Carranza y Lynch, 1991) perteneciente a la familia Centrolenidae, distribuida a una altura de los 700-2500msnm (Alberto & Solano, 2018) *Cryptobatrachus boulengeri* (Ruthven, 1997) perteneciente a la familia Hemiphractidae distribuida a una altura de 250-1790 (Rueda-solano & Vargas-salinas, 2014) .(Acosta, 2019); *Colostethus ruthveni* (Kaplan, 1997) de la familia dendrobatidae encontrándose a una altura de 680-1540msnm; finalmente, *Pristimantis sanctaemartae* (Ruthven 1917) perteneciente a la familia Craugastoridae encontrándose entre los 1100-2727 msnm (Cuervo & Restrepo, 2007). Las tres especies generalistas que se encuentran en la zona son *Rhinella horribilis* (Wiegmann 1833) de la familia bufonidae encontrándose en gran parte de Colombia y Suramérica a una altura de los 0-2400msnm(Acosta, 2021); *Boana platanera* (Duméril & Bibron, 1841) perteneciente a la familia Hylidae con una distribución en gran parte de Colombia a una altura de 0-2400msnm (Acosta, 2021). Por último, *Leptodactylus savagei* (Laurenti 1758) de la familia Leptodactylidae distribuida en la zona norte de Colombia y encontrándose a una altura de 0-1350msnm (Acosta, 2019).

Microhábitat

El hábitat es el área o lugar en donde los organismos realizan todas sus actividades de supervivencia necesarias como alimentación, reproducción o descanso. Este espacio presenta las características y recursos idóneos como alimento, refugio y condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa, precipitación entre otros. Para cada individuo de cada especie, dentro del hábitat, también ocurren todas las interacciones entre especies como la depredación, competencia o mutualismo, que también están determinadas por dinámicas ambientales y condiciones(Bagchi et al., 2003; Reinert, 1984).

De igual forma, esta definición se encuentra atada a la escala del paisaje que se use. Uno de los dos términos que se suele utilizar es el de macrohábitat, que hace referencia al hábitat a

gran escala, en donde se tiene en cuenta diferentes asociaciones vegetales, animales y abióticas. Por otra parte, el microhábitat (Krausman, 1999), el cual presenta una estructura específica, por ejemplo, una corteza de árbol, donde se dan determinadas condiciones ambientales como temperatura, o humedad generando viabilidad para las especies y alimento. (Stapp, 1997)

Conocer el microhábitat de los anfibios es una práctica común e importante, dado que estos presentan una condición ectotérmica, necesitando de una temperatura externa idónea para su supervivencia (Navas et al., 2008). Un alto número de endemismos (Vargas, 1993) genera una alta predilección a ambientes complejos y densos en su cobertura vegetal (Navas, 1996). La suma de todas estas características propicia que los anfibios tengan una alta fidelidad a sus microhábitat (Green, 2003) y por ende permita identificar las condiciones vitales para las especies y las afectaciones que pueden llegar a sufrir.

Por estas razones considerar los cambios en el microhábitat de los anfibios es vital, puesto que el aumento o disminución de temperatura, exposición al viento, alteración de los flujo del agua o mayor incidencia de radiación solar genera cambios en la distribución de las especies como lo pueden llegar a ser las migraciones locales (Freidenburg & Skelly, 2004) o el aumento en la competencia con otras especies más generalistas. Esta respuesta para los anfibios puede llegar a ser bastante negativa, puesto que al no ser especies con una alta movilidad y capacidad de dispersión la probabilidad que desaparezcan del lugar es bastante alta.

Diagrama conceptual

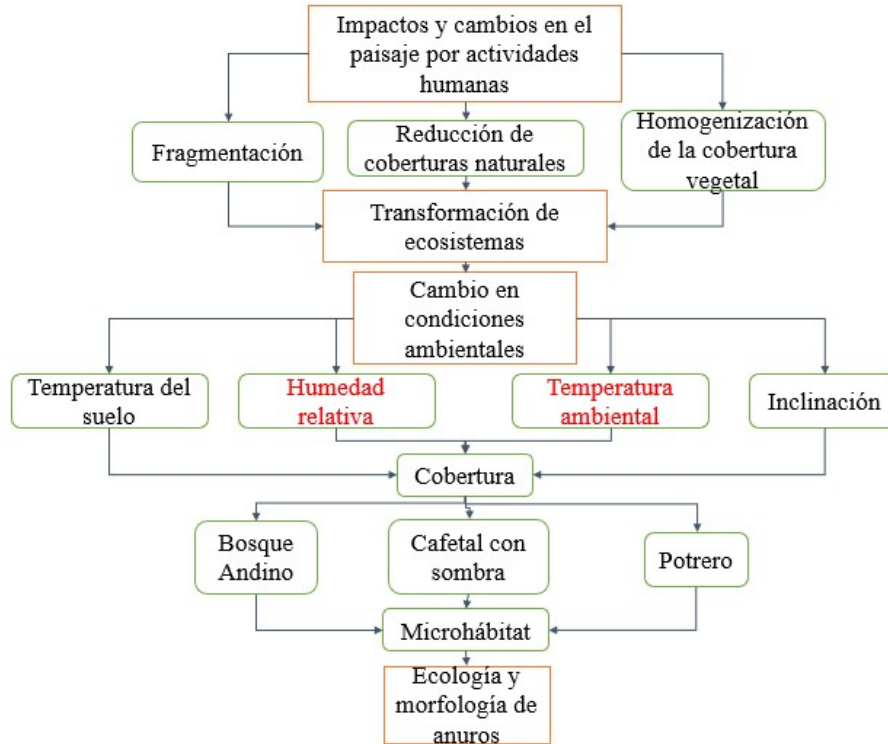


Figura 1 Diagrama conceptual con las variables y temáticas conceptuales.

Antecedentes

Los análisis de diversidad suelen proveer información del estado de conservación de un sector en específico o de las especies allí encontradas, de igual forma ayuda a definir factores que estén afectando a las dinámicas de las poblaciones, como es el caso del aumento en la depredación (Camero, 2002). Dentro de los factores se encuentra

En el caso de los anfibios, los estudios de diversidad suelen realizarse con análisis de microhábitat, caracterización de hábitos de supervivencia, sensibilidad frente a los cambios ambientales y ecosistémicos como lo hace Bernal, 2010; Guzmán, 2020; Navas, 1996; Vargas, 1993. Estos estudios han demostrado lo recurrente e importante que es el análisis del microhábitat. Sumando a lo anterior, también se le suele hacer análisis enfocados a los factores ambientales que rodean las interacciones de hábitat-especie, tal como lo hacen Navas, 1996; Navas et al., 2013; Scheffers et al., 2014 en donde se demuestran los efectos de la temperatura en las condiciones microclimáticas y las consecuencias que estos cambios traen a las poblaciones de anfibios.

En el caso de los estudios realizados en la Sierra Nevada de Santa Marta es común encontrar análisis de diversidad como el libro anfibios y reptiles de la Sierra Nevada de Santa Marta y sus alrededores de la universidad del Magdalena, al igual que algunos informes realizados para Planes de manejo de ríos como los realizados por Corpoguajira, 2011. Por este motivo es necesario separar bien la información, puesto que en la Sierra Nevada de Santa Marta se pueden encontrar bosque seco tropical, páramo, bosque húmedo tropical, lagunas y desiertos. Igualmente, trabajos como Roach et al., 2020 al hacer análisis de diversidad en diferentes ecosistemas y ecotonos presentes en la Sierra, y cómo cambia la diversidad en estos además de tener una metodología de muestreo bastante interesante definiendo zonas de estudio a partir de la altura y el tipo de cobertura para los anfibios del bosque alto andino y los cafetales con sombra que tanto se manejan en este trabajo de investigación.




Área de estudio

El estudio se realizó dentro del área rural de la Sierra Nevada de Santa Marta; ubicada a las afueras del área protegida de la Sierra (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2006). Así, el estudio se ha desarrollado en la hacienda Dos Amigos con coordenadas en 11° 3' 50.66"N, 74° 5' 21.33"O ubicada en la vereda Central Córdoba, perteneciente al municipio de Santa Marta, Magdalena. Este predio cuenta con 13 hectáreas divididas entre cultivos de café con sombra, bosque andino y potreros. El área total de la hacienda presenta una distribución mixta entre las coberturas, observándose coberturas de bosque en intervalos de cultivos de café, y además de un mismo cuerpo de agua atravesando diferentes coberturas.

El rango de altura en donde se realizó el estudio va desde los 1038 msnm hasta los 1245 msnm (Tabla 5). El terreno cuenta con una inclinación pronunciada, haciendo difícil el acceso a algunas zonas. La temperatura estimada para el mes de octubre a una altura desde los 1000 msnm se promedia en 24.7 °C junto a una precipitación de 328.9 mm/m², esto se definió haciendo uso de la página web <https://climatecharts.net>. (Zepner et al., 2021)

Dentro del área de estudio se encontraban diferentes tipos de coberturas, entre ellas bosques naturales, cultivos y coberturas alteradas sin un uso aparente en el momento. Para el estudio se seleccionaron 3 tipos de coberturas de las cuales se definieron 3 zonas de muestreo, dando un total de 9 zonas de muestreos.

Tabla 1 Descripción, coordenadas y fotografía de las coberturas de Bosque andino fragmentado, Monocultivos de café con sombra y Potrero en la zona de estudio.

	Bosque andino fragmentado	Monocultivos de café con sombra	Potrero
Características	es el ecosistema natural de la zona (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2006; Matoma-Cardona, 2020). La mayoría de parches encontrados de estos bosques se encuentran en contacto con otro tipo de cobertura y bajo la influencia de cuerpos de agua permanentes o temporales de diferentes tamaños	fueron la cobertura y el cultivo más frecuente en la zona. La característica más relevante de este cultivo es la presencia del Guamo, un árbol de la familia de las fabáceas del género <i>Inga</i> . Este se encarga de producir sombra al cultivo, ya que en la época seca del año las temperaturas en la zona se elevan y en muchos casos las plantas de café no son capaces de soportarla y se marchitan (Farfán Valencia & Jaramillo Robledo, 2009)	consisten en ecosistemas sencillos que no presentan una alta variabilidad florística y estructural, ni vertical ni horizontalmente (Liesenfeld, 2017). Estos son producto de la intervención humana, mayoritariamente usados para la ganadería. En el caso de los potreros estudiados solo se lograron encontrar potreros en diferentes estados, desde pastizales limpios hasta potreros con grandes cantidades de helecho marranero (<i>Pteridium aquilinum</i>)
Coordenadas	<p>bosque 1 11°03'37.43" N-74°05'27.32" O</p> <p>bosque 2 11°04'07.16" N-74°05'26.80" O</p> <p>bosque 3 11°03'47.89" N-11°03'47.389" O.</p>	<p>café con sombra 1 11°03'06.47" N-74°05'18.09"O</p> <p>café con sombra 2 11°04'06.47"N-74°05'12.25"O</p> <p>café con sombra 3 11°03'54.449"N-74°05'17.88"O</p>	<p>potrero 1 11°03'23.06" N-74°05'27.93" O</p> <p>potrero 2 11°03'55.83" N-74°05'17.61" O</p> <p>potrero 3 11°04'06.81" N-74°05'11.43" O</p>
Imagen			

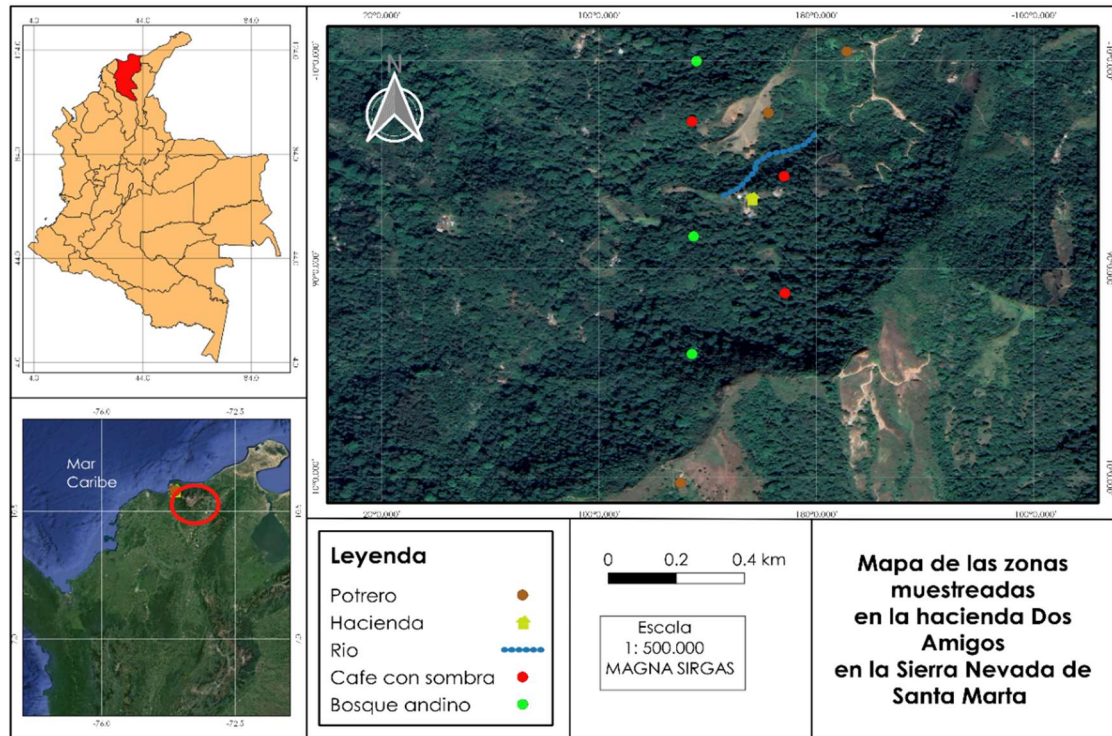


Figura 2 Mapa de la zona de estudio indicando su ubicación dentro del país y departamento y los lugares relevantes en el muestreo, entre estos las zonas de muestreo y zonas importantes como el río, carretera y la hacienda.

Materiales y métodos

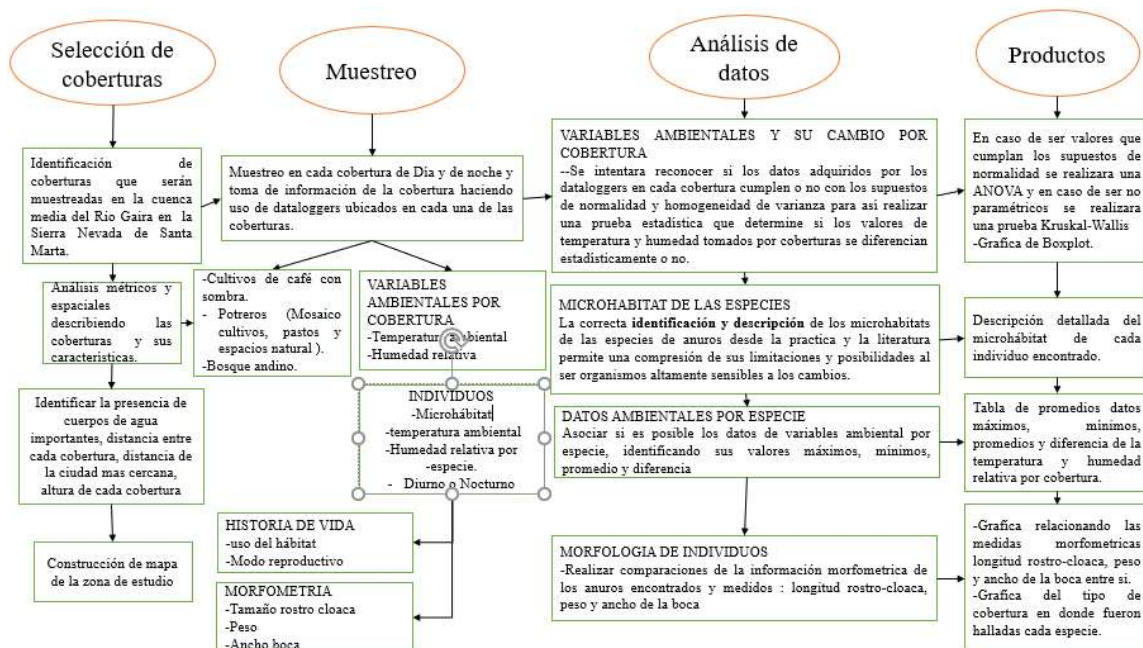


Figura 3 Diagrama de flujo indicando la selección de coberturas, el muestreo, el análisis de datos y los productos.

Diseño de estudio

Metodología de muestreo de anuros

Se realizó con la metodología de transectos múltiple (Aguilar-Garavito & Ramirez, 2015) para así evitar muestrear dos veces el mismo individuo descartado la idea del marcaje o colecta. Se ejecutaron los transectos entre dos personas y se hizo la búsqueda durante 4 horas en la mañana, de 8:00 am a 12:00 pm; y en la noche por 5 horas, desde las 7:00 pm a 12:00 am. La salida de campo tuvo una duración de 10 días es decir del 4 al 16 de octubre del año 2021 para un total de 81 horas/hombre y 162 horas de muestreo totales.

Registro de variables ambientales de las coberturas

En cada zona de muestreo se tomaron variables como la distancia de una zona a la otra, distancia de la carretera principal, distancia al cuerpo de agua de mayor tamaño y la altura sobre el nivel del mar de cada una (Tabla 5).(Santos-Barrera & Urbina-Cardona, 2011) También se tomaron las variables ambientales de temperatura ambiental (C°) como se observa en la Tabla 12 y la humedad relativa (H%) en la tabla 13 usando 6 dataloggers de marca KESTREL y 3 dataloggers de marca HOBBO, los cuales fueron ubicados en el centro de cada una de las 9 zonas de muestreo dentro de los 3 tipos de coberturas, a una altura de no más de 1 m del suelo. Es necesario aclarar que la altura para cada cobertura fue tomada en el punto en donde quedó ubicado el datalogger.

Registro de variables por individuo

En la observación de individuos se registró desde el sotobosque hasta una altura de 2 metros (Urbina-cardona et al., 2005). En caso de que se lograran identificar especímenes a más altura se tomaría la información disponible. Las variables seleccionadas están divididas en variables ambientales, observación y rasgos morfométricos. Las variables ambientales tomadas fueron temperatura ambiental y humedad relativa las cuales se registraron con un termohigrómetro digital lo más cercano al lugar de encuentro del individuo (Mejia & Director:, 2017). Se realizó una descripción del microhábitat y su ubicación dentro del hábitat además del uso que cada individuo le daba a este(Negret, 2015). Finalmente, los rasgos morfométricos que se analizaron fueron la longitud rostro-cloaca y ancho de la boca medidos con un calibrador, el peso se midió con una balanza digital de alta precisión o en caso de individuos de gran tamaño se hizo uso de balanzas de resorte(Negret, 2015).

Análisis de datos

Evaluación de anuros en las tres coberturas

Se clasificaron las especies encontrados a partir de tablas indicando la cobertura en donde fueron encontrados junto con el número de individuos de cada especie buscando obtener información general de la riqueza y abundancia de la zona de estudio (Tabla 2). De igual forma se tabuló la información morfométrica tomada, buscando tener un mapeo general de la influencia que pueden tener estas características, sobre los ecosistemas y sus dinámicas con otras especies como depredador o presa (Tabla 3).

Caracterización de los microhábitats

Además, se escribió una descripción general de la zona en donde los individuos se encontraron considerando la distancia al suelo estimada, el tipo de sustrato en el que se encontró (tronco, rama, hojarasca, roca, tierra desnuda, hoja) y si está asociado a un cuerpo de agua o caminos (Tabla 6).

Para los datos de las especies acerca del uso del hábitat de cada individuo se determinó una serie de características del ambiente como (enterrado, acuático-lótico, acuático-léntico, terrestre, terrestre-arbóreo<2 m, terrestre-arbóreo>2 m, arbóreo)(Tabla 7) (Negret, 2015).

Relación de las variables ambientales y la riqueza

A partir del análisis de los datos recolectados de temperatura de los individuos y las coberturas, las cuales permitirán realizar conjeturas acerca de los hábitos de cada especie encontrada y su relación con los factores ambientales tomados de cada individuo y en cada cobertura.

Para analizar los cambios a través de la toma de temperatura y la humedad relativa de cada cobertura muestreada (Bosque andino, Cafetal con sombra y potrero) se le realizó una serie de pruebas estadísticas que indicasen la temperatura mínima, máxima, la media y la desviación estándar para finalmente aplicar una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Quispe et al., 2019). Seguido a esto se realizó una prueba a posteriori de Wilcoxon buscando identificar cuál de las tres coberturas presentaba la diferencia estadística. Esto se corrió mediante el Software R.

Resultados

Especies encontradas

En el área de estudio la hacienda “dos amigos” se encontraron 6 especies de anuros correspondientes a 6 familias distintas y perteneciendo cada una a un género diferente. Se registraron 19 individuos en todo el muestreo siendo la especie más encontrada *Pristimantis sanctaemartae* (Foto 4,6,8,9) con 10 individuos seguida de *C.ruthveni* (Foto 10) y *C. boloungeri* (Foto 2,3) con 3 individuos cada una y finalmente *I. tayrona* (Foto 1), *L. savagei* (Foto 5) y *R. horribilis* (Foto 7) con tan solo un individuo registrado por cada una.

En cuanto a las coberturas la abundancia y riqueza es la siguiente:

El **Bosque andino** fue la cobertura con mayor riqueza de especies registradas con 5 especies y 8 los individuos. Los **cafetales con sombra** fueron la cobertura con mayor número de individuos registrados siendo 9 de 2 especies distintas. Finalmente, el **Potrero** fue la cobertura con menos registros siendo 2 especies con 2 individuos.

Tabla 2 Diversidad y abundancia de las especies por cada cobertura: Café con sombra, Bosque andino y Potrero.

Familia	Especie	n	Café sombra	Bosque andino	Potrero
Craugastoridae,	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	10	8	2	
Dendrobatidae,	<i>Colostethus ruthveni</i>	3		2	1
Leptodactylidae,	<i>Leptodactylus savagei</i>	1		1	
Hemiphractidae	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	3	1	2	
Centrolenidae	<i>Ikakogi tayrona</i>	1		1	
Bufonidae,	<i>Rhinella horribilis</i>	1			1

Las medidas morfométricas se registraron por cada individuo identificando la Longitud rostro cloaca, peso y el ancho de la boca siendo el individuo de mayor.

Tabla 3 Individuos muestreados indicando sus medidas morfométricas: Longitud rostro-cloaca, Peso, Ancho de la boca.

No.	Hora	Especie	sector	Longitud rostro-cloaca (cm)	Peso (gr)	Ancho de la boca (cm)
1	9:31pm	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	Café con sombra 1	1.7 cm	0.45gr	0.6cm
2	7:25pm	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	Bosque andino 1	1.3cm	0.15gr	0.4cm
3	7:49pm	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	Bosque andino 1	1.25cm	0.11gr	0.35cm
4	7:20pm	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Café con sombra 1	2.08cm	2.80gr	1.1cm
5	11:00pm	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Bosque andino 2	1.1cm	1.22gr	0.7cm
6	9:51pm	<i>Ikakogi tayrona</i>	Bosque andino 2	2.35cm	1.20gr	1.1cm
7	6:26pm	<i>Rhinella horribilis</i>	Potrero 2	10.4cm	12.5gr	3.6cm
8	9:17pm	<i>Colostethus ruthveni</i>	Bosque andino 1	1.4cm	1.23gr	0.4cm
9	9:58pm	<i>Leptodactylus savagei</i>	Bosque andino 1	4.2cm	11gr	1.8cm

Las dos variables microambientales tomadas a cada individuo en el momento del encuentro fueron la temperatura ambiental y la humedad relativa, estas variables se organizaron de tal manera que permitiera observar el valor promedio, el valor máximo, mínimo y la diferencia para cada especie.

Tabla 4 Rangos de tolerancia a las variables ambientales de temperatura ambiental y humedad relativa medidas en el microhábitat de cada especie: prom= promedio, min=mínimo, Max=máximo, dif=diferencia

ESPECIES	Temperatura ambiental				Humedad relativa			
	x	min	max	ds	x	min	max	ds
<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	22.8(°C)	21.1(°C)	24.3(°C)	3.2	86.86%	84.30%	91.40%	6.02
<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	22.1(°C)	21.2(°C)	23(°C)	1.8	94.40%	83.20%	100%	16.8
<i>Ikakogi tayrona</i>	21.9(°C)	21.9(°C)	21.9(°C)	0	80.40%	80.40%	80.40%	0
<i>Rhinella horribilis</i>	21.7(°C)	21.7(°C)	21.7(°C)	0	84.40%	84.40%	84.40%	0
<i>Colostethus ruthveni</i>	21.2(°C)	21.2(°C)	21.2(°C)	0	85.30%	85.30%	85.30%	0
<i>Leptodactylus savagei</i>	21.3(°C)	21.3(°C)	21.3(°C)	0	89.80%	89.80%	89.80%	0

Antes de hacer una descripción de microhábitat y uso del hábitat de las especies se describió la zona de estudio considerando la distancia al río principal, la distancia a la carretera y la altura de la zona de estudio.

Tabla 5 Zonas de muestreo con la distancia al río, carretera y su altura sobre el nivel del mar.

Zona de muestreo	Distancia del río	Distancia carretera	Altura
Bosque andino 1	595m	927m	1128msnm
Bosque andino 2	373m	550m	1043msnm
Bosque andino 3	285m	673m	1013msnm
Cafetal con sombra 1	403m	647m	1180msnm
Cafetal con sombra 2	212m	559m	1043msnm
Cafetal con sombra 3	77m	422m	1137msnm
Potrero 1	1039m	1328m	1173msnm
Potrero 2	137m	336m	1156msnm
Potrero 3	453m	200m	1245msnm

Se le realizó una descripción general al microhábitat observado de cada individuo identificando la hora de muestreo y observándose una aparente constante en las características generales del microhábitat de cada especie.

Tabla 6 Hora de encuentro y descripción del microhábitat de cada individuo muestreado.

Hora	Especie	Microhábitat	Observaciones
9:31pm	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	sobre hoja a aproximadamente 10cm del suelo.	en el camino cerca de plantas de café sobre una planta herbácea en la cobertura de café con sombra 1.
9:17pm	<i>Colostetus ruthveni</i>	Sobre roca en el suelo a 3mts del camino.	Encontrado en la noche en el bosque andino 1.
9:58pm	<i>Leptodactylus savagei</i>	Sobre hojarasca al borde del camino.	Encontrado en el bosque andino 1.
7:20pm	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Sobre base de planta en un riachuelo	Encontrada de camino en un pequeño cuerpo de agua ubicado en la cobertura de cafetal con sombra 1 .
7:25pm	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	sobre hoja a aproximadamente 5cm del suelo	Cerca al camino sobre plantas en una zona de hojarasca pequeñas en bosque andino 1.
7:49pm	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>	sobre hoja a aproximadamente 5cm del suelo	en el camino sobre población de plantas bajas de hoja ancha en bosque andino 1 en zona cubierta de sombra
9:51pm	<i>Ikakogi tayrona</i>	sobre hoja a 4cm del suelo	se encontró en la cobertura de bosque andino 2 pero bastante cerca al río principal.
6:26	<i>Rhinella horribilis</i>	Pastizal corto y plano.	Encontrado en Potrero 2 cercano a la hacienda dos amigos.
11:00pm	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Sobre hoja 1.30cm del suelo	Encontrada de camino en un pequeño riachuelo permanente en el cafetal con sombra 1.
8:00pm	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	sobre roca en riachuelo	individuo de gran tamaño ubicada en una pequeña corriente de agua ubicada en el cafetal con sombra 1.

Asociado a las características microhábitat también se encuentra el uso del hábitat que presentan los diferentes organismos muestreados observándose que las especies aparentemente son constantes en su ubicación.

Tabla 7 Individuos muestreados indicando el uso del hábitat: Enterrado, Acuático lotico, Acuático lentico, terrestre, Terrestre-Arbóreo>2m, Terrestre Arbóreo<2m, Arbóreo

No	Especie	Uso del hábitat						
		Enterrado	Acuático-Lotico	Acuático-Lentico	Terrestre	Terrestre-Arbóreo >2m	Terrestre-Arbóreo <2m	Arbóreo
1	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>					x		
2	<i>Colostethus ruthveni</i>				x			
3	<i>Leptodactylus savagei</i>				x			
4	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>		x					
5	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>					x		
6	<i>Pristimantis sanctaemartae</i>					x		
7	<i>Ikakogi tayrona</i>					x		
8	<i>Rhinella horribilis</i>				x			
9	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>		x					
10	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>		x					

Variables ambientales por cobertura

En el caso de la temperatura se encontró que, si existe una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 8 Prueba Kruskal-Wallis para temperatura registrada por dataloggers en las coberturas.

K(V.observado)	K (V.crítico)	G. libertad	Valor-p	alfa
443.020	5.991	2	<0,0001	0.050

rechazando así la hipótesis nula H0 que afirma que las muestras vienen de una misma población y aceptando la hipótesis alternativa Ha donde las muestras no vienen de la misma población.

A partir de la prueba a posteriori de Wilcoxon se determinó que la diferencia estadística en la humedad relativa está presente en las tres coberturas.

Tabla 9 Prueba a posteriori de Wilcoxon para temperatura registrada por dataloggers en las coberturas.

	Bosque andino	Cafetal con sombra
Cafetal con sombra	0.001	-
Potrero	<2e-16	<2e-16

Dentro del total de datos registrados por lo dataloggers para cada cobertura se observa que el sitio-cafetal con sombra presenta más observaciones que los otros dos sitios llegando a ser una diferencia de más de 3000 datos, además de esto cabe resaltar que la temperatura mínima y máxima se hace presente en el sitio-potrero junto con la media más baja, en el caso de sitio-café con sombra presenta la menor diferencia entre la temperatura mínima y máxima descrito en la tabla 1. Estos datos son representados en una gráfica de caja y bigotes, que muestra una caja por cada cobertura resaltando la del bosque al presentar los cuartiles Q1 y Q3 más cercanos (Grafica 1).

Tabla 10 Prueba Kruskal-Wallis para humedad registrada por dataloggers en las coberturas.

K(V.observado)	K (V.crítico)	G. libertad	Valor-p	alfa
1038.683	5.991	2	<0,0001	0.050

En el caso de la Humedad relativa también se encontró que, existe una diferencia estadística rechazando así la hipótesis nula H0 que afirma que las muestras vienen de una misma población y aceptando la hipótesis alternativa Ha donde las muestras no vienen de la misma población. A partir de la prueba a posteriori de Wilcoxon se determinó que la diferencia estadística en la humedad relativa está presente en las tres coberturas.

Tabla 11) Prueba a posteriori de Wilcoxon para humedad relativa registrada por dataloggers en las coberturas

	Bosque andino	Cafetal con sombra
Cafetal con sombra	<2e-16	-
Potrero	0.019	<2e-16

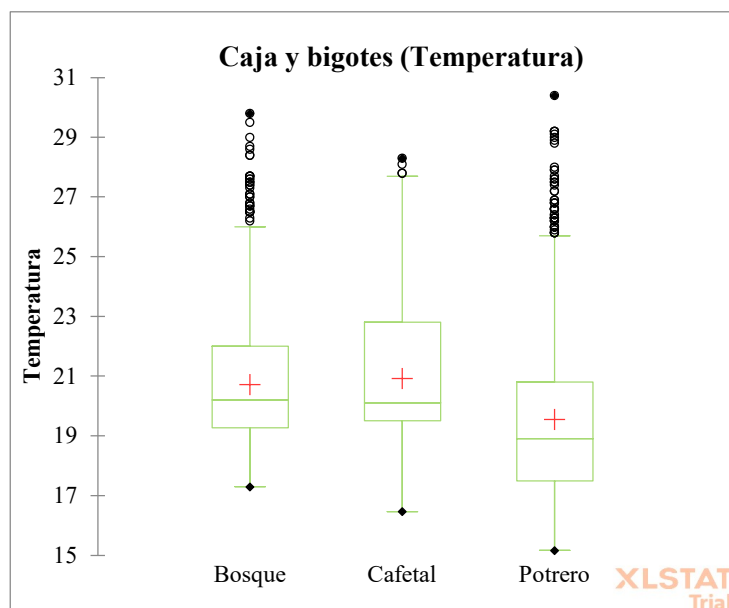
Dentro de los valores encontrados para cada cobertura se observa, que el valor máximo fue de 100% teniendo únicamente como punto de comparación los valores mínimos, siendo el potrero el que presento el menor valor con 52.9% en el caso de la media el sitio que presento la menor fue el de cafetal con sombra con 89.6% y el bosque presentando la mayor con 93.890% observado en la tabla 2. Estos datos son representados en un gráfico de caja y bigotes, que muestra una caja por cada cobertura resaltando el café con sombra, ya que es la que presenta los cuartiles Q1 y Q3 más cercanos, en contra parte al potrero que presenta más datos entre estos cuartiles (Grafica 2).

Tabla 12 Estadísticos descriptivos de temperatura en cada una de las coberturas registrados por Datalogger, diferenciado el mínimo, máximo, la media y la desviación estándar.

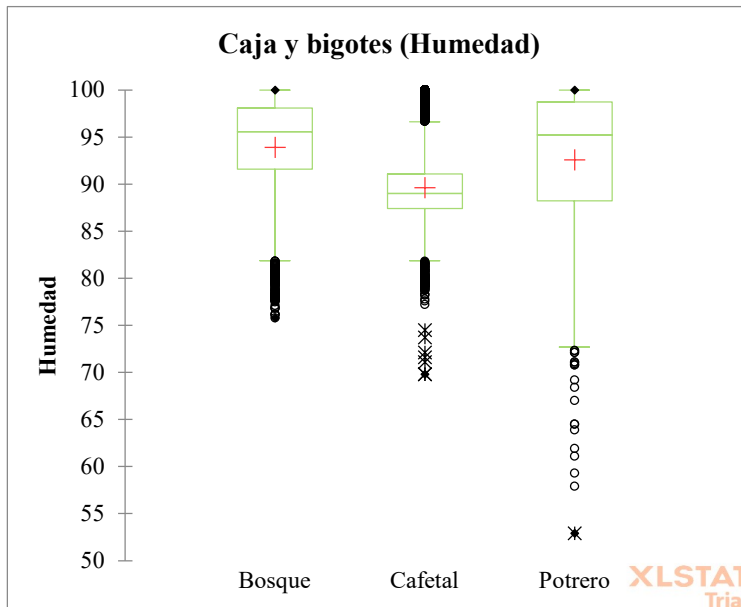
Estadísticos descriptivos de temperatura					
Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Bosque andino	1537	17.300	29.800	20.723	1.980
Cafetal con sombra	5896	16.470	28.300	20.930	2.039
Potrero	1038	15.170	30.400	19.561	2.742

Tabla 13 Estadísticos descriptivos de humedad relativa en cada una de las coberturas registrados por Datalogger, diferenciado el mínimo, máximo, la media y la desviación estándar.

Estadísticos descriptivos humedad relativa					
Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Bosque andino	1537	75.800	100.000	93.894	5.694
Cafetal con sombra	5896	69.800	100.000	89.611	4.483
Potrero	1038	52.900	100.000	92.574	7.572



Grafica 1 Grafica de caja y bigotes de temperatura registrada en las coberturas de bosque andino, Cafetal con sombra y potrero.



Grafica 2 Grafica de caja y bigotes de humedad relativa registrada en las coberturas de bosque andino, Cafetal con sombra y potrero.

Discusión

Durante este muestreo se encontraron 6 especies de forma visual de las cuales es necesario resaltar dos: *L. savagei*, registrada para la zona (Acosta, 2019) y que fue encontrada en este muestreo; sin embargo, no tiene registros dentro de las 6 especies descritas por NaturalSIG, 2020. La otra especie es *B. platanera*, la cual tiene registro en la zona, pero que en este muestreo no fue encontrada. Pese a esto todas las especies endémicas registradas hasta el momento en la Sierra Nevada de Santa Marta entre los 1000 y 1300 msnm fueron reportadas. Otra investigación sobre anuros realizada en esta zona es el de Roach et al., 2020 que durante su muestreo por coberturas a través de los diferentes hábitats de la Sierra Nevada de Santa Marta encontrando *B. platanera* dentro de las coberturas de café, la única que no registro fue *R. horribilis* que está asociada a coberturas degradadas. En contraste con estos amplios estudios es notable la diferencia de información recolectada, ya que a pesar de registrar una gran cantidad de las especies reportadas hasta el momento y tras varias horas de muestreo, el número de individuos encontrados fue bastante bajo siendo una posible razón la falta de experiencia y recorrido en campo como investigador en conjunto con el clima, puesto que el muestreo se efectuó en el mes de octubre, clasificado como el mes más lluvioso del año (Zepner et al., 2021), lo cual supone propiciar la presencia de anfibios, ya que influye enormemente en las dinámicas reproductivas y de supervivencia de estos, además de algunas de sus funciones fisiológicas (Pounds & Crump, 1994) y efectivamente durante el muestreo la lluvia no ceso dificultando y en algunos casos deteniendo los recorridos en varias ocasiones durante la noche. Sumado a esto, la inclinación del terreno dificultó el levantamiento de información en algunas zonas que estaban más adentro de las coberturas y que eran diferente del camino de herradura. De hacerlo así se pudo haber puesto en peligro la integridad física del acompañante y del investigador.

Ahora uno de los enfoques de este estudio fue observar el efecto que tendrán los cambios de los ecosistemas en la temperatura del planeta tierra causados por actividades humanas como sobre explotación de la tierra o altas emisiones de efecto invernadero y como este aumento de temperatura afectara a otros ecosistemas que no están siendo alterados (Díaz Cordero, 2012; ONU, 2007), estos cambios generan alteraciones en la fauna y en la forma en la que estos viven. En el caso de la Sierra Nevada de Santa Marta la cual se enfrenta a un progresivo crecimiento de la frontera agrícola traduciéndose en reducción del bosque andino nativo para convertirse en monocultivos de café con sombra o directamente potreros. Esta reducción de bosque tiene diferentes consecuencias, desde el aumento de las temperaturas por la ausencia de cobertura vegetal que amortigüe la radiación (Florezt et al., 1986) hasta el desplazamiento de las especies y en algunos casos su extinción, considerando que la Sierra Nevada de Santa Marta presenta un alto porcentaje de endemismos el riesgo es aún mayor. (Carbono & Lozano, 1997)

Se analizaron estos cambios a través de la toma de temperatura y humedad relativa en cada cobertura muestreada (Bosque andino, cafetal con sombra y potrero) según los datos encontrados a partir de la prueba Kruskal-Wallis (tabla 8) y la prueba a posteriori de Wilcoxon (tabla 9) la temperatura presenta una diferencia estadística entre los tres tipos de cobertura, siendo el caso del potrero la cobertura con la media de temperatura más baja con 19.561 °C mientras que coberturas como el bosque tuvieron valores de media de 20.723 °C (tabla 12), una de las razones de esto puede ser aclarado, debido a que pese a ser considerado potrero y haber cumplido o estar cumpliendo esta función las tres zonas muestreadas presentaban ciertas diferencias, siendo el Potrero 1 una cobertura a 1174 msnm (Tabla 5) que pese a ser utilizada para caballos y ganado hace tiempo no se tocaba y por ende había crecido en gran cantidad los helechos marraneros (*Pteridium aquilinum*). El potrero dos ubicado a 1156 msnm (Tabla 5) eran casi en su totalidad pastizales cortos con contados árboles dispersos siendo aún usado y finalmente el potrero 3 que se encontraba a una altura de 1245 msnm (Tabla 5) siendo el punto más alto muestreado y caracterizado por ser el más árido y con menos cobertura vegetal que los otros dos potreros, salvo por unos pequeños parches de bosques secundarios a su alrededor, esto es importante, ya que los dataloggers fueron ubicados dentro de la vegetación abogando por la seguridad del instrumento.

Esta disminución de temperatura puede estar asociada a que se ha encontrado que los bosques secundarios funcionan como amortiguador de temperatura (Senior et al., 2018) y más en este caso que son pastizales que se han venido regenerando de manera natural en el caso del muestreo, el potrero 3 cumple con estas características, los pequeños parches de bosques secundarios que allí se encuentran pueden cumplir el papel de regenerador del ecosistema, dado que al reducir el impacto de la temperatura permite la generación de más microclimas haciendo que el territorio sea viable nuevamente para la aparición de especies que habían sido desplazadas, tanto de plantas como animales (Matos et al., 2020).

Es importante aclarar como la gráfica de caja y bigotes de temperatura (Gráfica 1) muestran los valores máximos y mínimos registrados en las tres coberturas las cuales pertenece a los potreros con datos de 30.400 °C y 19.561 °C (Tabla 12) indicando que dentro de las tres coberturas es la que más valores extremos presenta, esto probablemente explicado por la ausencia de resistencia que puede existir en la vegetación tanto para la radiación como para las bajas temperaturas en las noches (Florezt et al., 1986), en esta misma gráfica la cobertura

que presenta menor variación son los bosques esto debido a la alta diversidad vegetal en comparación al cafetal o al potrero, ya que esto permite tener una mayor cantidad de energía para el intercambio de vapor de agua evitando que esta energía se acumule y se caliente más el aire, significando en un aumento de la temperatura superficial del suelo. (Ramírez Builes & Jaramillo Robledo, 2009)

De igual forma para la humedad relativa se realizó una prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 10) junto a su prueba a posteriori (Tabla 9), indicando que hay una diferencia estadística entre las tres coberturas, esta diferencia también se apoya de la gráfica de caja y bigotes de humedad relativa (Gráfica 2) se observa que los valores mínimos se presentaron en el potrero con 52.900%, ya que la ausencia de cobertura vegetal no permite que la humedad se distribuya y controle en el interior del suelo y esta se evapore rápidamente (Ramírez Builes & Jaramillo Robledo, 2009), generando así aumentos de temperatura como se mencionó anteriormente, es importante aclarar que debido a las altas lluvias durante el muestreo la humedad relativa en todas las coberturas fue de un 100.000% (Tabla 13).

Entendiendo cómo la temperatura y humedad relativa tienen una variación estadística significativa con relación al tipo de cobertura, es coherente pensar en cómo estos cambios pueden alterar los diferentes microhábitats afectando así a las especies, tanto en sus poblaciones, como en sus dinámicas en comunidad. Es necesario agregar que cada género o especie, en estas épocas lluviosas, tienen implicaciones diferentes, ya que cada una presentan puntos límites, rangos o condiciones climáticas únicas para su supervivencia (Manjarrez Silva, 1994; Mendoza Miranda, 2020); y junto a esto, se debe considerar los eventos reproductivos como ovulación, ovoposición, épocas de nacimientos y metamorfosis en donde cada una de estas puede presentar necesidades climáticas diferentes. (Martori et al., 2005)

Estas necesidades se pueden ver satisfechas dentro de los ecosistemas, ya que pueden llegar a tener numerosos microhábitats con diferentes variables ambientales o estructuras, a lo cual las especies se han adaptado desarrollando mecanismos de supervivencia fisiológicos, comportamentales o interacciones específicas según los recursos que estos tengan y, siempre y cuando, no excedan las capacidades del individuo (Nieva Cocilio et al., 2020). En este punto, el uso del hábitat también juega un papel fundamental, ya que este es definido como el sitio en el que los anfibios frecuentan, indicando una afinidad a estos lugares que es explicada a partir de las necesidades microclimáticas, buscando puntos que presenten condiciones óptimas o que eviten una rápida desecación (Salgado Negret, 2015) por esto es posible asociar lo que se observan los datos obtenidos donde diferentes individuos de la misma especie permanecen dentro de una misma clasificación de uso del hábitat (Tabla 7).

Iniciando un análisis desde los individuos muestreados se observó que *P. sanctaemartae* con tres individuos encontrados (Tabla 2) registró un rango de temperatura microambiental de 21.1-24.3 °C ± 3.2 y una humedad relativa entre el 84.30-91.40% ± 6.02 (Tabla 4). Cuando se habla de rangos de temperatura y humedad relativa en los anfibios se entiende como el intervalo entre los valores mínimos y máximos donde los individuos pueden realizar sus actividades básicas. A pesar de los sensibles que pueden llegar a ser estos organismos, se presentan altas resistencias, gracias a su capacidad de adaptación ontogénica a las temperaturas; es decir, que desde su desarrollo embrional generan cierta resistencia a altos cambios en la temperatura. (Manjarrez Silva, 1994)

Aunque no es posible confirmar esta afirmación con base en los datos obtenidos, se sugiere que *P. sanctaemartae* podría tener un mayor rango de resistencia térmica en su fase adulta (Gutiérrez, 2020); de igual forma, los datos de humedad relativa sugieren que esta especie podría estar asociada a coberturas más secas, encontrándose en diferentes coberturas al bosque andino como lo es el cafetal con sombra, debido a que en esta zona fue donde se registraron más registros vocales (Tabla 2).

Al igual que *P. sanctaemartae* la especie *C. boulengeri* tuvo tres registros visuales, dos en el cafetal con sombra y uno en el bosque andino, a diferencia de *P. sanctaemartae* esta especie presentó una diferencia de temperatura de 1.8 °C siendo aparentemente un rango mucho menor, mientras que la humedad relativa presentó una diferencia mucho mayor siendo de 16.8%. Es importante aclarar que en los datos de esta especie a diferencia de *P. sanctaemartae* la humedad máxima fue del 100% (Tabla 4) y se sugiere que la explicación a estas variables está en la descripción del microhábitat, debido a que en particular esta especie presentó una selección específica.

En los tres casos los individuos fueron encontrados sobre o a escasos centímetros de cuerpos de agua lóticos, permanentes o temporales (Tabla 6), coincidiendo con otras descripciones de su microhábitat (Rueda Solano, 2007). En caso de adquirir más información y con más detalle de esta especie y su microhábitat y que permaneciesen estos patrones y teniendo en cuenta la inercia térmica que presenta el agua y como esta es una condición adecuada para las especies nocturnas de anuros (Navas, 1996; Cocilio et al., 2020), podría indicar una alta resistencia al cambio de las temperaturas globales, y entrar a considerar otras variables como el secado de los cuerpos, debido a la expansión de la frontera agrícola y la contaminación de los mismos.

Las siguientes especies, pese a encontrarse en la zona, tan solo se registró un encuentro visual: *C. ruthveni*, *I. tayrona*, *L. savagei* y *R. horribilis* por lo que realizar más muestreos permitiría observar rangos de temperatura y humedad relativa junto a su relación con el microhábitat y resultaría útil a la hora de ver cómo los cambios en el hábitat están afectados a estas especies. Es importante resaltar el caso de *C. ruthveni*, la cual es una especie diurna que durante este muestreo solo se registró el canto durante el día, encontrándose en zonas rocosas o de hojarasca en donde le es fácil esconderse. (Rueda Solano, 2007) Mientras que el único individuo observado fue en la noche, acorde a su descripción fue encontrado sobre una piedra en medio de hojarasca (Tabla 2), esta especie debido a sus hábitos reproductivos necesita de charcas y cuerpos de agua permanentes para su desarrollo larval, sumado a presentar cuidado parental (Linares Vargas, 2017). Es probable que su población se vea atraída a áreas de este tipo y siendo difícil de encontrar en zonas más secas como lo es el interior de las coberturas en donde se realizó el muestreo.

En el caso de las especies, *L. savagei* y *R. horribilis* la información de su temperatura es muy poca en el muestreo, pero se ha demostrado que por lo general individuos de gran tamaño, suelen tener resistencia a la desecación, ya que suelen tener la piel bastante gruesa (Negret, 2015) y en este caso se reconocen como las especies de mayor tamaño en la zona hasta ahora, siendo el tamaño máximo registrado en *L. savagei* de 16.4 cm (W. R. Heyer & de Sá, 2010) y de *R. horribilis* de hasta 10 cm. Esto hace que sean individuos más grandes en comparación con las medidas promedio de otras especies halladas en la zona de muestreo. Estas dos especies no parecen compartir un microhábitat, pues *R. horribilis* suele tener un microhábitat

de zonas abiertas y degradadas, pastizales y áreas asociadas a seres humanos (Nieva Cocilio et al., 2020); mientras que en el caso de *L. savagei* suele asociarse a áreas de transición entre cuerpos de agua y terrestre siendo principalmente terrestres (W. Ronald Heyer, 1969). Dentro de los dos individuos encontrados, esto coincide con la descripción de su microhábitat (Tabla 6), aparentemente, siendo difícil que estas especies compitan. A pesar de la posible falta de competencia por su tamaño, cumplirían un importante papel dentro de la ecología de las diferentes coberturas, ya que el tipo de presa y sus tamaños está relacionado con la longitud rostro cloacal, peso y el tamaño de su boca (Tabla 3) puede llegar a indicar el estado de la cadena trófica, mostrando el estrés ambiental en términos de disponibilidad y calidad de presa asociándolo a la capacidad de reproducción de estas especies (Acosta, 2021; Castellano et al., 2004; Negret, 2015; Sztatecsny & Schabetsberger, 2005).

Conclusiones y recomendación

La presencia de una capa vegetal especialmente diversa ayuda al control de temperaturas dispersando esta energía evitando que se acumule en el aire y caliente la superficie, de igual manera también regula la humedad relativa al absorber y distribuirla al interior de la tierra evitando que esta se evapore.

Pese a encontrarse la mayoría de las especies registradas hasta el momento la cantidad de individuos fue muy baja, recomendándose realizar más muestreos que permitan realizar análisis índices de diversidad como números efectivos de especies (Números de Hill) y curvas de interpolación y extrapolación de Chaos.

Se recomienda planear más muestreos durante otras épocas del año como en febrero y julio, puesto que los anuros al ser individuos con épocas reproductivas la abundancia de las especies cambiara a treves del año.

Al encontrar más individuos de cada especie permitirá esclarecer rangos límites naturales de temperatura y humedad relativa de las especies encontradas, junto a esto medir otras variables como temperatura del suelo y cuerpos de agua más cercanos.

Se reconoce que hace falta más muestreos a lo largo del año y en caso de efectuarse lograría una descripción más precisa del microhábitat asociando las especies a determinadas características ambientales a especies varias especies endémicas con poca información al redor de estas y permitiendo entender como los cambios en la temperatura causados por la deforestación puede llegar a afectar épocas reproductivas, de ovoposición o técnicas de forrajeo.

La toma de más datos morfológicos en diferentes individuos permitiría correr índices de diversidad funcional mostrando dinámicas de trasporte de energía y reconociendo el papel de cada especie dentro de su ecosistema.

Al encontrar un volumen de datos más significativo a partir de muestreo se podría relacionar la temperatura ambiental, humedad relativa y temperatura del suelo en cada cobertura a la diversidad taxonómico y función.

Bibliografía

- Adams, M. (1973). Ecological zonation and the butterflies of the sierra nevada de santa marta, colombia. *Journal of Natural History*, 7(6), 699–718.
<https://doi.org/10.1080/00222937300770601>
- Aguilar-Garavito, M., & Ramirez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (Issue September).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4400.7129>
- Alberto, L., & Solano, R. (2018). *Ikakogi Tayrona(RUIZ-CARRANZA Y LYNCH,1991).Catalogo de anfibios y reptiles de Colombia. 4(July)*, 23–29.
- Andrade Pérez, G., & Castro, L. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia: invitación a una interpretación socioecológica. *Degradación, Pérdida y Transformación de La Biodiversidad Continental En Colombia: Invitación a Una Interpretación Socioecológica*, 16(30), 53–54.
- Andres R. Acosta. (2019, May 26). *Leptodactylus savagei - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/leptodactylidae-39-spp/leptodactylus-savagei/>
- Andres R. Acosta. (2019, September 29). *Colostethus ruthveni - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/dendrobatidae-96-spp/colostethus-ruthveni/>
- Andres R. Acosta. (2021, November 11). *Rhinella horribilis - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/bufonidae-85-spp/rhinella-horribilis/>
- Andres R Acosta. (2021, June 12). *Boana platanera - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/hylidae-132-spp/boana-platanera/>
- Arenas, J. (2012). Una montaña bañada por el mar. La Sierra Nevada de Santa Marta en el Caribe Colombiano. *Revista Brasileira Do Caribe, São Luis-MA, Brasil, XIII(25)*, 73–102.
- Bagchi, S., Goyal, S. P., & Sankar, K. (2003). Niche relationships of an ungulate assemblage in a dry tropical forest. *Journal of Mammalogy*, 84(3), 981–988.
<https://doi.org/10.1644/BBa-024>
- Bernal, E. (2010). Uso y preferencia de microhabitat de reptiles y anfibios en un gradiente de vegetación en un agroecosistema del departamento del Huila. *Tesis de Biología, Director J.*
- Bosch, J. (2007). El declive de los anfibios. *El Ecologista*, 54(August), 46–48.
<http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/anfibios.pdf>
- Camero, E. (2002). Fauna del suelo en bosques y cafetales de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia Soil fauna in forest and coffee plantations from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 7(2), 17–28.
- Carbono, E., & Lozano, G. (1997). Endemismo Y Otras Singularidades De La Sierra

- Nevada De Santa Marta, Colombia. Posibles Causas De Origen Y Necesidad De Conservarlos. In *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (Vol. 21, Issue 81, pp. 409–419).
http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_21/81/409-419.pdf
- Carvajal-Cogollo, J. E., & 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.
<https://doi.org/10.1177/194008290800100407>
- Castellano, S., Cucco, M., & Giacoma, C. (2004). Reproductive investment of female green toads (*Bufo viridis*). *Copeia*, 2004(3), 659–664. <https://doi.org/10.1643/CE-03-182R2>
- Castro, L. D. (2016). *Perturbacion ambiental analizada por medio de bioindicadores en un fragmento de bosque seco tropical (Bs-T) localizado en el area perimetral del aeropuerto Jorge Isaacs (Albania, La Guajira, Colombia)*. Universidad de Manizales.
- Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B., & Thomas, C. D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*, 333(6045), 1024–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1206432>
- Chilena, R., & Natural, D. E. H. (2013). Termorregulación diurna y nocturna de la lagartija *Phyllodactylus bordai* (Gekkota : Phyllodactylidae) en una región semiárida del centro de México. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 127–135.
- CIB Colombia. (2020). *Biodiversidad en cifras*. <https://cifras.biodiversidad.co/>
- Corpoguajira. (2011). *Plan de Ordenamiento de la CUENCA DEL RIO RANCHERIA* (p. 606).
- Cuervo, A. M., & Restrepo, C. (2007). Assemblage and population-level consequences of forest fragmentation on bilateral asymmetry in tropical montane birds. *Biological Journal of the Linnean Society*, 92(1), 119–133. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00884.x>
- Delgado, L. . (2018). Heterogeneidad del paisaje y diversidad de especies arbóreas en un boque tropical. Desarrollo y validación de una propuesta metodológica. *Ecosistemas*, 27(1), 105–115.
- Díaz Cordero, G. (2012). EL CAMBIO CLIMÁTICO. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII, 227–240.
- Díaz, O. H., José, S., Ariza, E., Manuel, I., & Fontalvo, S. (2017). *Realidades sociales , ambientales y culturales de las comunidades indígenas en La Sierra Nevada de Santa Marta 1*. 12(1), 0–2. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a1>
- Donovan, T. M., & Lamberson, R. H. (2001). *Area-Sensitive Distributions Counteract Negative Effects of Habitat Fragmentation on Breeding Birds Author (s): Therese M . Donovan and Roland H . Lamberson Published by : Wiley on behalf of the Ecological Society of America Stable URL : http://www.jsto. 82(4), 1170–1179.*
- Florezt, A., Montañez, L. E., & Villarreal, E. (1986). Aumento de la temperatua de los

- suelos por pérdida de la cobertura vegetal. *Cuadernos de Geografía, VII*.
- Forman, R. T. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology, 10*(3), 133–142.
- Freidenburg, L. K., & Skelly, D. K. (2004). Microgeographical variation in thermal preference by an amphibian. *Ecology Letters, 7*(5), 369–373. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00587.x>
- Gardner, T. A., Barlow, J., & Peres, C. A. (2007). Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation, 138*(1–2), 166–179. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.04.017>
- Gardner, T. A., Ribeiro-Júnior, M. A., Barlow, J., Ávila-Pires, T. C. S., Hoogmoed, M. S., & Peres, C. A. (2007). The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conservation Biology, 21*(3), 775–787. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>
- Geografía urbana. (2018). *Plan de ordenamiento territorial Santa Marta: Expediente territorial*. <https://www.santamarta.gov.co/sites/default/files/expedienteterritorial.pdf>
- Geovana, O. M. G. (2019). *Efecto de la humedad relativa y la temperatura en la tasa de pérdida de agua por evaporación cutánea de la rana arbórea de almendáriz: Boana almendarizae (Caminer & Ron, 2014) (Anura: Hylidae) bajo condiciones de laboratorio Trabajo* (Issue April).
- Gibbs, J. P., & Breisch, A. R. (2001). Climate warming and calling phenology of frogs near Ithaca, New York, 1900-1999. *Conservation Biology, 15*(4), 1175–1178. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.0150041175.x>
- Girardello, M., Griggio, M., Whittingham, M. J., & Rushton, S. P. (2010). Models of climate associations and distributions of amphibians in Italy. *Ecological Research, 25*(1), 103–111. <https://doi.org/10.1007/s11284-009-0636-z>
- González Sánchez, Y., Fernández Díaz, Y., & Gutiérrez Soto, T. (2013). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en America Latina. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 51*(3), 331–337.
- Green, D. M. (2003). The ecology of extinction: Population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation, 111*(3), 331–343. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00302-6)
- Gutiérrez, A. (2020). *Endurecimiento térmico en Pristimantis medemi (Anura: Craugastoridae), en coberturas boscosas del Municipio de Villavicencio (Meta)*. 13–35.
- Guzmán. (2020). *DIVERSIDAD Y PREFERENCIAS DE MICROHÁBITATS POR ANFIBIOS EN CUATRO COBERTURAS VEGETALES DE LA RESERVA CAMPESINA BRASILAR EN EL CERRO DE MACO, SAN JACINTO, BOLIVAR, COLOMBIA*. 95. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Hernandez, A. C. S.-C. V. (2018). Efecto de borde sobre la vegetación emergente en áreas fragmentadas de piedemonte en la reserva forestal protectora Caño vanguardia y quebrada banguardiuno, Villavicencio-Meta. In *Universidad Santo Tomas*.
- Heyer, W. R., & de Sá, R. O. (2010). *Leptodactylus savagei*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 1–19.
- Heyer, W. Ronald. (1969). The Adaptive Ecology of the Species Groups of the Genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution*, 23(3), 421. <https://doi.org/10.2307/2406697>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2006). Zona de reserva forestal de la Sierra Nevada de Santa Martha. *Zonas de Reserva Forestal de Colombia . Ley 2a. de 1959 : Atlas Temático*, 13. <https://goo.gl/aN47kg>
- Katherine Andrea Linares Vargas, F. P. C. (2017). REDESCRIPCIÓN DEL RENACUAJO DE *Colostethus ruthveni* (ANURA: DENDROBATIDAE) CON ANOTACIONES SOBRE SU COMPORTAMIENTO E HISTORIA NATURAL. In *UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS PROGRAMA DE BIOLOGÍA*.
- Krausman, P. R. (1999). Some Basic Principles of Habitat Use. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*, 85–90.
- Labra, A., & Penna, M. (2008). *Herpetología de Chile* (Issue Ecofisiología de anfibios y reptiles).
- Laiolo, P. (2011). La fragmentación del hábitat como determinante de la diferenciación de los sistemas de comunicación animal. *Ecosistemas*, 20(2–3), 46–53. <https://doi.org/10.7818/re.2014.20-2-3.00>
- Magnuson, J. J., Crowder, L. B., & Medvick, P. A. (1979). Temperature as an ecological resource. *Integrative and Comparative Biology*, 19(1), 331–343. <https://doi.org/10.1093/icb/19.1.331>
- Manjarrez Silva, J. (1994). Limitación térmica de la actividad en algunos anuros y reptiles como una estrategia ecológica (una revisión). *CIENCIA Ergo-Sum*, 1(1), 78–81.
- Martori, R., Aun, L., Birri, A., Rozzi Giménez, C., & Heredia, E. (2005). Reproducción comparada de tres especies de anuros sintópicos de una localidad del sudeste de Córdoba. *Reproducción Comparada de Tres Especies de Anuros Sintópicos de Una Localidad Del Sudeste de Córdoba*, 18(2), 43–59.
- Matos, F. A. R., Magnago, L. F. S., Aquila Chan Miranda, C., de Menezes, L. F. T., Gastauer, M., Safar, N. V. H., Schaefer, C. E. G. R., da Silva, M. P., Simonelli, M., Edwards, F. A., Martins, S. V., Meira-Neto, J. A. A., & Edwards, D. P. (2020). Secondary forest fragments offer important carbon and biodiversity cobenefits. *Global Change Biology*, 26(2), 509–522. <https://doi.org/10.1111/gcb.14824>
- Mejía, L. L., & Director: (2017). Relación de los rasgos funcionales con la estructura de los ensamblajes de herpetofauna, la selección y preferencia de hábitat en un páramo de Colombia. In *Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (EAR)* (Vol. 4).

<https://doaj.org/article/f820bd6e28cf44988e96d72e946a06ff>

- Mendoza miranda, P. (2020). *Impacto de la precipitación en la distribución potencial de anfibios en el Parque Nacional. March.*
- Molina, M. J. (1993). *LA DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO: UN PROBLEMA GLOBAL.*
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(2), 58–62. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88977-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88977-6)
- NaturalSIG. (2020). *Implementación de procesos de reforestación ambiental en las Cuencas de los Ríos Gaira y Toribio de la Sierra Nevada de Santa Marta (Estrella Hidrica de San Lorenzo) Capítulo 8. Caracterización de la Herpetofauna* (pp. 17–52).
- Navas, Carlos A. (1996a). Implications of microhabitat selection and patterns of activity on the thermal ecology of high elevation neotropical anurans. *Oecologia*, 108(4), 617–626. <https://doi.org/10.1007/BF00329034>
- Navas, Carlos A. (1996b). The Effect of Temperature on the Vocal Activity of Tropical Anurans: A Comparison of High and Low-Elevation Species. *Journal of Herpetology*, 30(4), 488–497.
- Navas, Carlos A., Gomes, F. R., & Carvalho, J. E. (2008). Thermal relationships and exercise physiology in anuran amphibians: Integration and evolutionary implications. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 151(3), 344–362. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2007.07.003>
- Navas, Carlos Arturo, Carvajalino-Fernández, J. M., Saboyá-Acosta, L. P., Rueda-Solano, L. A., & Carvajalino-Fernández, M. A. (2013). The body temperature of active amphibians along a tropical elevation gradient: Patterns of mean and variance and inference from environmental data. *Functional Ecology*, 27(5), 1145–1154. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12106>
- Negret, B. S. (2015). La Ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la Biodiversidad: Protocolos y aplicaciones. *Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos "Alexander von Humboldt"*, 126–179.
- Nieva Cocilio, R. A., Acosta, J. C., & Blanco, G. M. (2020). Uso y selección de microhábitat en un ensamble de anuros del Chaco Serrano de Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 862–872. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.40390>
- Oliver, J., Laiolo, P., & Angarita-Sierra, T. (2014). La fragmentación del hábitat como determinante de la diferenciación de los sistemas de comunicación animal. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 20(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.18257/racefyn.40>
- ONU. (2007). Consecuencias del cambio climático. *La Fauna Silvestre En Un Clima Cambiante*, 33–59.

- Pascual Hernández, Á. (2013). Estudio de la fragmentación del hábitat de anfibios por la carretera M-301 de Madrid. *Universidad Politécnica de Madrid*, 100.
- Pounds, J. A., & Crump, M. L. (1994). Society for Conservation Biology Amphibian Declines and Climate Disturbance: The Case of the Golden Toad and the Harlequin. *Biology*, 8(1), 72–85.
<http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp><http://www.jstor.org>
- Press, C., & Society, T. A. (2011). Body Size and Limits to the Daily Range of Body Temperature in Terrestrial Ectotherms Author (s): R . D . Stevenson Source : The American Naturalist , Vol . 125 , No . 1 (Jan . , 1985), pp . 102-117 Published by : The University of Chicago Press for Th. *October*, 125(1), 102–117.
- Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodriguez, J., & Pumacayo, I. (2019). *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS , MINITAB Y EXCEL*.
- Ramírez Builes, V. H., & Jaramillo Robledo, Á. (2009). Balances de energía asociados a los cambios de cobertura en la zona andina colombiana. *Cenicafé*, 60(3), 199–209.
- Reinert, H. K. (1984). Habitat separation between sympatric snake populations. *Ecology*, 65(2), 478–486. <https://doi.org/10.2307/1941410>
- Rice, K. G., Mazzotti, F. J., Waddle, J. H., & Conill, M. D. (2007). Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de Ecosistemas. *Edis*, 2007(7), 1–5.
<https://doi.org/10.32473/edis-uw236-2006>
- Roach, N. S., Urbina-Cardona, N., & Lacher, T. E. (2020). Land cover drives amphibian diversity across steep elevational gradients in an isolated neotropical mountain range: Implications for community conservation. *Global Ecology and Conservation*, 22(February), e00968. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00968>
- Rohr, J. R., & Raffel, T. R. (2010). Linking global climate and temperature variability to widespread amphibian declines putatively caused by disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(18), 8269–8274. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912883107>
- Rueda-solano, L. A., & Vargas-salinas, F. (2014). *Cryptobatrachus Boulengeri (Boulenger ' S Backpack Frog) Latitudinal and Altitudinal Range Extension*. 10(December), 51–52.
- Rueda Solano, L. A. (2007). Plan De Acción Para La Conservación De Los Anfibios Amenazados Del Departamento De La Guajira , Colombia . *Programa de Conservación de Anfibios de Corpoguajira*.
- Salgado Negret, B. (2015). La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. In *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones* (Issue February).
- Sánchez Colón, S., Flores Martínez, A., Cruz-Leyva, I. A., & Velázquez, A. (2009). Estado y transformación de los ecosistemas terrestres. *Capital Natural de México*, II, 75–129.

https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol II/II02_Estado y transformacion de los ecosistemas terrestres.pdf

- Santos, T. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat : efecto sobre la conservación de las especies. *Oikos*, 15(2), 3–12.
- Scheffers, B. R., Evans, T. A., Williams, S. E., & Edwards, D. P. (2014). Microhabitats in the tropics buffer temperature in a globally coherent manner. *Biology Letters*, 10(12). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0819>
- Senior, R. A., Hill, J. K., Benedick, S., & Edwards, D. P. (2018). Tropical forests are thermally buffered despite intensive selective logging. *Global Change Biology*, 24(3), 1267–1278. <https://doi.org/10.1111/gcb.13914>
- Stapp, P. (1997). *Microhabitat Use and Community Structure of Darkling Beetles (Coleoptera : Tenebrionidae) in Shortgrass Prairie : Effects of Season Shrub and Soil Type Author (s) : Paul Stapp Source : The American . 137(2), 298–311.*
- Sztatecsny, M., & Schabetsberger, R. (2005). Into thin air: Vertical migration, body condition, and quality of terrestrial habitats of alpine common toads, *Bufo bufo*. *Canadian Journal of Zoology*, 83(6), 788–796. <https://doi.org/10.1139/Z05-071>
- Urbina-Cardona, J. N., Navas, C. A., González, I., Gómez-Martínez, M. J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G. F., & Blanco-Torres, A. (2014). Determinantes de la distribución de los anfibios en el Bosque Seco Tropical de Colombia: herramientas para su conservación. In *El Bosque Seco Tropical en Colombia* (Issue September).
- Urbina-cardona, N., Uxtlas, E. N. L. O. S. T., Eracruz, V., Éxico, M., & Reynoso, V. H. (2005). *Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. January.*
- Urbina Cardona, J. N. (2010). Y Patrones De Endemismo En Anfibios Y Reptiles De Colombia : *Facultad de Ciencias Basicas*, 7(1), 74–91.
- Vargas, Fernando, F. C. (1993). DISTRIBUCIÓN Y PREFERENCIAS DE MICROHÁBITAT EN ANUROS (AMPHIBIA) EN BOSQUE MADURO Y ÁREAS PERTURBADAS EN ANCHICAY Á , PACÍFICO COLOMBIANO. *Caldasia*, 21(1), 95–109.
- Zepner, L., Karrasch, P., Wiemann, F., & Bernard, L. (2021). ClimateCharts.net—an interactive climate analysis web platform. *International Journal of Digital Earth*, 14(3), 338–356. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1829112>
- Adams, M. (1973). Ecological zonation and the butterflies of the sierra nevada de santa marta, colombia. *Journal of Natural History*, 7(6), 699–718. <https://doi.org/10.1080/00222937300770601>
- Aguilar-Garavito, M., & Ramirez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (Issue September). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4400.7129>

- Alberto, L., & Solano, R. (2018). *Ikakogi Tayrona (RUIZ-CARRANZA Y LYNCH, 1991). Catalogo de anfibios y reptiles de Colombia*. 4(July), 23–29.
- Andrade Pérez, G., & Castro, L. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia: invitación a una interpretación socioecológica. *Degradación, Pérdida y Transformación de La Biodiversidad Continental En Colombia: Invitación a Una Interpretación Socioecológica*, 16(30), 53–54.
- Andres R. Acosta. (2019, May 26). *Leptodactylus savagei - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/leptodactylidae-39-spp/leptodactylus-savagei/>
- Andres R. Acosta. (2019, September 29). *Colostethus ruthveni - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/dendrobatidae-96-spp/colostethus-ruthveni/>
- Andres R. Acosta. (2021, November 11). *Rhinella horribilis - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/bufonidae-85-spp/rhinella-horribilis/>
- Andres R Acosta. (2021, June 12). *Boana platanera - Lista de Los Anfibios de Colombia*. <https://www.batrachia.com/orden-anura/hylidae-132-spp/boana-platanera/>
- Arenas, J. (2012). Una montaña bañada por el mar. La Sierra Nevada de Santa Marta en el Caribe Colombiano. *Revista Brasileira Do Caribe, São Luis-MA, Brasil, XIII(25)*, 73–102.
- Bagchi, S., Goyal, S. P., & Sankar, K. (2003). Niche relationships of an ungulate assemblage in a dry tropical forest. *Journal of Mammalogy*, 84(3), 981–988. <https://doi.org/10.1644/BBa-024>
- Bernal, E. (2010). Uso y preferencia de microhabitat de reptiles y anfibios en un gradiente de vegetación en un agroecosistema del departamento del Huila. *Tesis de Biología, Director J.*
- Bosch, J. (2007). El declive de los anfibios. *El Ecologista*, 54(August), 46–48. <http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/anfibios.pdf>
- Camero, E. (2002). Fauna del suelo en bosques y cafetales de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia Soil fauna in forest and coffee plantations from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 7(2), 17–28.
- Carbono, E., & Lozano, G. (1997). Endemismo Y Otras Singularidades De La Sierra Nevada De Santa Marta, Colombia. Posibles Causas De Origen Y Necesidad De Conservarlos. In *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (Vol. 21, Issue 81, pp. 409–419). http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_21/81/409-419.pdf
- Carvajal-Cogollo, J. E., & 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. <https://doi.org/10.1177/194008290800100407>

- Castellano, S., Cucco, M., & Giacoma, C. (2004). Reproductive investment of female green toads (*Bufo viridis*). *Copeia*, 2004(3), 659–664. <https://doi.org/10.1643/CE-03-182R2>
- Castro, L. D. (2016). *Perturbacion ambiental analizada por medio de bioindicadores en un fragmento de bosque seco tropical (Bs-T) localizado en el area perimetral del aeropuerto Jorge Isaacs (Albania, La Guajira, Colombia)*. Universidad de Manizales.
- Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B., & Thomas, C. D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*, 333(6045), 1024–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1206432>
- Chilena, R., & Natural, D. E. H. (2013). Termorregulación diurna y nocturna de la lagartija *Phyllodactylus bordai* (Gekkota : Phyllodactylidae) en una región semiárida del centro de México. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 127–135.
- CIB Colombia. (2020). *Biodiversidad en cifras*. <https://cifras.biodiversidad.co/>
- Corpoguajira. (2011). *Plan de Ordenamiento de la CUENCA DEL RIO RANCHERIA* (p. 606).
- Cuervo, A. M., & Restrepo, C. (2007). Assemblage and population-level consequences of forest fragmentation on bilateral asymmetry in tropical montane birds. *Biological Journal of the Linnean Society*, 92(1), 119–133. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00884.x>
- Delgado, L. . (2018). Heterogeneidad del paisaje y diversidad de especies arbóreas en un boque tropical. Desarrollo y validación de una propuesta metodológica. *Ecosistemas*, 27(1), 105–115.
- Díaz Cordero, G. (2012). EL CAMBIO CLIMÁTICO. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII, 227–240.
- Díaz, O. H., José, S., Ariza, E., Manuel, I., & Fontalvo, S. (2017). *Realidades sociales , ambientales y culturales de las comunidades indígenas en La Sierra Nevada de Santa Marta I*. 12(1), 0–2. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a1>
- Donovan, T. M., & Lamberson, R. H. (2001). *Area-Sensitive Distributions Counteract Negative Effects of Habitat Fragmentation on Breeding Birds Author (s): Therese M . Donovan and Roland H . Lamberson Published by : Wiley on behalf of the Ecological Society of America Stable URL : http://www.jsto*. 82(4), 1170–1179.
- Florezt, A., Montañez, L. E., & Villarreal, E. (1986). Aumento de la temperatua de los suelos por pérdida de la cobertura vegetal. *Cuadernos de Geografía*, VII.
- Forman, R. T. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10(3), 133–142.
- Freidenburg, L. K., & Skelly, D. K. (2004). Microgeographical variation in thermal preference by an amphibian. *Ecology Letters*, 7(5), 369–373. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00587.x>
- Gardner, T. A., Barlow, J., & Peres, C. A. (2007). Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles.

- Biological Conservation*, 138(1–2), 166–179.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.04.017>
- Gardner, T. A., Ribeiro-Júnior, M. A., Barlow, J., Ávila-Pires, T. C. S., Hoogmoed, M. S., & Peres, C. A. (2007). The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conservation Biology*, 21(3), 775–787.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>
- Geografía urbana. (2018). *Plan de ordenamiento territorial Santa Marta: Expediente territorial*. <https://www.santamarta.gov.co/sites/default/files/expedienteterritorial.pdf>
- Geovana, O. M. G. (2019). *Efecto de la humedad relativa y la temperatura en la tasa de pérdida de agua por evaporación cutánea de la rana arbórea de almendáriz: Boana almendarizae (Caminer & Ron, 2014) (Anura: Hylidae) bajo condiciones de laboratorio Trabajo* (Issue April).
- Gibbs, J. P., & Breisch, A. R. (2001). Climate warming and calling phenology of frogs near Ithaca, New York, 1900-1999. *Conservation Biology*, 15(4), 1175–1178.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.0150041175.x>
- Girardello, M., Griggio, M., Whittingham, M. J., & Rushton, S. P. (2010). Models of climate associations and distributions of amphibians in Italy. *Ecological Research*, 25(1), 103–111. <https://doi.org/10.1007/s11284-009-0636-z>
- González Sánchez, Y., Fernández Díaz, Y., & Gutiérrez Soto, T. (2013). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en America Latina. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 51(3), 331–337.
- Green, D. M. (2003). The ecology of extinction: Population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation*, 111(3), 331–343.
[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00302-6)
- Gutiérrez, A. (2020). *Endurecimiento térmico en Pristimantis medemi (Anura: Craugastoridae), en coberturas boscosas del Municipio de Villavicencio (Meta)*. 13–35.
- Guzmán. (2020). *DIVERSIDAD Y PREFERENCIAS DE MICROHÁBITATS POR ANFIBIOS EN CUATRO COBERTURAS VEGETALES DE LA RESERVA CAMPESINA BRASILAR EN EL CERRO DE MACO, SAN JACINTO, BOLIVAR, COLOMBIA*. 95. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hernandez, A. C. S.-C. V. (2018). Efecto de borde sobre la vegetación emergente en áreas fragmentadas de piedemonte en la reserva forestal protectora Caño vanguardia y quebrada banguardiuno, Villavicencio-Meta. In *Universidad Santo Tomas*.
- Heyer, W. R., & de Sá, R. O. (2010). *Leptodactylus savagei*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 1–19.
- Heyer, W. Ronald. (1969). The Adaptive Ecology of the Species Groups of the Genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution*, 23(3), 421.
<https://doi.org/10.2307/2406697>

- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2006). Zona de reserva forestal de la Sierra Nevada de Santa Martha. *Zonas de Reserva Forestal de Colombia . Ley 2a. de 1959 : Atlas Temático*, 13. <https://goo.gl/aN47kg>
- Katherine Andrea Linares Vargas, F. P. C. (2017). REDESCRIPCIÓN DEL RENACUAJO DE *Colostethus ruthveni* (ANURA: DENDROBATIDAE) CON ANOTACIONES SOBRE SU COMPORTAMIENTO E HISTORIA NATURAL. In *UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS PROGRAMA DE BIOLOGÍA*.
- Krausman, P. R. (1999). Some Basic Principles of Habitat Use. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*, 85–90.
- Labra, A., & Penna, M. (2008). *Herpetología de Chile* (Issue Ecofisiología de anfibios y reptiles).
- Laiolo, P. (2011). La fragmentación del hábitat como determinante de la diferenciación de los sistemas de comunicación animal. *Ecosistemas*, 20(2–3), 46–53. <https://doi.org/10.7818/re.2014.20-2-3.00>
- Magnuson, J. J., Crowder, L. B., & Medvick, P. A. (1979). Temperature as an ecological resource. *Integrative and Comparative Biology*, 19(1), 331–343. <https://doi.org/10.1093/icb/19.1.331>
- Manjarrez Silva, J. (1994). Limitación térmica de la actividad en algunos anuros y reptiles como una estrategia ecológica (una revisión). *CIENCIA Ergo-Sum*, 1(1), 78–81.
- Martori, R., Aun, L., Birri, A., Rozzi Giménez, C., & Heredia, E. (2005). Reproducción comparada de tres especies de anuros sintópicos de una localidad del sudeste de Córdoba. *Reproducción Comparada de Tres Especies de Anuros Sintópicos de Una Localidad Del Sudeste de Córdoba*, 18(2), 43–59.
- Matos, F. A. R., Magnago, L. F. S., Aquila Chan Miranda, C., de Menezes, L. F. T., Gastauer, M., Safar, N. V. H., Schaefer, C. E. G. R., da Silva, M. P., Simonelli, M., Edwards, F. A., Martins, S. V., Meira-Neto, J. A. A., & Edwards, D. P. (2020). Secondary forest fragments offer important carbon and biodiversity cobenefits. *Global Change Biology*, 26(2), 509–522. <https://doi.org/10.1111/gcb.14824>
- Mejia, L. L., & Director: (2017). Relación de los rasgos funcionales con la estructura de los ensamblajes de herpetofauna, la selección y preferencia de hábitat en un páramo de Colombia. In *Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (EAR)* (Vol. 4). <https://doaj.org/article/f820bd6e28cf44988e96d72e946a06ff>
- Mendoza miranda, P. (2020). *Impacto de la precipitación en la distribución potencial de anfibios en el Parque Nacional. March*.
- Molina, M. J. (1993). *LA DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO: UN PROBLEMA GLOBAL*.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(2), 58–62. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88977-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88977-6)

- NaturalSIG. (2020). *Implementación de procesos de reforestación ambiental en las Cuencas de los Ríos Gaira y Toribio de la Sierra Nevada de Santa Marta (Estrella Hidrica de San Lorenzo) Capítulo 8. Caracterización de la Herpetofauna* (pp. 17–52).
- Navas, Carlos A. (1996a). Implications of microhabitat selection and patterns of activity on the thermal ecology of high elevation neotropical anurans. *Oecologia*, 108(4), 617–626. <https://doi.org/10.1007/BF00329034>
- Navas, Carlos A. (1996b). The Effect of Temperature on the Vocal Activity of Tropical Anurans: A Comparison of High and Low-Elevation Species. *Journal of Herpetology*, 30(4), 488–497.
- Navas, Carlos A., Gomes, F. R., & Carvalho, J. E. (2008). Thermal relationships and exercise physiology in anuran amphibians: Integration and evolutionary implications. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 151(3), 344–362. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2007.07.003>
- Navas, Carlos Arturo, Carvajalino-Fernández, J. M., Saboyá-Acosta, L. P., Rueda-Solano, L. A., & Carvajalino-Fernández, M. A. (2013). The body temperature of active amphibians along a tropical elevation gradient: Patterns of mean and variance and inference from environmental data. *Functional Ecology*, 27(5), 1145–1154. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12106>
- Negret, B. S. (2015). La Ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la Biodiversidad: Protocolos y aplicaciones. *Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos "Alexander von Humboldt"*, 126–179.
- Nieva Cocilio, R. A., Acosta, J. C., & Blanco, G. M. (2020). Uso y selección de microhábitat en un ensamble de anuros del Chaco Serrano de Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 862–872. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.40390>
- Oliver, J., Laiolo, P., & Angarita-Sierra, T. (2014). La fragmentación del hábitat como determinante de la diferenciación de los sistemas de comunicación animal. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 20(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.40>
- ONU. (2007). Consecuencias del cambio climático. *La Fauna Silvestre En Un Clima Cambiante*, 33–59.
- Pascual Hernández, Á. (2013). Estudio de la fragmentación del hábitat de anfibios por la carretera M-301 de Madrid. *Universidad Politécnica de Madrid*, 100.
- Pounds, J. A., & Crump, M. L. (1994). Society for Conservation Biology Amphibian Declines and Climate Disturbance: The Case of the Golden Toad and the Harlequin. *Biology*, 8(1), 72–85. <http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>. <http://www.jstor.org>
- Press, C., & Society, T. A. (2011). Body Size and Limits to the Daily Range of Body Temperature in Terrestrial Ectotherms Author (s): R . D . Stevenson Source : The American Naturalist , Vol . 125 , No . 1 (Jan . , 1985), pp . 102-117 Published by :

The University of Chicago Press for Th. *October*, 125(1), 102–117.

- Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodrigez, J., & Pumacayo, I. (2019). *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS, MINITAB Y EXCEL*.
- Ramírez Builes, V. H., & Jaramillo Robledo, Á. (2009). Balances de energía asociados a los cambios de cobertura en la zona andina colombiana. *Cenicafé*, 60(3), 199–209.
- Reinert, H. K. (1984). Habitat separation between sympatric snake populations. *Ecology*, 65(2), 478–486. <https://doi.org/10.2307/1941410>
- Rice, K. G., Mazzotti, F. J., Waddle, J. H., & Conill, M. D. (2007). Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de Ecosistemas. *Edis*, 2007(7), 1–5. <https://doi.org/10.32473/edis-uw236-2006>
- Roach, N. S., Urbina-Cardona, N., & Lacher, T. E. (2020). Land cover drives amphibian diversity across steep elevational gradients in an isolated neotropical mountain range: Implications for community conservation. *Global Ecology and Conservation*, 22(February), e00968. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00968>
- Rohr, J. R., & Raffel, T. R. (2010). Linking global climate and temperature variability to widespread amphibian declines putatively caused by disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(18), 8269–8274. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912883107>
- Rueda-solano, L. A., & Vargas-salinas, F. (2014). *Cryptobatrachus Boulengeri (Boulenger ' S Backpack Frog) Latitudinal and Altitudinal Range Extension*. 10(December), 51–52.
- Rueda Solano, L. A. (2007). Plan De Acción Para La Conservación De Los Anfibios Amenazados Del Departamento De La Guajira , Colombia . *Programa de Conservación de Anfibios de Corpoguajira*.
- Salgado Negret, B. (2015). La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. In *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones* (Issue February).
- Sánchez Colón, S., Flores Martínez, A., Cruz-Leyva, I. A., & Velázquez, A. (2009). Estado y transformacion de los ecosistemas terrestres. *Capital Natural de México, II*, 75–129. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol II/II02_Estado y transformacion de los ecosistemas terrestres.pdf
- Santos, T. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat : efecto sobre la conservación de las especies. *Oikos*, 15(2), 3–12.
- Scheffers, B. R., Evans, T. A., Williams, S. E., & Edwards, D. P. (2014). Microhabitats in the tropics buffer temperature in a globally coherent manner. *Biology Letters*, 10(12). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0819>
- Senior, R. A., Hill, J. K., Benedick, S., & Edwards, D. P. (2018). Tropical forests are

thermally buffered despite intensive selective logging. *Global Change Biology*, 24(3), 1267–1278. <https://doi.org/10.1111/gcb.13914>

Stapp, P. (1997). *Microhabitat Use and Community Structure of Darkling Beetles (Coleoptera : Tenebrionidae) in Shortgrass Prairie : Effects of Season Shrub and Soil Type* Author (s): Paul Stapp Source : *The American* . 137(2), 298–311.

Sztatecsny, M., & Schabetsberger, R. (2005). Into thin air: Vertical migration, body condition, and quality of terrestrial habitats of alpine common toads, *Bufo bufo*. *Canadian Journal of Zoology*, 83(6), 788–796. <https://doi.org/10.1139/Z05-071>

Urbina-Cardona, J. N., Navas, C. A., González, I., Gómez-Martínez, M. J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G. F., & Blanco-Torres, A. (2014). Determinantes de la distribución de los anfibios en el Bosque Seco Tropical de Colombia: herramientas para su conservación. In *El Bosque Seco Tropical en Colombia* (Issue September).

Urbina-cardona, N., Uxtlas, E. N. L. O. S. T., Eracruz, V., Éxico, M., & Reynoso, V. H. (2005). *Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. January.*





Urbina Cardona, J. N. (2010). Y Patrones De Endemismo En Anfibios Y Reptiles De Colombia : *Facultad de Ciencias Basicas*, 7(1), 74–91.

Vargas, Fernando, F. C. (1993). DISTRIBUCIÓN Y PREFERENCIAS DE MICROHÁBITAT EN ANUROS (AMPHIBIA) EN BOSQUE MADURO Y ÁREAS PERTURBADAS EN ANCHICAY Á , PACÍFICO COLOMBIANO. *Caldasia*, 21(1), 95–109.

Zepner, L., Karrasch, P., Wiemann, F., & Bernard, L. (2021). ClimateCharts.net—an interactive climate analysis web platform. *International Journal of Digital Earth*, 14(3), 338–356. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1829112>

Anexos

Anexo 1 Guía fotográfica de las especies e individuos encontrados en la Hacienda Dos Amigos.

Nombre	Fotografía	Nombre	Fotografía
<p>(Foto 1) Fotografía de <i>Ikakogi Tayrona</i> tomada por: Juan Diego Bolivar Amórtegui, 2021</p>		<p>(Foto 2) Fotografía de <i>Cryptobatrachus boulengeri</i> tomada por: Juan Diego Bolivar Amórtegui, 2021</p>	
<p>(Foto 3) Fotografía de <i>Cryptobatrachus boulengeri</i> tomada por: Juan Diego Bolivar Amórtegui, 2021</p>		<p>(Foto 4) Fotografía de <i>Pristimantis sanctaemartae</i> tomada por: Juan Diego Bolivar Amórtegui, 2021</p>	

(Foto 5)
Fotografía de
Leptodactylus
savagei



tomada por
Juan Diego Bolivar
Amórtegui, 2021

(Foto 6)
Fotografía de
Pristimantis
sanctaemartae



tomada por:
Juan Diego Bolivar
Amórtegui, 2021

(Foto 7)
Fotografía de
Rhinella
horribilis



tomada por
Juan Diego Bolivar
Amórtegui, 2021

(Foto 8)
Fotografía de
Pristimantis
sanctaemartae



tomada por:
Juan Diego Bolivar
Amórtegui, 2021

(Foto 9)

Fotografía de

***Pristimantis
sanctaemartae***

*tomada por
Juan Diego Bolivar
Amórtegui, 2021*



(Foto 10)

Fotografía de

***Colostethus
ruthveni***

*tomada por:
Juan Diego Bolivar
Amórtegui, 2021*

