



FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE OPCIÓN DE GRADO

En Popayán a los nueve días del mes de febrero de 2024, se reunió en el auditorio del Campus Los Robles el jurado calificador integrado por:

Jaime Fernando López Ante C.C. 10536370 y Yordan Yecid Samboni Papamija C.C. 1061989795, para evaluar a las estudiantes Daniela Fernanda Martínez identificada con cedula de ciudadanía No. 1061794376 y Geraldine Lizbeth Bernal Garcés con cédula de ciudadanía No. 1061812524, perteneciente al programa de Ecología, en la sustentación oral de su proyecto "Diversidad y recambio de especies de anuros entre coberturas vegetales, en el bosque seco del municipio de Sucre Cauca", dirigido por Luis Gerardo Chilito López identificado con C.C.1058966931y bajo la codirección de Gustavo Adolfo Pisso identificado con C.C. desarrollado como opción de grado en modalidad investigación.

El jurado evaluador atendiendo a los reglamentos institucionales y del programa y considerando que las estudiantes han demostrado suficiencia de conocimientos, capacidad analítica y deductiva, adaptación a situaciones nuevas, capacidad para la comunicación oral y escrita, aptitud para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas, le confieren la evaluación de:

APROBADO X

REPROBADO

OBSERVACIONES:

Suprimir los datos correspondientes a tratar de cumplir el 3er objetivo.

JAIME FERNANDO LÓPEZ ANTE
C.C. 10536370

YORDAN YECID SAMBONI PAPAMIJA
C.C. 1061989795

BIBIANA PATRICIA MONTOYA BONILLA
C.C. 34315303

ANUROS ASOCIADOS A TRES TIPOS DE COBERTURAS VEGETALES EN EL MUNICIPIO DE SUCRE-CAUCA, SUROCCIDENTE DE COLOMBIA.

ANURANS ASSOCIATED WITH THREE TYPES OF VEGETATION COVER IN THE MUNICIPALITY OF SUCRE-CAUCA, SOUTHWESTERN COLOMBIA.

Daniela Fernanda Martínez Velasco ¹
Geraldine Lizbeth Bernal Garcés ²

Resumen

Los anuros son indicadores del estado de los ecosistemas, teniendo una relación intrínseca con el tipo de coberturas donde habitan. El objetivo del trabajo fue identificar la diversidad de anuros presentes en el municipio de Sucre, Cauca. Por medio de muestreos tipo VES en tres tipos de coberturas según *Corine Land Cover*, se evaluó la composición de especies asociadas a las coberturas vegetales, así como también análisis de diversidad alfa y beta, empleando el índice de similitud de Jaccard. Resultados arrojaron un total de 84 individuos distribuidos en cuatro familias y cuatro especies. De igual manera, mostraron una mayor afinidad de registros sobre la cobertura de mosaico de pastos con especies naturales. Una posible explicación para los resultados

6745 por ejemplo *Pristimantis achatinus* y *Leucostethus fraterdanielli*, al ser las especies más abundantes sobre las coberturas. La especie *Leucostethus* aff. *fraterdanielli*, presentó una mayor dominancia en las coberturas BF Y MPEN, y, en la cobertura MCPEN las especies *L.* aff. *fraterdanielli* y *P. achatinus* son igualmente dominantes lo que indica una uniformidad (Equitatividad $J=1$) (≥ 1) en esta cobertura. Se encontró una diversidad relativamente baja, este estudio permitió conocer algunas de las especies que habita en el Municipio de Sucre, área que hasta el momento no presentaba ningún registro de anuros. Además, se evidenció el alto grado de perturbación en el área y sus alrededores lo cual, infiere en los análisis estadísticos con relación a los géneros de anuros encontrados en el área.

Palabras clave: ecosistemas, diversidad, estructura, especies, perturbación, similitud.

Abstract

Anurans are indicators of the state of ecosystems, having an intrinsic relationship with the type of cover where they live. The objective of the work was to identify the diversity of anurans present in the municipality of Sucre, Cauca. Through VES-type sampling in three types of coverage according to Corine Land Cover, the composition of species associated vegetation covers was evaluated, as well as alpha and beta diversity analysis, using the Jaccard similarity index. Results showed a total of 84 individuals distributed in four families and four species. Likewise, they showed a greater affinity of records on the coverage of grass mosaic with natural species. A possible explanation for the results obtained can be related to the wide range of distribution and adaptability of the species found, such as *Pristimantis achatinus* and *Leucostethus fraterdanielli*, being the most abundant species on the covers. The species *Leucostethus* aff. *fraterdanielli*, presented a greater dominance in the BF and MPEN coverage, and in the MCPEN coverage the species *L.* aff. *fraterdanielli* and *P. achatinus* are equally dominant which indicates a uniformity (Equity $J=1$) (≥ 1) in this coverage. A relatively low diversity was found, this study allowed us to know some of the species that inhabit the Municipality of Sucre, an area that until now did not have any record of anurans. Furthermore, the high degree of disturbance in the area and its

¹ Daniela Fernanda Martínez Velasco. Fundación Universitaria de Popayán. Programa: Ecología. Cod. 22161002. Cel: 3142167242

² Geraldine Lizbeth Bernal Garcés. Fundación Universitaria de Popayán. Programa: Ecología. Cod. 22161003. Cel: 3214092723

surroundings was evident, which inferred in the statistical analyzes in relation to the anuran genera found in the area.

Keywords: ecosystems, diversity, structure, species, disturbance, similarity.

Introducción

Colombia, se encuentra catalogada como uno de los países con mayor diversidad de anfibios en el mundo, actualmente existe 815 especies agrupadas en 14 familias, distribuidas a lo largo de todo el territorio colombiano, estimándose que cerca del 10% de todas las especies de anfibios conocidas a nivel global se encuentran en Colombia, y “se encuentra representado en prácticamente todos los hábitats acuáticos y terrestres del país, desde las selvas tropicales amazónicas y los bosques nublados de los Andes, hasta las sábanas y los páramos en las regiones de alta montaña (Acosta,2023).

De igual manera, en Colombia existen una serie de conflictos socioeconómicos, políticos, culturales y ambientales que han generado perturbaciones directas en el paisaje (Ruiz, 2003), que, junto al creciente número de cultivos ilegales, el uso de agroquímicos (por ejemplo, glifosato), se han convertido en amenazas reales para las poblaciones de anfibios (Lynch y Arroyo, 2013).

Es así como, la relación entre el hábitat y las especies de anuros es importante, porque estas últimas son influenciadas directa o indirectamente, por el grado de alteración o manipulación de las áreas que ocupan y el comportamiento asociado de diversos elementos micro climáticos, lo cual las convierte, por consiguiente, en indicadores de la salud ambiental de los ecosistemas (Blaustein y Wake 1995).

Es decir, que, de acuerdo con el tipo de vegetación, las condiciones físicas y el grado de perturbación de los hábitats podrían encontrarse variaciones en los atributos y la estructura de las comunidades de anuros, dando lugar a nuevos descubrimientos y estudios taxonómicos, motivando investigaciones

como la presente, que tiene por objetivo, identificar la diversidad de anuros presentes en el municipio de Sucre-Cauca, suroccidente de Colombia, evaluando la diversidad alfa y beta de los anuros, generando un listado de especies y descripción de algunas características ecológicas asociadas a las coberturas vegetales, empleando el índice de similitud de Jaccard, que proporcionará información valiosa sobre la heterogeneidad de la biodiversidad dentro de la zona de estudio, permitiendo comprender cómo las diferentes coberturas vegetales pueden albergar distintas comunidades de especies y así poder determinar la presencia de anuros en la región estudiada.

Por otra parte, el Municipio de Sucre, zona que pertenece a la región Andina, que tampoco es ajena a los conflictos socio-políticos del departamento, por lo que se ha convertido en un área de difícil acceso generando dificultades para cualquier investigación, debido también por ser un área geográfica estratégica del Macizo Colombiano, y un perfecto corredor para grupos insurgentes y sustancias ilícitas, que generan conflictos internos en la comunidad Sucreña (Plan de Desarrollo Municipio de Sucre Cauca, 2016 -2019).

Es necesario destacar que también en el municipio se han desarrollado procesos de alteración y transformación de los bosques naturales por actividades antrópicas, como consecuencia de la contaminación hídrica debido a vertimientos por ganadería extensiva, explotación minera y uso de metales pesados, sumado a las prácticas inadecuadas del uso del suelo a causa de talas y quemas para el desarrollo y expansión de la frontera agrícola, asociado principalmente a cultivos de café, plátano, caña panelera, frutales y cultivo de coca (Plan de Desarrollo Municipio de Sucre Cauca, 2016 -2019),

incrementando la pérdida y fragmentación del hábitat para diferentes especies, como es el caso de los anfibios, que presentan una alta vulnerabilidad y baja tolerancia frente a las perturbaciones ambientales debido a sus características ecológicas, fisiológicas y etológicas (García et al, 2005).

Según lo planteado anteriormente, es necesario abordar esta problemática desde la perspectiva ecológica, con el fin de conocer el estado actual de los anuros en el municipio de Sucre (Cauca), en diferentes coberturas vegetales asociadas a las transformaciones de los ecosistemas, por ello se ha formulado la siguiente pregunta de investigación:

Se hace necesario, entonces, conocer la composición de especies, de anuros en la zona, por ser uno de los grupos más vulnerables, siendo sensibles a variaciones ambientales e impactos en los ecosistemas, por lo tanto, son organismos bioindicadores (Blanco et al., 2018).

Así mismo, diversos estudios, incluyen la relación entre anuros y el hábitat, enfocadas en la distribución y la estructura de las comunidades en zonas con diferentes estados sucesionales (Rincón y Castro 1998), e investigaciones que relacionan la importancia de variables del hábitat en la organización de comunidades animales como insectos, aves, anfibios y lagartos, entre otros, evaluando las variables físicas y vegetales que probablemente determinen la selección del hábitat por este tipo de fauna (Urbina y Londoño 2003, García et al., 2005).

Por lo tanto, determinar la presencia de anuros en una localidad, como se propone en esta investigación (Sucre-Cauca, suroccidente de Colombia), es de gran interés, debido a que, estos organismos cumplen funciones en cada uno de los ecosistemas, dado que son controladores biológicos, promueven el flujo de materia y energía a través de sus cadenas tróficas como depredadores y presas, de igual manera, los anfibios al ser uno de los grupos más vulnerables del país, son sensibles a variaciones ambientales e

impactos en los ecosistemas, por lo tanto, son organismos bioindicadores (Blanco et al., 2018).

En este contexto, organismos como los anfibios presentes en el área de estudio, proporcionan una importante información, en torno a los patrones de distribución, abundancia y la diversidad de las especies, además de conocer las relaciones e interacciones en su hábitat para la formulación de futuras acciones de conservación (Suárez, 2012). También brindar datos necesarios que permiten inferir si las especies estudiadas, están amenazadas o son de rangos restringidos.

Fue así, como se buscó evaluar la diversidad alfa y beta de los anuros, generando un listado de especies y descripción de algunas características ecológicas asociadas a las coberturas vegetales, empleando el índice de similitud. Este estudio, no solo proporcionará una línea de base para futuras investigaciones y programas de conservación, también ayudará a definir una cobertura de mayor importancia para realizar manejos enfocados en la conservación.

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de Sucre se encuentra ubicado en el departamento del Cauca, al suroccidente de Colombia, en el flanco occidental de la Cordillera Central, en la parte alta de la cuenca del río Patía, zona que pertenece a la región Andina.

La zona de estudio está inmersa en el Macizo Colombiano, específicamente sobre las depresiones formadas por las vertientes de la quebrada los Huevos y el río Mazamorras, a una altitud promedio de 1140 m.s.n.m., una temperatura de 26 °C y una precipitación acumulada media anual entre los 1600-2000 mm.

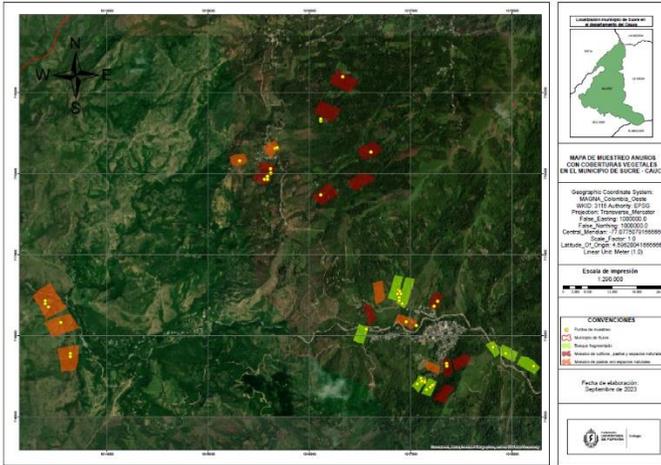


Figura 1. Ubicación de los polígonos de muestreo
 Fuente: Elaboración propia.

La ubicación de los polígonos se realiza en el municipio de Sucre, Cauca, señalando el área de estudio. Son los polígonos de muestreo y puntos de georreferenciación de los individuos registrados (algunos puntos se encuentran superpuestos debido a la escala del mapa). Los polígonos retirados de la cabecera municipal corresponden a veredas pertenecientes al municipio conocidas como vereda La Ceja y El Retiro.

Esta área se caracteriza por presentar ecosistemas como el Bosque seco con temperaturas superiores a los 24°C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Ministerio del Medio Ambiente, 2014) y bosque subandino, (entre los 1000 y 2400 m.s.n.m), en constante transformación, debido a disturbios originados por el hombre en el ecosistema (Van Der Hammen y Hooghiemstra 2001).

En cuanto a la metodología utilizada en esta investigación, para la caracterización de las especies de anuros entre coberturas vegetales en la zona de investigación del municipio de Sucre Cauca, se toma como modelo la metodología de Corine Land Cover (CLC), que permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, a partir de la interpretación visual de imágenes

de satélite de resolución media para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas. (IDEAM 2010).

Metodológicamente, se realizó un análisis de coberturas a partir de imágenes satelitales en un polígono asociado al centro poblado de Sucre. Seguidamente se reseñan las tres coberturas muestreadas, de acuerdo a la metodología de Corine Land Cover (CLC) donde se describe mínimamente la caracterización de cada una de ellas.

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (MCPEN): Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. Los espacios naturales se conforman por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas. (Catellanos,2010).

Mosaico de pastos con espacios naturales (MPEN): Está constituida por superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. Debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. (Catellanos,2010).

Bosque fragmentado (BF): Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición. Los bosques fragmentados tienden a presentarse en zonas de colonización, cerca de las áreas donde aún se conserva la matriz de bosque natural. (Catellanos, 2010).

Metodología

Entre julio y septiembre del 2022, se realizaron tres (3) salidas de campo, las dos primeras salidas tuvieron una duración de 6 días de muestreo con una

intensidad de 2 días de muestreo por cada cobertura (horas/ hombre).

En la tercera salida, solo se logró muestrear dos días, debido al orden público que se presentó en la región. Se muestreo una sola cobertura. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (MCPEN).

En cada salida de campo se muestrearon los tres tipos de cobertura seleccionados para este estudio implementando la Técnica por Encuentro Visual (VES) (Aguilar & Ramírez, 2015) que consiste en realizar recorridos diurnos y nocturnos contemplando los factores de tiempo, espacio y número de observadores, con la finalidad de generar el mayor número de encuentros visuales con captura manual, de igual manera, se realizó la descripción de microhábitat para cada uno de los individuos capturados cómo sustrato, posición vertical, distancia a cuerpos de agua, altitud, temperatura y humedad relativa (Heyer, 1994),

Se llevaron a cabo recorridos diurnos y nocturnos en las diferentes coberturas. Los recorridos diurnos se realizaron entre las 6:00 am y 10:00 am, mientras que los recorridos nocturnos se realizaron entre las 18:00 y 22:00, a finales e inicio de cada mes teniendo en cuenta el estado de la luna (entre luna nueva y creciente).

Se realizaron capturas manuales para cada uno de los individuos observados en campo, el 90% de dichos individuos fueron liberados en el mismo sitio de captura, mientras que, el 10%, fueron recolectados, eutanaziados con Roncaina, fijados en formol al 10%, y finalmente preservados en alcohol al 70%.

Además, se hizo un registro para cada ejemplar contemplando, fecha y hora, registros fotográficos (vista dorsal, ventral y lateral) y su respectiva georreferenciación.

La determinación taxonómica se llevó a cabo mediante la comparación de listados de especies de anfibios de la región Valle del Cauca, Nariño y

Cauca, de ecosistemas similares y descripciones originales de las especies.

Además, se tomó en cuenta los registros de referencia en línea de American Museum of Natural History, New York, USA (Frost, 2020) y la base de datos de la colección del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2021).



Figura 2: Tipos de área muestreados en el Municipio de Sucre, Departamento del Cauca, Colombia.

Tras la identificación de los diferentes individuos, se obtuvo un listado de especies del área de estudio y se determinaron las abundancias entre las coberturas MCPEN, MPEN y BF, y, se analizaron los índices de diversidad de Simpson 1-D, Shannon-H y Equitatividad-J. Posteriormente se realizó una comparación entre las coberturas usando el programa estadístico Past.

Por otra parte, con el objetivo de evaluar la representatividad de los muestreos, se realizó una curva de acumulación de especies con Estimates 9.1, donde se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 1 y Chao 2, cuya unidad de muestreo empleada fue por día, lo que indica un promedio de 8 horas de muestreo efectivo. Se realizó el muestreo por cada cobertura.

El análisis del promedio de la abundancia de cada una de las especies en las diferentes coberturas se realizó en el programa estadístico Excel, determinando así la diversidad alfa, permitiendo así, medir el número de especies por unidad de muestreo (UM) contemplando el número de individuos por especies, manejando un rango de 0.5 a 5 en donde mayor a 3 indica una alta diversidad y menor a 2 baja diversidad.

Los resultados se obtuvieron mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Índice de Simpson

$$1-D = 1 - \sum p_i^2$$

Dónde: p_i , es la abundancia proporcional de la especie (Salmerón et al., 2017)

Índice de Shannon

$$H = -\sum p_i \cdot \ln(p_i)$$

$$p_i = n_i/N$$

Dónde p_i es la proporción de individuos de la especie i , n_i el número de individuos de la especie i y N la abundancia total de las especies. (Soler et al., 2012).

Equitativita

$$J' = H'/H'_{Max}$$

Dónde $H'_{max} = \ln(S)$, H' es índice de Shannon. (Valdez et al., 2018). La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima

Para comparar la composición de especies entre hábitats, se empleó el Índice de Similitud de Jaccard, que indica la semejanza de dos muestras, con relación a las especies presentes en ambas muestras, es decir, las especies compartidas en dos sitios diferentes dentro de la misma área de estudio, siendo calculado en Estimates 9.1, y posteriormente se utilizó PAST para graficar el dendograma.

Este índice maneja un intervalo que va de 0 a 1, si el valor es 0 no hay especies compartidas entre ambos sitios, mientras que, si el valor es 1, señala una misma

composición de especies entre sitios. (Moreno, 2001). Se expresa de la siguiente manera:

$$ISJ = [c / (a+b+c)]100,$$

Dónde ISJ = Índice de Semejanza de Jaccard, a = número de especies exclusivas de la comunidad A, b = número de especies exclusivas de la comunidad B, y c = número de especies comunes para ambas comunidades.

$$IJ: c/a+b-c$$

Dónde:

a: Número de especies presentes en un sitio A.

b: Número de especies presentes en un sitio B.

c: Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Finalmente se empleó Estimates 9.1 para la elaboración de la curva de acumulación de las especies; esta representa las nuevas especies que han sido registradas según el esfuerzo de muestreo. (Jiménez y Hortal, 2005). Para este análisis se tuvo en cuenta estimadores no paramétricos como Chao 1³ y Chao 2⁴.

Resultados

Durante la fase de muestreo se registraron un total de 87 individuos, los cuales corresponden a 4 especies de anuros pertenecientes a cuatro familias: *Bufo*idae, *Dendrobata*idae, *Hyla*idae y *Strabomanta*idae (Tabla 1) las cuales según la IUCN se encuentran en preocupación menor (LC). Cabe resaltar, las especies identificadas no habían sido registradas hasta el momento para el área de estudio (Acosta, 2023).

El esfuerzo de muestreo empleado para las coberturas MCPEN fue de 48 horas/ hombre. Mientras que para las coberturas MPEN Y BF el esfuerzo de muestreo fue de 32 horas/ hombre por

³ Chao 1: Estimador basado en la abundancia de los individuos que pertenecen a una unidad de muestra, es decir, especies de las cuales solo se ha registrado 1 individuo (Singletons) o exactamente 2 individuos (Doubletons).
 $Sest = Sobs + ((F22G+1) - (FG2(G+1)2))$

⁴ Chao 2, es un estimador basado en la presencia y ausencia de datos de individuos de una especie, es decir, cuantas veces se ha registrado la misma especie. $Sest = Sobs + ((L22M+1) - (LM2(M+1)2))$

cobertura cumpliendo así un total de 112 horas/hombre.

Teniendo en cuenta como referencia el nivel 3 de la metodología de Corine Landcover, que corresponden a Territorios Agrícolas, Bosques y Áreas seminaturales, con rango altitudinal entre 1.000 y 1250 msnm, se evidenciaron algunas características antrópicas y componentes propios (quebradas y humedales) que intervienen en la composición de las coberturas.

Descripción de las coberturas en campo:

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (MCPEN): En esta cobertura se encontraron 32 individuos pertenecientes a las especies *Leucostethus* aff. *fraterdanieli* y *Pristimantis achatinus*. No se encontraron individuos pertenecientes a la especie *Rhinella horribilis* (Tabla 1). Esta cobertura, se caracteriza por la presencia de cultivos de café, plátano, limón y plantaciones de cultivos ilícitos, además poseen especies vegetales propias del ecosistema brindando un área heterogénea entre cultivos, especies arbóreas y herbáceas.

Mosaico de pastos con espacios naturales (MPEN): En esta cobertura se encontraron 8 individuos pertenecientes a la especie *Leucostethus* aff. *fraterdanieli* y 6 individuos de las especies *Pristimantis achatinus* y *Rhinella horribilis*, y un individuo perteneciente al género *Scinax* sp. (Tabla 1). Esta cobertura, comprende grandes extensiones de pastizales, tiene un alto nivel de intervención antrópico, debido a factores productivos para el uso de ganadería, por tal razón, no se evidencia el desarrollo prolongado de especies herbáceas. Así mismo, los espacios naturales sobre la cobertura, se agrupan en pequeños parches de vegetación arbustiva con baja densidad.

Bosque fragmentado (BF): En esta cobertura se encontraron 26 individuos pertenecientes a la especie *Leucostethus* aff. *fraterdanieli*, 5 individuos de la

especie *Pristimantis achatinus* y 3 individuos para la especie *Rhinella horribilis* (Tabla 1). Cuenta con áreas reducidas de bosque secundario, que en su mayoría son especies herbáceas que favorecen la humedad de la zona; además, actúa como área de transición entre pastizales y cultivos.

Estas áreas cuentan con fuentes hídricas de bajo caudal, sin embargo, de estas se extrae agua para uso doméstico e incluso se emplean como punto de salida de aguas residuales lo que determina el mal estado y alto nivel de contaminación de la cobertura. Del mismo modo, al ser áreas de transición, se encontraron residuos de productos agroquímicos alrededor de toda la zona incluyendo las quebradas. En el área de muestreo la cobertura que presentó una mayor riqueza de especies es MPEN con un total de 4 especies, *Rhinella horribilis*, *Leucostethus* aff. *fraterdanieli*, *Pristimantis achatinus* y *Scinax* sp., de igual manera, el área de las coberturas BF Y MCPEN presentaron una riqueza similar (Tabla 2). Cabe resaltar que las tres coberturas muestreadas, se localizan cerca de diferentes fuentes hídricas, específicamente quebradas y humedales, y, durante la temporada de baja pluviosidad tienden a desaparecer o disminuir su caudal.

Tabla 1. Especies de anuros registradas en el Municipio de Sucre, Cauca, Colombia.

Especies	Coberturas			Total
	BF	MCPEN	MPEN	
<i>Rhinella horribilis</i>	3	0	6	9
<i>Leucostethus</i> aff. <i>fraterdanieli</i>	26	16	8	50
<i>Pristimantis achatinus</i>	5	16	6	27
<i>Scinax</i> sp.	0	0	1	1
Total	34	32	21	87

Fuente. Elaboración propia.

Por otra parte, el área BF y MCPEN presentaron una abundancia similar debido al número de *Leucostethus* y *Pristimantis* registradas con un total de 34 individuos para BF y 32 individuos para

MCPEN, mientras que, MPEN presento una menor abundancia con un total de 21 individuos registrados (Tabla 2.).

Tabla 2. Índices de diversidad Alfa el Municipio de Sucre, Cauca, Colombia.

Índices de diversidad	BF	MCPEN	MPEN	Total
Riqueza	3	2	4	4
Abundancia	34	32	21	87
Simpson_1-D	0,3858	0,5	0,6893	0,5626
Shannon_H	0,7013	0,6931	1,228	0,9675
Equitability_J	0,6383	1	0.8872	0,6979

Fuente: elaboración propia.

Con relación al índice de dominancia (Simpson 1-D) el sitio con mayor dominancia es MPEN seguido de MCPEN y BF respectivamente. Por otra parte, con relación al índice de diversidad, la cobertura MPEN fue el sitio con mayor diversidad, seguido de BF y finalmente MCPEN, sin embargo, los resultados infieren a una baja diversidad (Tabla 2).

Finalmente, el índice de equitatividad J indica que el sitio MCPEN, presenta una mayor uniformidad mientras que BF presenta una mayor ausencia de uniformidad entre las coberturas y MPEN es ligeramente uniforme (Tabla 2)

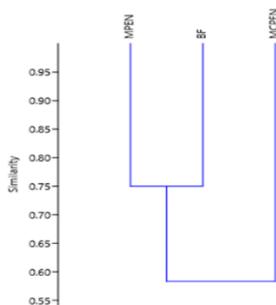


Figura 3. Clúster del índice de Jaccard en el Municipio de Sucre, Cauca, Colombia.

Fuente: elaboración propia.

Con relación al recambio de especies entre los sitios de muestreo indica que las coberturas MPEN Y BF son similares en un 75% aproximadamente con relación a la composición y abundancia de especies

compartiendo las especies *Rhinella horribilis*, *Leucosthethus* aff. *fraterdanielli* y *Pristimantis achatinus*, mientras que, MCPEN presenta un 55% de similitud con las otras dos coberturas compartiendo las especies *L.* aff. *fraterdanielli* y *P. achatinus* (Figura 3).

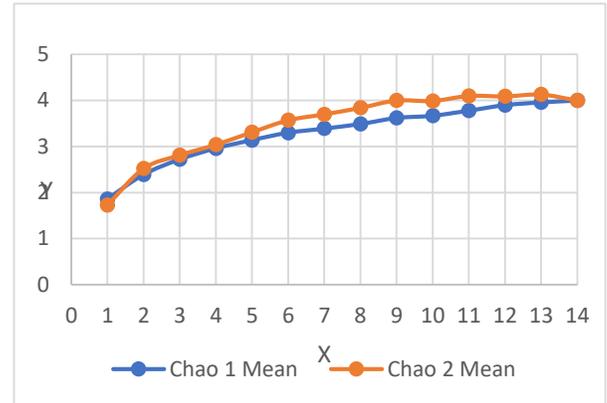


Figura 4. Curva de acumulación de especies (S) en el Municipio de Sucre, Cauca, Colombia. En el eje x se encuentra el esfuerzo de muestreo (unidad muestreo días). En el eje y se representa el número de especies registradas con relación a la unidad de muestreo. La curva se comporta en función al estimador no paramétrico Chao 1 y Chao 2.

Fuente: elaboración propia.

Por último, la curva de acumulación de especie en el monitoreo muestra un decrecimiento a medida que aumenta el esfuerzo de muestreo (días) para el estimador no paramétrico Chao 1, lo que indica, un posible hallazgo en su totalidad de las especies en la zona a medida que aumentan el esfuerzo de muestreo (días) (Figura 4).

Discusión de resultados

Según el análisis estadístico obtenido en las coberturas de muestreo, los resultados fueron relativamente bajos. Aunque, hubo una diferencia notoria entre coberturas, la cobertura MPEN presento una mayor riqueza (4 especies) esto se podría atribuir a las características fisiológicas de las diferentes especies encontradas como la familia *Bufonidae* y *Dendrobatidae* las cuales prefieren áreas abiertas que faciliten su dispersión y bosques tropicales semiarbóreos respectivamente (Novoa et.,

2018) consecuentemente la cobertura MPEN al ser áreas intervenidas pueden generar microhábitats y ambientes propicios para el desarrollo de especies como para el género *Leucostethus*, del mismo modo, teniendo en cuenta que esta cobertura se encuentra entre pastizales y áreas naturales presenta un ecotono mediante parches de bosque que brindan un ambiente propicio para las especies arbóreas, como es el caso de la especie *Scinax* sp. encontrada en la cobertura.

Esto concuerda según lo planteado por Román (2016), donde se esperaría una mayor riqueza de especies en cobertura de bosque, sin embargo, se evidencio mayor presencia de especies en área intervenidas antrópicamente, debido a la presencia de microhábitats variados y la heterogeneidad de las coberturas.

Por otro lado, los resultados obtenidos en esta investigación no coinciden con lo expuesto por Duarte (2018), cuyos análisis estadísticos reportaron una mayor riqueza en la cobertura de bosque, área que cuenta con hábitats naturales bien conservados a diferencia del área de estudio en que se realizó esta investigación, dado que la cobertura de bosque se encontraba altamente perturbado por acción antrópica, donde se logró evidenciar a contaminación por residuos de productos agroquímicos, salidas de aguas domesticas residuales sobre las fuentes hídricas cercanas y vías de acceso hacia otras veredas.

Del mismo modo, la cobertura con una mayor dominancia sigue siendo MPEN, dado que, esta cobertura se encuentra entre parches de bosques, presentando una mayor complejidad por sus condiciones debido a su estructura heterogénea lo que favorece una mayor disponibilidad de microhábitat (Román, 2016), por consiguiente, un mayor aprovechamiento de recursos, esto relaciona lo expuesto por Acuña (2002), quien plantea una relación inversamente proporcional entre diversidad y dominancia entre sí, esto se refleja en los resultados

obtenidos en este estudio, sobre las coberturas BF Y MCPEN, donde la diversidad fue mayor en BF mientras que la dominancia en esta cobertura (BF) fue menor, esto podría atribuirse a la heterogeneidad del hábitat. Por otra parte, si relacionamos las características de la cobertura vegetal (MPEN) a los resultados obtenido al índice de dominancia, es posible afirmar que dichas características vegetales intervienen en los resultados, dado que comprenden arbustos de baja densidad, material en descomposición y la alta dispersión de parches boscosos con vaga vegetación lo que facilito los encuentros visuales con las diferentes especies generalistas halladas en las coberturas (Contreras y León, 2023).

Dada las características de BF, se esperaría que este presentara una mayor diversidad, sin embargo, los resultados indican que el sitio más diverso fue MPEN esto concuerda con los resultados obtenidos por Arévalo (2015) en donde se registró una mayor diversidad de especies en áreas de pastizales puesto que al ser un área abierta con vegetación herbácea y arbustiva generan zonas de transición las cuales favorecen la presencia de micro fauna, alimento, refugio, y rutas de escape, es decir, al ser una área de transición entre áreas naturales y áreas intervenidas genera un ambiente heterogéneo que permiten el desarrollo de especies generalistas limitando la coexistencia de algunas especies de anuros especialistas., esto lo corrobora Torres (2016) quien hace referencia a la disminución de poblaciones de anfibios sensibles a cambios en el ambiente tras la perdida y fragmentación del hábitat como consecuencia de cambios fisicoquímicos en el ambiente por actividades humanas como agricultura, ganadería y expansión urbana generado por la contaminación de sedimentos, residuos orgánico e inorgánicos, agroquímicos, afectando directamente los suelos, la cobertura boscosa y la composición química de las fuentes hídricas cercanas, disminuyendo la disponibilidad de microhábitats para las especies de anuros especialistas los cuales

requieren de una dieta y hábitat específico, por ende, esto puede haber ocasionado la baja riqueza de especies de anuros en la cobertura de bosque fragmentado, permitiendo el aumento y libre desarrollo de poblaciones de algunas especies generalistas que son tolerantes a alteraciones ambientales como son los géneros *Leucostethus*, *Pristimantis* y *Rhinella* (Cáceres y Urbina 2009; Bedoya et al., 2022). Por otra parte, cabe resaltar que las áreas han sido fuertemente intervenidas por actividades antrópicas infiriendo en la baja diversidad obtenida en el área de estudio, esto lo corrobora (Flynn et al., 2009) quienes relacionan la baja diversidad con el uso inapropiado y desmesurado de la tierra con fines agropecuarios que generan daños irreversibles sobre los ecosistemas aledaños.

Se encontró que la especie *Leucostethus* aff. *fraterdanielli*, presentó una mayor dominancia en las coberturas BF Y MPEN mientras que, para la cobertura MCPEN las especies *L.* aff. *fraterdanielli* y *Pristimantis achatinus* son igualmente dominantes lo que indica una uniformidad (Equitatividad $J= 1$) (≥ 1) en esta cobertura, esto se puede atribuir a que ambas especies son tolerantes a ambientes intervenidos, lo cual indica el grado de alteración del área muestreada puesto que, son especies capaces de acondicionarse en áreas perturbadas (Neira y Quezada, 2016; Guevara et al., 2017)

En el análisis de similitud, demostró un total de dos conglomerados. El primer conglomerado presenta un nivel de similitud del 75% aproximadamente correspondiente a las coberturas BF y MPEN, teniendo en cuenta que la cobertura de BF es una área intervenida y MPEN ofrece diferente microhábitats debido a actividades antropogénicas, es posible que las especies de áreas boscosas sean sustituidas por especies generalistas tolerantes a modificaciones en su entorno, infiriendo en el número de especies compartidas como se evidencia en este estudio, esto

explicaría en nivel de similitud entre las coberturas (Duarte et al., 2018).

El segundo conglomerado indica una similitud entre el 55% y el 60% en relación a la cobertura MCPEN y el primer conglomerado (BF Y MPEN) esto podría explicarse a través de adaptabilidad y estacionalidad de las especies de anuros en las diferentes coberturas indicando una coexistencia de especies en diferentes hábitats como resultado de la disponibilidad de recursos, reproducción, y factores fisicoquímicos del ambiente (Escarraga y Camacho 2019).

De acuerdo al análisis de la curva de acumulación de especies, se observa un incremento en el comportamiento de la curva hasta el día 11, de tal forma que a medida que aumentó el esfuerzo de muestreo (días) aumentó el número de especies encontrada en el área de estudio, sin embargo, a partir del día 12 se observa un decrecimiento en el comportamiento de la curva del estimador no paramétrico Chao 1, puesto que, es posible que se haya encontrado la totalidad de las especies de la zona, la intensidad de muestreo no fue proporcional en todas las coberturas y no permito la formación de la asíntota, lo cual, indica incrementar la intensidad de muestreo para obtener nuevos registros de especies en la zona (Núñez et al., 2022) (Jiménez y Hortal, 2003).

Conclusiones

Este estudio a pesar de registrar baja diversidad, permitió conocer algunas de las especies que habitan en el Municipio de Sucre, área que hasta el momento no presentaba ningún registro de anuros. Fue posible evidenciar el alto grado de perturbación en el área y sus alrededores, lo cual, infiere en los análisis estadísticos con relación a los géneros de anuros encontrados en el área.

Según lo expuesto en el documento se evidenció una diversidad relativamente baja como consecuencia de las diferentes actividades antrópicas como

producción agropecuaria y contaminación por residuos domésticos, lo que pudo haber generado el desplazamiento de especies sensibles a cambios en el ambiente dando lugar a la presencia de especies generalistas.

La estructura y composición de las especies de anuros presentes en los tres tipos de coberturas estudiadas, comparten las mismas especies de *Leucosthetus* aff. *fraterdanielli* y *Pristimantis achatinus*, dado que son especies generalistas y tolerantes a cambios en el ambiente.

Por otra parte, se esperaría que la cobertura con mayor número de especies, fuese bosque fragmentado dado su estado de conservación, sin embargo, se encontró mayor número de registros sobre la cobertura de mosaico de pastos con especies naturales, que se podría atribuir al impacto negativo por actividades antrópicas sobre la cobertura de bosque fragmentado y el registro de las especies generalistas de *Pristimantis achatinus* y *Leucosthetus* aff. *fraterdanielli* con un amplio rango de distribución y adaptabilidad a ecosistemas intervenidos.

Recomendaciones

Dado los resultados obtenidos y contemplando el corto periodo de muestreo en este estudio, se sugiere incrementar la intensidad de muestreo, llevando a cabo periodos más extensos de búsqueda de anuros en la zona.

Para futuras investigación se recomienda situar el área de muestreo fuera de la cabecera municipal en zonas con menor grado de intervención antrópica, con el fin de ampliar el listado de especies de anuros registrados hasta el momento y abarcar coberturas que no fueron posible muestrear.

Se recomienda incluir metodologías combinadas en donde se permita muestrear tanto el estrato herbáceo

como el dosel del área de estudio, con el propósito de obtener registros de especies arbóreas en el área.

Esta investigación al ser una línea base de conocimiento es importante realizar futuras investigaciones similares, con el fin de comparar los resultados de estos con los obtenidos en este estudio.

Referencias bibliográficas

Acosta Galvis, A. R. (2023). Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.13.2023 (Fecha de acceso). Pag web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

Acuña, Pedraza L., N.2002. Caracterización ecológica de una comunidad de anuros del pie de Monte Llanero, Municipio de Curcumal, Departamento del Meta. Pontifica Universidad Javeriana. Colombia.

Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds).2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.

Arévalo Ariza Y.2015.Descripcion cualitativa y aproximación bibliográfica del impacto antrópico generado a las preferencias de microhábitat de un ensamblaje de anuros en tres hábitats del Jardín Botánico de Villavicencio (Meta), durante el periodo de lluvias. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Especialización en planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales. Bogotá D.C.

Bedoya López P., Cardona E., Urbina J., Edwards F., y Edwards D. 2022. Impacts of pastures and forestry plantations on herpetofauna: A global meta-analysis.

Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia; 2Grupo de Ecología y Diversidad de Anfibios y Reptiles, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Blanco-Torres A., Baruffol M., Acosta-Galvis A., Núñez Otaño N. 2018. Rasgos funcionales de anfibios de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias. Bogotá, D. C. Colombia.

Blaustein, A. Wake D. 1995, Declive en las poblaciones de anfibios. *Investigacion y ciencia* 225:8-13.

Cáceres Andrade S, P., Urbina Cardona J. 2009. Ensamblaje de Anuros de sistemas productivos y bosques en el Piedemonte Llanero, Departamento del Meta, Colombia. Conservation International, Colombia. Carrera 13 # 71-41, Bogotá D.C., Colombia.

Catellanos Quiroz Henry Omar Augusto.2010. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Instituto Geográfico de Colombia IGAC. https://www.researchgate.net/publication/303960063_LEYENDA_NACIONAL_DE_COBERTURAS_DE_LA_TIERRA_METODOLOGIA_CORINE_LAND_COVER_ADAPTADA_PARA_COLOMBIA_ESCALA_1100000

Contreras Jiménez J., León Ortega A, 2023. Diversidad taxonómica y funcional de anuros en un Bosque seco Tropical en la zona rural de Montería, Córdoba. Grupo de investigación BIODIVERSIDAD, Departamento de Biología, Universidad de Córdoba, Montería-Córdoba

Duarte Marin S., Gonzales Acosta C., Vargas Salinas F.2018. Estructura y composición de ensamblajes de anfibios en tres tipos de hábitat en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, Cordillera central de Colombia. Grupo Evolución, Ecología y Conservación (EECO), Programa de Biología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia2 Grupo de Herpetología de la Universidad del Quindío (GHUQ), Programa de Biología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

Escarraga, A., Camacho J.2019. Composición de anuro-fauna asociada a la cuenca baja del rio Bojaba. Institución de investigación de la Orinoquia Colombiana. Orinoquia, vol.23, num.2. pp. 97-108.

Flynn, D. F. B., Gogol-Prokurat, M., Nogeire, T., Molinari, N., Richers, B. T., Lin, B. B. DeClerck, F. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology*

Frost, Darrel R. 2020. Especies de anfibios del mundo: una referencia en línea. Versión 6.1 (5 de julio 2021). Base de datos electrónica accesible en <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Museo Americano de Historia Natural, Nueva York, Estados Unidos. doi.org/10.5531/db.vz.000

García-R., Castro-H F., Cárdenas-H H.2005. Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector la Romela del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). Dpto. de Biología, Universidad del Valle.

Guevara-Molina, S. C., Benítez-Cubillos, L. & Londoño-Guarnizo, C. A.2017. *Colostethus fraterdanieli*. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia, 3(2), 14-19. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-53762021000100122

Heyer R. Donnely M. Foster M. Foster M. 1994. *Methods for Measuring and Monitoring Amphibians* Smithsonian Press. New York

IDEAM.2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p

Jiménez Valverde A., Hortal J.2003.Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios Biológicos. Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva (Entomología). Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). c/ José Gutiérrez Abascal, 2 28006 Madrid, España.

Jiménez Valverde A., Hortal J.2005. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva (Entomología). Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). c/ José Gutiérrez Abascal, 2 28006 Madrid, España.

Lynch, J.D., Arroyo, S.B. (2013) Riesgos Resultantes Del Cultivo De Coca (*Erythroxylum* Coca) Para La Fauna Anfibia Colombiana: Análisis Geográfico. Laboratorio de Anfibios, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 13 PP.

Ministerio del Medio ambiente. 2014.Bosque seco-tropical.
<https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas/bosque-seco-tropical/>

Moreno, C. E.2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Neira, K., D, Quezada A.B.2016. Estructura espacial de poblaciones de *Pristimantis achatinus* en bosque piemontano occidental de los Andes. Universidad del

Azaúy. Facultad de ciencias y tecnología Escuela de Biología, Ecología y Gestión. Cuenca, Ecuador.

Novoa, J.E., Leguizamón, & Morales-Puentes, (Coord.) 2018. La vida en un fragmento de bosque en las rocas: una muestra de la diversidad andina en Bolívar, Santander. Tunja: Editorial UPTC

Núñez K., Zarate Betzel G., Ortiz F., Mendoza M., Vera M. Weiler A. Dure M. 2022. Diversidad alfa, beta y gama de ensamblajes de los anuros y reptiles de humedales del Yopa, Paraguay, Neotropical Biodiversity, 8(1), 89-98, DO.

Plan de Desarrollo Municipio de Sucre,2016-2019. "Porque ahora somos más". Alcaldía Municipal. Archivo.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2021. Base de datos de la colección de anfibios del Museo de Zoología QCAZ. Versión 2021.0. Disponible en <<https://bioweb.bio/portal/>> Consulta: 31 de enero 2021.

Rincón, F. & F. Castro. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (*Anura: Leptodactylidae*) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. *Caldasia* 20: 193-202.

Román, C. Fernández S. Hernández M., Castañeda J., Gallo J., Bolívar W, Giraldo A.2016. Uso de microhábitat por anuros en un fragmento de bosque seco intervenido en el Magdalena medio, Guarinocito, Caldas. Universidad del Valle, Departamento de Biología. Cali, Colombia.

Ruiz, D.2003.Campesinos entre la selva, invasores de reservas. *Revista Tabula Rasa* N° 1. Bogotá, Colombia.

Salmerón López A., Geada López G., Fagilde Espinoza M. 2017. Propuesta de un índice de diversidad funcional, aplicación a un bosque semideciduo microfilo de Cuba Oriental.

Universidad de Pinar del Río, Centro de estudios Forestales. Santiago de Cuba, Cuba. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v38n3/art03.pdf>

Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia.

Soler P., Berroteran J., Gil J. y Acosta R. 2012. Índice de valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de llanos centrales de Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela.

Suarez, L. 2012. Anfibios y remanentes ribereños: Análisis de la diversidad funcional y de especies en un paisaje tropical de montaña en México. Xalapa, Veracruz, México .84pp.

Torres Torres S. 2016. Influencia de los cambios en variables ambientales, sobre el ensamblaje y condición corporal de anuros en tres cuerpos de agua en el Municipio de Santa María, Boyacá. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá, D.C. Colombia

Urbina, J. & M. Londoño. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la isla Gorgona, Pacífico colombiano. Revista Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 27: 105-113.

Valdez C., Guzmán M., Valdés A., Forougbakhch R., y Alvarado M., Rocha A. 2018. Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso pristino de Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Botánica. San Nicolas Garza, Nuevo León, Mexico. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401674

Van Der Hammen, T. y H. Hooghiemstra. 2001. Historia y paleoecología de los bosques montanos andinos neotropicales. Pp: 63-84. En: Kappelle, M. y A. D. Brown. (Eds.). Bosques Nublados del

