

Evaluación temporal de diversidad de aves, insectos y plantas en la IE Sucre Colón, Putumayo

Temporary assessment of birds, insects, and plants diversity in the Sucre Educational Institution, Colón, Putumayo

Mera, M. Y.¹; Gutierrez, D. C.²; Morales, J. V.³; Chicaiza, D. A.⁴; Apraez, J. J.⁵

¹**Tgo. Maycol Yeison Mera Conde. Estudiante.** Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Institución Universitaria del Putumayo. e-mail: mymerac22@itp.edu.co.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5642-6442>

²**M.Sc. Diana Carolina Gutierrez Silva. Docente.** Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Institución Universitaria del Putumayo. e-mail: diana.gutierrez@itp.edu.co.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5197-428X>

³**Tga. Jennyfer Vanessa Morales Agreda. Estudiante.** Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Institución Universitaria del Putumayo. e-mail: jennyfermorales2020@itp.edu.co.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7296-515X>

⁴**Esp. David Alexander Chicaiza Villota. Docente.** Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Institución Universitaria del Putumayo. e-mail: david.chicaiza@itp.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8238-8718>

⁵**Ph. D. Jose Julian Apraez Muñoz. Docente.** Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Institución Universitaria del Putumayo. e-mail: jiapraez@itp.edu.co.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7348-0912>

Institución Universitaria del Putumayo
Sede Sibundoy – Ampliación Colón. Putumayo Colombia.
Tel: 3138640604
E-mail: mymerac22@itp.edu.co

Recibido: 10/02/2026 / Aceptado: 15/06/2026

Resumen

La biodiversidad en ecosistemas andino amazónicos desempeña un papel importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico y de servicios ecosistémicos, sin embargo, está expuesta a presiones naturales de la variabilidad climática y las actividades antrópicas. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad alfa de aves, insectos y plantas en dos temporadas climáticas en la Granja Experimental de la Institución Educativa Sucre, ubicada en el municipio de Colón, Putumayo. Para este estudio se emplearon métodos de muestreo caracterizados por grupo taxonómico, incluyendo observación directa para aves, captura manual y redes entomológicas para insectos, y transectos para el registro de

la vegetación. Los datos obtenidos fueron analizados mediante los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson y Margalef, complementados con la prueba t de Hutcheson para determinar diferencias significativas entre temporadas. Los resultados revelaron estándares específicos de respuesta frente a la estacionalidad, mostrando una alta diversidad en insectos, estabilidad en la comunidad de aves y una disminución significativa en las plantas durante la temporada seca. Estos datos reflejan la influencia de las condiciones climáticas, especialmente en la disponibilidad hídrica, sobre la estructura y dinámica de las comunidades biológicas. Se determina que la biodiversidad en ecosistemas intervenidos responde de manera diversa a las variaciones climáticas, dependiendo de las características ecológicas de cada grupo taxonómico. En este sentido, el estudio forma una línea base relevante para el monitoreo ecológico y aporta información clave para la formulación de estrategias de conservación y manejo sostenible en la región.

Palabras clave: biodiversidad, índices ecológicos, riqueza específica, estacionalidad, comunidad biológica.

Abstract

Biodiversity in Andean-Amazonian ecosystems plays an important role in maintaining ecological balance and ecosystem services; however, it is exposed to pressures from climatic variability and anthropogenic activities. In this context, the present study aimed to evaluate the alpha diversity of birds, insects, and plants across two climatic seasons at the Experimental Farm of the Sucre Educational Institution, located in the municipality of Colón, Putumayo. For this study, sampling methods were applied according to each taxonomic group, including direct observation for birds, manual collection and entomological nets for insects, and transects for vegetation recording. The data obtained were analyzed using the Shannon–Wiener, Simpson, and Margalef diversity indices, complemented by Hutcheson’s t-test to determine significant differences between seasons. The results revealed specific response patterns to seasonality, showing high diversity in insects, stability in the bird community, and a significant decrease in plant diversity during the dry season. These findings reflect the influence of climatic conditions, particularly water availability, on the structure and dynamics of biological communities. It is concluded that biodiversity in disturbed ecosystems responds differently to climatic variations, depending on the ecological characteristics of each taxonomic group. In this sense, the study establishes a relevant baseline for ecological monitoring and provides key information for the development of conservation strategies and sustainable management in the region.

Keywords: biodiversity, ecological indices, species richness, seasonality, biological community.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es reconocida a nivel mundial como uno de los países más megadiversos del planeta, ocupando los primeros lugares en riqueza de especies animales y vegetales. Su ubicación

geográfica en la zona tropical, la amplia gama de pisos térmicos y la variedad de ecosistemas le confieren una extraordinaria heterogeneidad biológica y ecológica (Martínez y Chaparro, 2024). Esta riqueza natural constituye un patrimonio estratégico de importancia

global, ya que sustenta procesos ecológicos esenciales para la vida y contribuye de manera directa e indirecta al bienestar humano (Minciencias, 2023), bienestar que es brindado por los ecosistemas colombianos, quienes también proveen una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos, como la regulación climática, la polinización, el control biológico, la protección del suelo y el suministro de agua, todos fundamentales para la estabilidad ambiental y la mejora en la calidad de vida de las comunidades (Cancillería de Colombia, 2023).

Sin embargo, en las últimas décadas, los ecosistemas del país han sufrido una creciente presión antrópica derivada de actividades como la deforestación, la expansión agropecuaria, la minería, la contaminación y el cambio climático (Calderón et al., 2024). Estas presiones han generado una reducción en la cobertura vegetal, pérdida de hábitats y una disminución significativa en la diversidad biológica (Rubiano et al., 2026). Frente a este panorama, surge la necesidad de evaluar el estado actual de la biodiversidad en distintos territorios, con el fin de establecer líneas base de información que promuevan el desarrollo de estrategias de conservación y manejo sostenible.

En este contexto, la evaluación de la diversidad biológica constituye una herramienta fundamental dentro de la investigación ecológica, ya que permite analizar la estructura, composición y variación de las comunidades biológicas frente a cambios ambientales y temporales (Cano et al., 2023). Una de las formas más útiles para este propósito es el

análisis de la diversidad alfa, la cual hace referencia al número y proporción de especies presentes dentro de un ecosistema o hábitat determinado (Martínez, 2023). Asimismo, los índices de diversidad permiten cuantificar la riqueza y equitatividad de las especies, proporcionando información clave sobre la estabilidad ecológica, la dinámica comunitaria y el nivel de conservación de los ecosistemas (Cairo et al., 2026).

De acuerdo a lo anterior, el municipio de Colón, ubicado en el departamento del Putumayo, representa un escenario propicio para el estudio de la diversidad biológica debido a su localización en una zona de transición andino-amazónica, caracterizada por una gran riqueza de especies y una elevada sensibilidad ecológica (Nastul, 2023). Dentro de este territorio predominan actividades económicas como la agricultura y ganadería, la Granja Experimental de la Institución Educativa Sucre no está exenta de estas actividades, debido a ello, constituye un espacio de especial interés, pues combina características naturales y educativas que la convierten en un laboratorio vivo para la observación, el aprendizaje y la investigación ambiental. Su entorno diverso, donde confluyen especies de aves, insectos y plantas (Fernández et al., 2023).

De ese modo, el presente estudio parte de la premisa de que la evaluación temporal de la diversidad alfa de distintos grupos biológicos permite comprender la dinámica ecológica del ecosistema, las posibles variaciones en la composición de especies y los efectos de factores climáticos o antrópicos en su comportamiento. En particular, el estudio se centra en tres

grupos taxonómicos fundamentales: aves, insectos y plantas. Ya que las aves son bioindicadores del estado de conservación y calidad del hábitat, además, polinizan y dispersan semillas (Díaz et al., 2025); los insectos reflejan las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico al participar en procesos como la polinización y la descomposición (Collantes et al., 2023); y las plantas conforman la base estructural y energética del ecosistema, proporcionando alimento, refugio y soporte a otros organismos, además, de capturar grandes cantidades de CO₂ (Rahman y Basher, 2024). Por tanto, esta investigación tuvo como objetivo general evaluar en dos temporadas la diversidad alfa de aves, insectos y plantas en un ecosistema sometido a actividades de ganadería y agricultura de la Granja Experimental de la Institución Educativa Sucre, en el municipio de Colón, Putumayo, con el propósito de generar información de base que contribuya tanto al conocimiento científico local y regional.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El muestreo se desarrolló en la Granja Experimental de la Institución Educativa Sucre (I.E.S), situada en el municipio de Colón, Putumayo (figura 1), la cual se encuentra a una altitud aproximada de 2.100 msnm y donde se presenta una precipitación media anual de 1.744 mm. La granja cuenta con 11 ha destinadas a procesos pedagógicos y productivos a nivel agropecuario, esto la convierte en una zona de interés para la realización de estudios relacionados al cambio de diversidad por actividades antrópicas de la región, por ello, para esta investigación se delimitó 4.45 hectáreas representativas como unidad de muestreo para la evaluación estacional de aves, insectos y plantas.

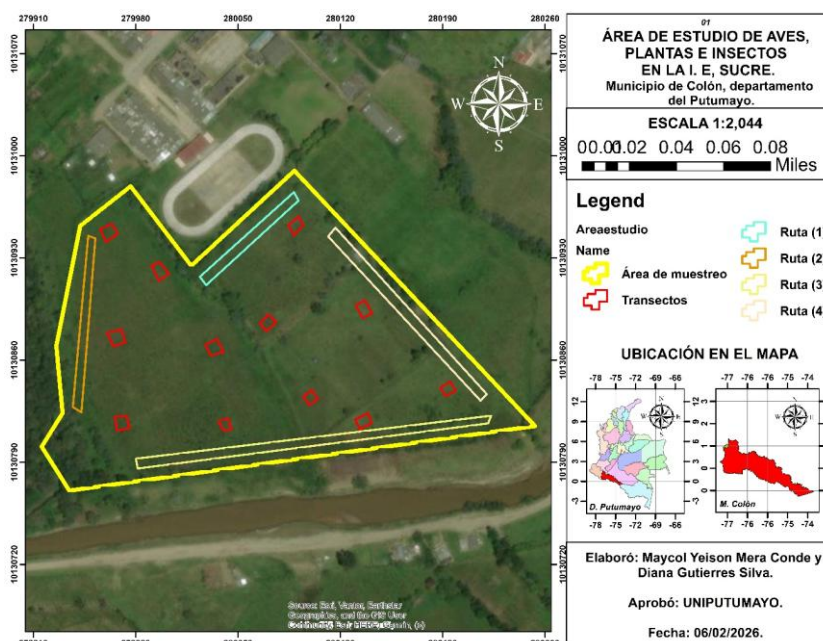


Figura 1. Mapa georreferencial del área de estudio. **Fuente.** (Autores, 2025)

2.2 Condiciones ambientales durante el estudio

Para la caracterización de las condiciones ambientales durante los periodos de muestreo, se consultaron datos oficiales de precipitación media mensual (mm) y temperatura media mensual (°C) correspondientes al año 2025 para el municipio de Colón, Putumayo. Esta información fue obtenida a partir de los registros del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2025). Los datos climáticos fueron utilizados para contextualizar los periodos de muestreo y establecer la relación entre la estacionalidad climática (temporada húmeda y seca) y los patrones de diversidad biológica observados en las comunidades de aves, insectos y plantas.

2.3 Métodos de muestreo en campo

El registro de la diversidad de especies se realizó en dos temporadas del año, donde la temporada húmeda corresponde a los meses de abril a mayo, y la seca correspondiente a los meses de octubre a noviembre. Teniendo en cuenta esto en la IES, se aplicaron métodos de muestreo diferenciados según el taxón, con el propósito de determinar la cantidad de especies de aves, insectos, arácnidos y plantas presentes en cada periodo. Para ello, se desarrolló lo siguiente:

2.3.1 Aves

Se ejecutaron procesos de observación directa y estructurada, la cual, consistió en la implementación de 4 rutas de avistamiento en las cuales, se realizó el avistamiento de aves con binoculares (Ralph et al., 1997). Para su respectiva

identificación se utilizaron guías de campo, cámara y libretas de registro de datos, a partir de ello, se identificaron las diferentes especies avistadas, mediante nombres comunes y científicos, comportamientos (cantos y alimentación), así como, su localización en el ecosistema, finalizando con el conteo y frecuencia de aparición de individuos.

2.3.2 Insectos y arácnidos

El muestreo se realizó de manera aleatoria en diferentes puntos del área de estudio, utilizando redes entomológicas y recolección manual (González, 2020). En campo, los ejemplares se dispusieron en frascos colectores que contenían algodón impregnado con alcohol etílico al 70 % para su preservación temporal. Posteriormente, se registraron los datos esenciales de cada muestra (sitio, coordenadas, colector e identificación preliminar), los cuales también fueron consignados en etiquetas para garantizar la trazabilidad del material biológico.

2.3.3 Plantas

El muestreo se realizó mediante el establecimiento de transectos aleatorios de 5 × 1 m, con un total de 12 repeticiones. En cada transecto se contabilizaron e identificaron las especies presentes, clasificándolas según su hábito de crecimiento en herbáceas, arbustivas y arbóreas. Las plantas con una altura menor a 40 cm se extrajeron completamente, incluyendo raíces, mientras que de los individuos de mayor tamaño se recolectaron únicamente ramas o tallos con hojas, flores o frutos representativos. Las muestras fueron prensadas en campo entre capas de

periódico y cartón, debidamente etiquetadas, y posteriormente colocadas bajo peso para conservar su forma y características morfológicas (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.4 Procedimiento en laboratorio

2.4.1 Insectos y arácnidos

La identificación taxonómica se llevó a cabo en el laboratorio de la Institución Universitaria del Putumayo, con apoyo de estereoscopio, claves taxonómicas y pinzas entomológicas. Los ejemplares fueron montados en alfileres según criterios morfológicos (tórax en abejas, escutelo en chinches, protórax en saltamontes, élitros en escarabajos, etc.), organizados en una colección entomológica y acompañados de etiquetas con información de captura e identificación (González, 2020).

2.4.2 Plantas

Tras el prensado, las muestras se secaron en horno Pasteur a 36 °C durante 48 horas. Posteriormente se fijaron sobre cartulina blanca con adhesivo, asegurando la preservación de estructuras principales para conformar el herbario institucional (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Los procedimientos realizados en campo y en laboratorio permitieron identificar adecuadamente las especies observadas y capturadas. Estas se determinaron usando claves taxonómicas especializadas, lo que aseguró la precisión en su clasificación. Este proceso es fundamental para estimar correctamente los índices de diversidad. La confiabilidad de estos índices depende directamente de

la exactitud en la identificación de las especies registradas (Pante et al., 2015).

2.5 Análisis estadístico

Los registros obtenidos de aves, insectos y plantas se organizaron en matrices de abundancia y riqueza por temporada climática. Posteriormente, se calcularon índices de diversidad alfa (Margalef, Shannon-Wiener y Simpson) para evaluar patrones de diversidad y recambio de especies (Martínez, 2023). Los resultados se compararon entre temporadas con el fin de identificar especies exclusivas o indicadoras en ecosistemas sometidos a actividades agropecuarias.

Los índices de diversidad calculados (Margalef, Shannon-Wiener y Simpson) se compararon entre estaciones climáticas para evaluar diferencias en la riqueza y equitatividad de las comunidades. La diversidad de Shannon-Wiener se contrastó mediante la prueba *t* de Hucheson, la cual permite determinar si las diferencias entre los valores de *H'* de dos comunidades son estadísticamente significativas (Magurran, 2004).

El procesamiento de datos y el cálculo de los índices se realizaron en los programas Python (Hammer, 2015) y Microsoft Excel, que permitieron obtener los valores de diversidad alfa y estimar la similitud entre estaciones a través de los coeficientes de Jaccard y Sorensen, representando el recambio de especies entre periodos de muestreo.

3. RESULTADOS

3.1 Condiciones ambientales durante el estudio

Para realizar el análisis y comparación de resultados es necesario mencionar las condiciones ambientales que se presentaron durante los periodos de muestreo, para ello, se analizaron datos oficiales de precipitación media mensual

(mm) y temperatura media mensual (°C) proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2025), correspondientes para el municipio de Colón, Putumayo (Figura 2).

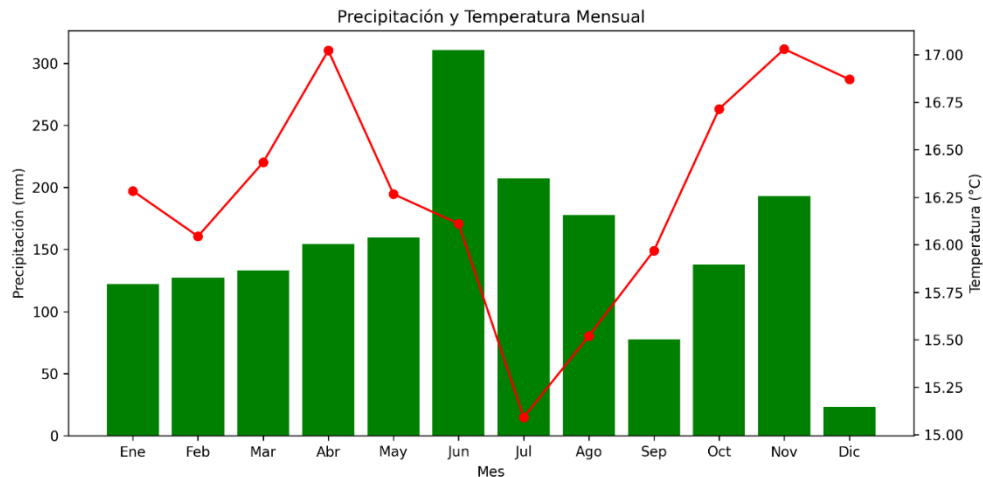


Figura 2. Variación de la precipitación y temperatura 2025. **Fuente.** (Datos: IDEAM, 2025).

Estos datos (figura 2) revelan un régimen de precipitación, característico de la zona andino-amazónica. Se observan dos periodos de lluvias pronunciadas: el primero entre los meses de abril y mayo (alcanzando un pico de 160 mm en mayo), y un segundo periodo, más intenso, en julio (con 310 mm). Las lluvias disminuyen considerablemente en septiembre (90 mm), marcando un periodo seco que se extiende hasta los meses de octubre (140 mm) y noviembre (195 mm), donde las precipitaciones comienzan a aumentar nuevamente. La temperatura media mensual se mantiene relativamente estable a lo largo del año, con un rango de variación entre 14.2 °C y 17.75 °C, característico de las condiciones térmicas de la media montaña tropical (Rangel, 2015). Con base en este comportamiento climático, los muestreos de la temporada

húmeda (abril-mayo) y temporada seca (octubre-noviembre) fueron estratégicamente seleccionados para capturar la respuesta de la biodiversidad ante estos contrastes ambientales.

3.2 Estructura y diversidad de las comunidades biológicas

Teniendo en cuenta la variación climática en los dos periodos de muestreo, se procedió a analizar los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon-Wiener (H') entre las comunidades biológicas evaluadas, resultados que se relacionan en la tabla 1 la cual presenta los valores de diversidad alfa, varianza, estadístico "t" de Hutchenson y la significancia estadística por cada clase taxonómica.

Tabla 1. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), varianza, t de Hutchenson y probabilidad asociada (p -value) para las clases biológicas.

Clase	H' E. Húmeda	H' E. Seca	Var. E. Húmeda	Var. E. Seca	t de Hutcheson	p -value
Arachnida	0.578	0.626	0.027	0.023	-0.215	0.830
Aves	2.188	2.192	0.005	0.005	-0.045	0.964
Diplopoda	-0.000	-0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
Insecta	2.579	2.721	0.006	0.002	-1.570	0.116
Liliopsida	-0.000	0.051	0.000	0.002	-1.219	0.223
Magnoliopsida	2.246	2.049	0.001	0.001	4.853	0.000
Malacostraca	-0.000	-0.000	NaN	0.000	NaN	NaN

Nota. En la tabla los valores “NaN” de la varianza obedecen a la baja representatividad de estos grupos en los muestreos, lo que impidió el cálculo de la prueba “ t ” de Hutchenson. Los valores de $H' = -0.0000$ indican diversidad nula o marginal. **Fuente.** (Autores, 2025)

Estos resultados se complementan con los índices de Simpson y Margalef (Figura 3), los cuales ofrecen una visión más amplia de la estructura de la comunidad, incluyendo la dominancia (Simpson) y la riqueza de especies (Margalef). A

continuación, se describen e interpretan los patrones de diversidad para cada grupo taxonómico, considerando las variaciones climáticas entre la temporada húmeda y seca.

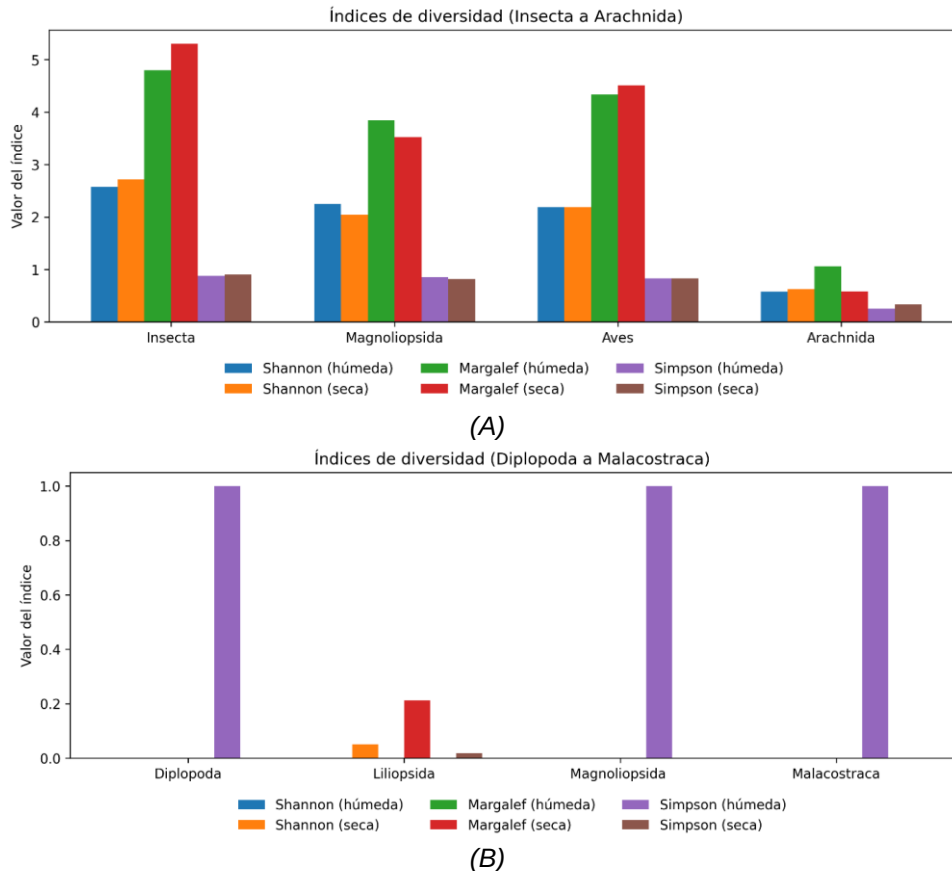


Figura 3. A y B, Índices de diversidad por clase taxonómica y temporada (húmeda y seca). **Fuente.** (Autores, 2025)

Los resultados obtenidos evidencian variaciones en la diversidad biológica entre las clases taxonómicas evaluadas y entre temporadas climáticas, lo que refleja la influencia de las condiciones ambientales sobre la estructura de las comunidades. En este sentido, el índice de Shannon-Wiener (H'), complementado con la prueba t de Hutcheson, permitió identificar el nivel de diversidad y determinar si las diferencias observadas entre la temporada húmeda y seca fueron estadísticamente significativas.

3.2.1 Aves

Respecto a, la clase Aves se encontró un índice de diversidad de Shannon de 2.19 en ambas temporadas. Esto indica que la comunidad tiene una alta estabilidad estructural. Por otro lado, el índice de Margalef presentó valores altos de diversidad (4.33 en la temporada húmeda y 4.51 en la seca), lo que indica una gran riqueza específica. Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.83 en ambas temporadas, lo que sugiere una dominancia moderada y una comunidad bastante equilibrada. Además, la prueba de Hutcheson confirmó que no hay diferencias significativas entre las temporadas, ya que mostró ausencia de diferencias significativas entre estas.

3.2.2 Insectos y arácnidos

La clase Insecta presentó los valores más altos de diversidad en ambas temporadas. El índice de Shannon fue de 2.58 en la temporada húmeda y 2.72 en la temporada seca, mostrando un ligero aumento en esta última. Además, el índice de Margalef también mostró valores altos, con 4.80 en la temporada

húmeda y 5.30 en la seca, indicando esto una alta riqueza de especies. Por otro lado, el índice de Simpson fue de 0.88 y 0.90, lo que refleja una baja dominancia y una distribución relativamente equitativa de los individuos en ambas temporadas de estudio. Sin embargo, la prueba de Hutcheson indicó que estas diferencias no son estadísticamente significativas.

Por otro lado, la clase Arachnida mostró valores bajos de diversidad. Su índice de Shannon fue de 0.58 en la temporada húmeda y 0.63 en la temporada seca. Estos resultados, junto con los valores del índice de Margalef (1.06 en la húmeda y 0.58 en la seca) y Simpson (0.25 y 0.33), señalan una baja diversidad. y no se encontraron diferencias significativas entre temporadas según la prueba de Hutcheson.

3.2.3 Plantas

En las plantas dicotiledóneas (Magnoliopsida), el índice de Shannon fue de 2.25 en la temporada húmeda y de 2.05 en la temporada seca. Este patrón también se ve reflejado en el índice de Margalef, cuyos valores fueron mayores en la temporada húmeda (3.84) que en la seca (3.53), lo que muestra una reducción en la riqueza de especies. Además, el índice de Simpson mostró valores ligeramente menores en la temporada seca (0.82) en comparación con la húmeda (0.85), lo que sugiere un aumento en la dominancia de algunas especies. A diferencia de otros grupos, la prueba de Hutcheson mostró diferencias muy significativas entre las temporadas para esta clase de plantas, lo que indica una disminución real de la diversidad durante la época seca.

A diferencia de lo anterior, entre las clases Diplopoda y Malacostraca se puede decir que estas mostraron valores de Shannon de 0.00 en ambas temporadas. Esto indica que no hay diversidad o que solo existe una especie, lo que muestra una representatividad muy baja en el área de estudio. De manera similar, la clase Liliopsida mostró una diversidad nula en la temporada húmeda (0.00) y un valor muy bajo en la temporada seca (0.05). Estos resultados sugieren que este grupo tiene una participación limitada en la estructura del ecosistema evaluado, sin que haya diferencias significativas entre las temporadas.

4. DISCUSIÓN

En la clase Aves, la similitud en los valores del índice de Shannon ($H' = 2.19$) entre la temporada húmeda y la seca indica que la estructura comunitaria es estable. La diversidad no muestra cambios significativos frente a las variaciones estacionales. Este comportamiento se ha observado en ecosistemas tropicales, donde la diversidad de aves tiende a ser constante gracias a la presencia de especies residentes con alta plasticidad ecológica (Awash y Tekalign, 2023). De igual manera, se ha demostrado que, en los bosques tropicales y los paisajes intervenidos, las aves pueden responder a los cambios estacionales ajustando su comportamiento en lugar de cambiar la composición de especies, explicando así la estabilidad en los índices de diversidad (Newbold et al., 2020). Este patrón se puede justificar por la alta representación de especies generalistas encontradas en el sitio de estudio como *Vanellus*

chilensis, *Anas georgica* y *Phimosus infuscatus*, especies presentes debido a que tienen una amplia tolerancia a condiciones ambientales cambiantes, en agroecosistemas, las especies generalistas tienden a dominar las comunidades de aves, esto se debe a su capacidad para aprovechar diferentes recursos y sobrevivir en ambientes perturbados (Sánchez et al., 2022). Asimismo, estas especies suelen mantener poblaciones estables con el tiempo, sin importar la estacionalidad, ello ayuda a la estabilidad de la diversidad observada (Orihuela et al., 2026). Por otro lado, el aumento del índice de Margalef en la temporada seca, que es de 4.51, en comparación con la húmeda, que es de 4.33, sugiere un pequeño incremento en la riqueza específica registrada. Este patrón podría estar relacionado con una mayor detectabilidad de las especies durante la época seca. Esto se explica porque en este periodo, la cobertura vegetal disminuye y facilita la observación (Zamora et al., 2021). Además, se ha documentado que, durante los periodos secos, las aves tienden a concentrarse en áreas con recursos disponibles, como cuerpos de agua o zonas abiertas. Esto aumenta la riqueza local observada sin necesariamente reflejar un cambio estructural en la comunidad (De Ruyck y Koper, 2024). En cuanto al índice de Simpson, que es de 0.83, su estabilidad en ambas temporadas indica que la dominancia de especies se mantiene constante. Esto refleja una comunidad equilibrada, pero influenciada por especies abundantes. Este tipo de estructura es común en ecosistemas intervenidos, donde pocas especies que toleran la perturbación dominan la comunidad y otras especies se mantienen

en bajas abundancias (Newbold et al., 2020). En consecuencia, se ha demostrado que los paisajes agrícolas favorecen la presencia de especies dominantes generalistas, formando comunidades relativamente homogéneas en términos de abundancia (Sánchez et al., 2022). Finalmente, la falta de diferencias significativas entre temporadas, de acuerdo con la prueba de Hutcheson, refuerza la idea de que la comunidad de aves no muestra cambios estructurales importantes entre periodos climáticos. Esto se debe a que, en ecosistemas tropicales intervenidos, factores como el uso del suelo, la fragmentación del hábitat y la diversidad del paisaje tienen un mayor impacto en la diversidad de aves que la estacionalidad climática (Ramos et al., 2025). También se ha observado que las comunidades de aves en paisajes alterados tienden a ser resistentes a variaciones estacionales, manteniendo su estructura a lo largo del tiempo (Luzuriaga y Cisneros, 2022).

En cuanto a la clase Insecta, se encontraron los valores más altos de diversidad durante ambas temporadas, con un pequeño aumento en la temporada seca ($H' = 2.72$). Este incremento también estuvo acompañado por un aumento en el índice de Margalef (5.30) y Simpson (0.90). Este resultado sugiere que, existe una mayor equidad en la distribución de los individuos durante la época seca, sugiriendo una menor dominancia de algunas especies y una mejor repartición de abundancias (Martínez, 2022). Estudios recientes en ecosistemas tropicales han encontrado que, durante periodos secos, algunas comunidades de insectos pueden tener incrementos en su diversidad efectiva.

Esto ocurre debido a la disminución de especies muy dominantes y a un aumento en la actividad de especies generalistas que se adaptan a condiciones de estrés hídrico (Slade y Ong, 2023). En este estudio, especies como *Deois coerulea*, *Mormidea pama* y *Conocephalus mukulatus* mostraron alta abundancia en la temporada seca. Esto podría explicarse por sus hábitos fitófagos y su asociación con gramíneas y cultivos, que suelen mantenerse o concentrarse durante periodos secos en sistemas intervenidos (Ardila et al., 2025). Particularmente, *Deois coerulea*, que pertenece a la familia *Cercopidae*, conocida por su resistencia a condiciones cambiantes y su capacidad para aprovechar recursos vegetales en agroecosistemas, ello puede indicar que esto favorece su proliferación en épocas con menos humedad (Gallego et al., 2023). De forma complementaria, la notable presencia de *Apis mellifera scutellata* sugiere que la disponibilidad de recursos florales persistentes ayuda a mantener la diversidad, dado su papel como polinizador generalista en paisajes agrícolas (Ngwa et al., 2025).

El aumento en el índice de Margalef durante la temporada seca indica que, además de la equidad, hubo una mayor riqueza relativa de especies. Esto puede estar relacionado con una mayor detectabilidad de insectos en condiciones de menor cobertura vegetal o menor precipitación, lo que facilita su captura (Murphy et al., 2022). Se ha reportado que la estacionalidad no afecta negativamente la riqueza en ambientes intervenidos, sino que modifica la composición de especies (Duque et al., 2022). Por su parte, el incremento en el índice de Simpson refuerza la idea de una

comunidad menos dominada, lo que puede estar asociado con una homogenización de recursos en el paisaje agrícola (González, 2020). A pesar de estas variaciones, la prueba de Hutcheson mostró que no hay diferencias significativas entre temporadas. Esto sugiere una alta estabilidad estructural en la comunidad de insectos. Esto es consistente con los hallazgos de Hackett et al. (2024), quienes indican que, en ecosistemas intervenidos, especialmente agrícolas, las comunidades de insectos suelen mantener su estructura debido a la disponibilidad constante de recursos y a la presencia de especies resilientes con ciclos de vida cortos y alta capacidad de dispersión.

En contraste, la clase Arachnida mostró valores bajos de diversidad en ambas temporadas ($H' < 1$), lo que indica una comunidad poco diversa y posiblemente dominada por algunas especies. En este caso, *Leucauge venusta* fue la especie más representativa, con mayor abundancia en la temporada húmeda. Esta especie, que pertenece a la familia *Tetragnathidae*, se asocia con ambientes de alta humedad y vegetación estructural adecuada para construir telarañas orbiculares, lo que explica su mayor presencia en condiciones húmedas (Nicolosi et al., 2023). Los bajos índices de Margalef y Simpson en arácnidos sugieren una baja riqueza y alta dominancia relativa. Este patrón puede explicarse, por factores ecológicos y metodológicos. Varios estudios han demostrado que los arácnidos son muy sensibles a cambios en la estructura del hábitat, la cobertura vegetal y el microclima, siendo menos abundantes en ambientes perturbados o con menor

complejidad estructural (Camero et al., 2022). Además, su baja representación puede también ser el resultado de limitaciones en los métodos de muestreo, ya que muchos arácnidos tienen hábitos crípticos o nocturnos que dificultan su captura (Lo et al., 2023). En este sentido, la ausencia de diferencias significativas entre temporadas en Arachnida sugiere que, al igual que en insectos, estas comunidades pueden mostrar cierta estabilidad en ecosistemas intervenidos. Sin embargo, esta estabilidad no implica alta diversidad, sino más bien la persistencia de unas pocas especies adaptadas a las condiciones del entorno (Nicolosi et al., 2023). Esto coincide con hallazgos recientes que indican que los ensamblajes de arácnidos en agroecosistemas suelen estar dominados por especies generalistas con baja variabilidad estacional (Ferrante et al., 2025).

En cuanto a plantas, la clase Magnoliopsida, presentó valores de diversidad menores durante la temporada seca (Shannon: 2.05) en comparación con la temporada húmeda (2.25). Esto refleja una reducción en la heterogeneidad de la comunidad vegetal. Este comportamiento se debe principalmente a la falta de agua, que actúa como un filtro ambiental, limitando el establecimiento de especies menos tolerantes (Kang et al., 2025). Estudios recientes en ecosistemas andinos han demostrado que la diversidad taxonómica y funcional de las plantas disminuye en condiciones ambientales restrictivas por procesos de filtrado (Bañares et al., 2023). De manera similar, la caída del índice de Margalef en la temporada seca (3.53 frente a 3.84 en época húmeda)

sugiere una disminución en la riqueza de especies. Este patrón ocurre porque muchas especies tienen respuestas fenológicas que dependen de la humedad, lo que reduce su presencia durante los periodos secos (Joseph et al., 2025). Investigaciones experimentales han mostrado que la disponibilidad de agua regula directamente la riqueza y composición de comunidades vegetales, afectando tanto a la biomasa como a la diversidad (Podzikowski et al., 2025). Por otro lado, el índice de Simpson mostró una leve disminución en la temporada seca (0.82), lo que indica un aumento en la dominancia de ciertas especies. Este resultado sugiere que, en condiciones de estrés hídrico, algunas especies más tolerantes tienen ventaja (Rodrigues et al., 2025). Este tipo de respuesta se ha observado en ecosistemas tropicales, donde la pérdida de diversidad favorece la dominancia de especies adaptadas esto puede incluso aumentar la incidencia de enfermedades foliares debido a la menor diversidad funcional (Chen et al., 2025). El comportamiento observado también está relacionado con la estacionalidad en paisajes intervenidos, en este en los sistemas agrícolas, la diversidad vegetal tiende a variar más entre estaciones, siendo mayor en épocas con abundante agua y disminuyendo en periodos secos debido a disturbios y condiciones ambientales restrictivas (Hänchen et al., 2022). Esto se alinea con lo observado en el área de estudio, donde especies arvenses y adaptativas como *Cuphea racemosa* y *Acmella paniculata* mantienen altas abundancias en ambas temporadas, mostrando estrategias de tolerancia y rápida colonización. En contraste, algunas especies presentan reducción o ausencia en la temporada

seca, lo que puede estar relacionado con estrategias fenológicas como la dormancia o ciclos de vida cortos que dependen de la humedad (Molina et al., 2024a). De igual manera, Ali et al. (2026), alude que, en ecosistemas tropicales y andinos, la dinámica de la vegetación suele estar estrechamente relacionada con las estaciones climáticas, principalmente con variaciones en la precipitación y la humedad del suelo que son factores que influyen directamente en la diversidad y productividad vegetal. Además, es importante tener en cuenta el papel de los polinizadores en la estructura de la comunidad vegetal. La interacción entre plantas y polinizadores muestra variaciones estacionales, donde la disponibilidad de flores y la actividad de los polinizadores cambian entre las épocas húmedas y secas en ecosistemas tropicales de montaña, se ha observado que estas redes ecológicas dependen mucho de la estacionalidad (Perez et al., 2024). En este contexto, la presencia de *Apis mellifera scutellata* puede favorecer la reproducción de especies dominantes como *Acmella paniculata* y *Cuphea racemosa*, ayudando a su persistencia y dominancia relativa, especialmente cuando hay pocas flores disponibles en la temporada seca.

Respecto a la clase Liliopsida, los valores de diversidad son muy bajos (0.00 en temporada húmeda y 0.05 en seca), lo que indica una representatividad limitada en el ecosistema evaluado. Este fenómeno probablemente se relaciona más con factores estructurales como condiciones del suelo, disponibilidad de nutrientes o competencia entre especies, que son clave en la distribución de la vegetación en ecosistemas andinos

(Krumhansl et al., 2023). La falta de diferencias significativas entre temporadas sugiere que este grupo no reacciona principalmente a la estacionalidad climática, sino a restricciones ecológicas más permanentes. Por último, la prueba de Hutcheson reveló diferencias significativas en la diversidad de Magnoliopsida entre temporadas, lo que confirma que los cambios observados son producto de una dinámica ecológica real y no fruto del azar. En conjunto, estos resultados demuestran que la vegetación es muy sensible a la estacionalidad, especialmente en términos de riqueza y dominancia, lo que es característico de ecosistemas tropicales intervenidos (Molina et al., 2024).

En síntesis, aunque este estudio logró cumplir con el objetivo planteado, es importante reconocer algunas limitaciones. Como por ejemplo el uso detallado del suelo, la estructura del paisaje, la calidad del hábitat como presencia de especies invasoras o la conectividad ecológica lo cual disminuye el alcance de las conclusiones. En este sentido, se recomienda que futuras investigaciones incluyan un enfoque más integral, incorporando variables ambientales y antrópicas, así como metodologías complementarias que permitan mejorar la representatividad de los distintos grupos biológicos. Finalmente, los resultados obtenidos muestran que la biodiversidad responde de manera diferente a la estacionalidad en ecosistemas intervenidos. Sobresale la capacidad de adaptación de grupos como las aves y la mayor sensibilidad de la vegetación frente a los cambios climáticos. Este trabajo constituye una

base importante para el monitoreo ecológico y puede servir como apoyo para la toma de decisiones en procesos de conservación y manejo sostenible en la región.

5. CONCLUSIONES

La evaluación de la diversidad biológica en la granja experimental de la institución educativa sucre permitió identificar comportamientos diferentes entre los grupos taxonómicos y su respuesta frente a la estacionalidad climática, ya que se observó una alta diversidad en insectos, una estabilidad en las aves y una disminución significativa en las plantas

Estos hallazgos permiten establecer que, en ecosistemas intervenidos por actividades agropecuarias, la dinámica de la biodiversidad no es semejante, sino que está condicionada por factores ambientales como la disponibilidad hídrica y la diversidad del hábitat. A partir de esto, se concluye que es necesario considerar estas diferencias en los procesos de manejo y conservación, siendo este estudio una base importante para el monitoreo ecológico y la toma de decisiones en la región.

Este estudio establece las bases para el reconocimiento y análisis de la diversidad de diferentes taxones en ecosistemas perturbados o sometidos a actividades agropecuarias, evidenciando además las variaciones entre las temporadas húmeda y seca. Estos resultados permiten orientar el diseño de estrategias de conservación y manejo de especies acordes con la dinámica estacional del ecosistema.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecemos a la Institución Universitaria del Putumayo, y la Institución Educativa Técnico Sucre. Además, Dedicamos un agradecimiento especial a la memoria de nuestro docente M.Sc. Danilo Ortega Bejarano por sus valiosas enseñanzas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, H., Rafiq, M., Manzoor, M., Gillani, S. W., Degen, A., Iqbal, A., Wang, W., Rafiq, M. K., & Shang, Z. (2026). Seasonal shifts in vegetation, soil properties, and microbial communities in Western Himalayan forests. *Environmental Microbiome*, 21(1), 22-. <https://doi.org/10.1186/S40793-025-00842-Y>
- Ardila-Bayona, V., Alfonso-Sosa, I., Flórez-Valencia, C., Valderrama-Gómez, D. A., Mesa-Bermúdez, A., Pabón-Huertas, L. D., Pineda, E. D. T., & González, M. C. (2025). Diversidad de membrácidos y aetaliónidos del bosque seco tropical de la Ecoreserva La Tribuna, Neiva. *Biota Colombiana*, 26. <https://doi.org/10.21068/2539200X.1266>
- Awash, N., & Tekalign, W. (2023). Comparison of bird assemblage structures and diversity patterns between seasons among two Ethiopian wetlands. *BMC Zoology*, 8(1), 3-. <https://doi.org/10.1186/S40850-023-00164-X>
- Bañares-de-Dios, G., Macía, M. J., Arellano, G., Cerda, Í. G. la, Vega-Álvarez, J., Arnelas, I., Espinosa, C. I., Salinas, N., & Cayuela, L. (2023). Woody plant taxonomic, functional, and phylogenetic diversity decrease along elevational gradients in Andean tropical montane forests: environmental filtering and arrival of temperate taxa. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.08.05.551864>
- Cairo Sosa, Y., Morejón García, M., Reinaldo Díaz Rivera, J., Miguel Miranda Cruz, Y., & Rodríguez Valdés, D. (2026). Caracterización de la agrobiodiversidad en dos sistemas productivos de café (*Coffea arabica*) en La Cidra. *ECOVIDA*, 15(2), 116–129. <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/332>
- Calderón-Caro, J., Morales-Gómez, L. M., Gutiérrez-Vélez, V. H., González-Caro, S., & Benavides, A. M. (2024). Modeling proximate causes of deforestation in Antioquia, Colombia. *Regional Environmental Change*, 24, 149-. <https://doi.org/10.1007/S10113-024-02302-8>
- Camero-R., E., Murcia-Betancourt, L. M., Zúñiga-Totena, M. A., & García-Marín, S. (2022). Entomofauna del campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá: Parámetros descriptivos de su composición y su abundancia. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(2), 1–10. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11726>
- Cano-Cobos, Y., Bota-Sierra, C. A., & Mendoza-Penagos, C. (2023). Ten new records of Odonata for Colombia (Coenagrionidae, Aeshnidae). *Biota Colombiana*, 24(2), 1112.

- <https://doi.org/10.21068/2539200X.1112>
- Chen, L., Münzbergová, Z., Feng, Y., Jiang, L., Zhang, J., Ding, Y., Long, W., Chen, Y., Feng, J., & Liu, L. (2025). Dry conditions and low plant diversity increase foliar disease occurrence along a tropical montane elevational gradient. *Forest Ecology and Management*, 597, 123071. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2025.123071>
- Collantes G, R. D., Del Cid, R. A., Santos-Murgas, A., & Atencio, R. V. (2023). Importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos. *Semilla Del Este*, 3(2), 8–2026. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3755
- De Ruyck, C. C., & Koper, N. (2024). Diets of small-island tropical birds suggest generalist/opportunistic foraging niches and the conservation value of diverse agroecosystems. *The Wilson Journal of Ornithology*, 136(2), 179–195. <https://doi.org/10.1676/23-00058>
- Díaz-Cháux, J. T., Velasquez-Valencia, A., Martínez-Salinas, A., & Casanoves, F. (2025). Functional Diversity and Ecosystem Services of Birds in Productive Landscapes of the Colombian Amazon. *Diversity*, 17(5), 305. <https://doi.org/10.3390/D17050305/S1>
- Duque-Vélez, P., Olivera-Angel, M., & Wolff, M. (2022). Silvopastoral systems as an alternative for conservation of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a cattle landscape in Caucasia Colombia. *Caldasia*, 44(1), 184–193. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n1.83102>
- Fernández Toro, L. E., Bonilla Cuspian, S., Palencia Fajardo, O., & Saavedra Mora, D. (2023). Las huertas con plantas medicinales como estrategia para el fortalecimiento de los resultados de aprendizaje en la Granja Experimental Corhuila: Sistematización de la Experiencia. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 8(1), 22–33. <https://doi.org/10.23850/RAA.V8I1.5807>
- Ferrante, M., Liebke, D. F., Hass, A. L., Wollenweber, M., Zembold, K., Arimond, I., Schüller, S., & Westphal, C. (2025). Landscape diversity can promote functional diversity of spider assemblages while habitat characteristics filter for specific traits. *Functional Ecology*, 39(11), 3152–3163. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.70150>;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER
- Gallego, D., Sabah, S. C., Lencina, J. L., & Carrillo, A. F. (2023). Bioclimatic and Landscape Factors drive the Potential Distribution of *Philaenus spumarius*, *Neophilaenus campestris* and *N. lineatus* (Hemiptera, Aphrophoridae) in Southeastern Iberian Peninsula. *Insects*, 14(7), 592. <https://doi.org/10.3390/INSECTS14070592/S1>
- González Lozano, H. T. (2020). Guías técnicas para el manejo de insectos con criterios ecológicos. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 39, Number 1). Centro Latinoamericano de Especies Menores (CLEM).

- <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2011000100005>
- Hackett, T. D., Sauve, A. M. C., Maia, K. P., Montoya, D., Davies, N., Archer, R., Potts, S. G., Tylanakis, J. M., Vaughan, I. P., & Memmott, J. (2024). Multi-habitat landscapes are more diverse and stable with improved function. *Nature*, 633(8028), 114–119. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07825-y>
- Hänchen, L., Klein, C., Maussion, F., Gurgiser, W., Calanca, P., & Wohlfahrt, G. (2022). Widespread greening suggests increased dry-season plant water availability in the Rio Santa valley, Peruvian Andes. *Earth System Dynamics*, 13(1), 595–611. <https://doi.org/10.5194/ESD-13-595-2022>
- Joseph, R., Apollon, W., & De Oliveira, A. C. (2025). The stressing point: how plants respond to environmental stimuli. *Biotechnology Advances*, 84, 108691. <https://doi.org/10.1016/J.BIOTECHA DV.2025.108691>
- Kang, X., Liu, Y., Wu, X., Duan, L., Jiang, J., Zhang, A., & Qi, W. (2025). Climate and soil factors drive the functional and phylogenetic assembly of Qinghai-Tibetan grassland communities via multiple paths. *Basic and Applied Ecology*, 83, 109–117. <https://doi.org/10.1016/J.BAAE.2025.01.011>
- Krumhansl, K., Gentleman, W., Lee, K., Ramey-Balci, P., Goodwin, J., Wang, Z., Lowen, B., Lyons, D., Theriault, T. W., & DiBacco, C. (2023). Permeability of coastal biogeographic barriers to marine larval dispersal on the east and west coasts of North America. *Global Ecology and Biogeography*, 32(6), 945–961. <https://doi.org/10.1111/GEB.13654>;W GROUP:STRING:PUBLICATION
- Lo, Y. C., Blamires, S. J., Liao, C. P., & Tso, I. M. (2023). Nocturnal and diurnal predator and prey interactions with crab spider color polymorphs. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 77(2), 19-. <https://doi.org/10.1007/S00265-023-03291-0>
- Luzuriaga-Aveiga, V. E., & Cisneros-Heredia, D. F. (2022). Seasonal turnover of avian community assembly in a highly fragmented Tumbesian dry forest of southwestern Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 8(1), 229–241. <https://doi.org/10.1080/23766808.2022.2076784>
- Martinez Arevalo, J. V. (2022). El cálculo de diversidad biológica. Parte I: Diversidad biológica alfa. *Tikalía*, 41(1), 48–62. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Vicente-Martinez-Arevalo/publication/372854379_El_calculo_de_diversidad_biologica_Parte_I_Diversidad_biologica_alfa/links/64ca8f3c91fb036ba6bfa747/El-calculo-de-diversidad-biologica-Parte-I-Diversidad-biologica-alfa.pdf
- Martinez Arevalo, J. V. (2023). El cálculo de diversidad biológica. Parte I: Diversidad biológica alfa. *Tikalía*, 41(1), 48–62. https://www.researchgate.net/publication/372854379_El_calculo_de_diversidad_biologica_Parte_I_Diversidad_biologica_alfa
- Martínez García, M., & Chaparro Africano, A. (2024). Vista de Áreas verdes institucionales y su aporte a la

- protección de la biodiversidad colombiana: caso UNIMINUTO, sede Bogotá. *Mutis*, 14(2), 1–21. <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/areas-verdes-institucionales-aporte-proteccion-biodiversidad-colombiana/2170>
- Molina, A., Vanacker, V., Chadwick, O., Zhiminaicela, S., Corre, M., & Veldkamp, E. (2024). Vegetation patterns associated with nutrient availability and supply in high-elevation tropical Andean ecosystems. *Biogeosciences*, 21(12), 3075–3091. <https://doi.org/10.5194/BG-21-3075-2024>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* (Vol. 87). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). <http://www.bionica.info/Biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>
- Murphy, A. K., Salazar, F. V., Bonsato, R., Uy, G., Ebol, A. P., Boholst, R. P., Davis, C., Frentiu, F. D., Bambrick, H., Devine, G. J., & Hu, W. (2022). Climate variability and Aedes vector indices in the southern Philippines: An empirical analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(6), e0010478. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PN.TD.0010478>
- Nastul Mera, J. C. (2023). *Propuesta de un plan de manejo ambiental para el sistema productivo porcícola “swine” de la finca villota ubicada en la vereda san José de las cochas municipio de Colón putumayo*. [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/56700>
- Newbold, T., Bentley, L. F., Hill, S. L. L., Edgar, M. J., Horton, M., Su, G., Şekercioğlu, Ç. H., Collen, B., & Purvis, A. (2020). Global effects of land use on biodiversity differ among functional groups. *Functional Ecology*, 34(3), 684–693. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13500>;ISSUE:ISSUE:DOI
- Ngwa, L. B., Gandham, K., Jackai, L. E., & Dingha, B. N. (2025). Field Assessment of Floral Resources and Pollinator Abundance Across Six Vegetable Crops. *Horticulturae*, 11(11), 1360. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE11111360/S1>
- Nicolosi, G., Piano, E., De Beni, E., & Isaia, M. (2023). Double dare: Climate change and volcanic activity threatens local populations of *Meta menardi* (Araneae, Tetragnathidae) in Sicily. *Global Ecology and Conservation*, 48, e02699. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2023.E02699>
- Orihuela-Torres, A., Tinoco, B. A., Sebastián-González, E., Jara-Guerrero, A., & Espinosa, C. I. (2026). Understanding bird diversity in seasonally dry tropical forests: The role of landscape anthropization and chronic disturbance. *Forest Ecology and Management*, 600, 123299. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2025.123299>
- Pante, E., Puillandre, N., Viricel, A., Arnaud-Haond, S., Aurelle, D., Castelin, M., Chenuil, A., Destombe, C., Forcioli, D., Valero, M., Viard, F., & Samadi, S. (2015). Species are hypotheses: Avoid connectivity

- assessments based on pillars of sand. *Molecular Ecology*, 24(3), 525–544.
<https://doi.org/10.1111/MEC.13048>;
WEBSITE:WEBSITE:PERICLES;JOURNAL:JOURNAL:1365294X;WGROUP:STRING:PUBLICATION
- Perez E, J. C., Barrantes, G., Cascante-Marín, A., Hanson, P., Picado, B., Gamboa-Barrantes, N., Rojas-Malavasi, G., Zumbado, M. A., Madrigal-Brenes, R., Martén-Rodríguez, S., Quesada, M., & Fuchs, E. J. (2024). Elevational and seasonal patterns of plant pollinator networks in two highland tropical ecosystems in Costa Rica. *PLOS ONE*, 19(1).
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0295258>
- Podzikowski, L. Y., Billings, S. A., & Bever, J. D. (2025). Plant functional diversity shapes soil respiration response to soil moisture availability. *Ecosystems*, 28(15).
<https://doi.org/10.1007/S10021-024-00946-5>
- Rahman, A., & Basher, T. (2024). The Role of Plants in Carbon Sequestration: Mechanisms, Ecosystem Contributions, and Their Impact on Mitigating Climate Change. *Australian Herbal Insight*, 7(1), 1–8.
<https://doi.org/10.25163/ahi.719911>
- Ralph, J. C., Geupel, G. R., Martin, P. P. T. E., & Borja Millá, D. F. D. (1997). *Manual de Métodos de Campo Para El Monitoreo de Aves Terrestres* (Vol. 159). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
<https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ZBfjXuQFIwC&oi=fnd&pg=PA28&dq=Manual+de+m%C3%A9todos+de+campo+para+el+monitoreo+de+aves+terrestres&ots=cAa8EZWFAN&sig>
- Ramos-Mosquera, V., López-Delgado, E., & Moreno-Palacios, M. (2025). Fragmented Habitats, Fragmented Functions: Unveiling the Role of Habitat Structure in Andean Bird Communities. *Ecologies*, 6(3), 52.
<https://doi.org/10.3390/ECOLOGIES6030052/S1>
- Rangel Ch, O. J. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176–200.
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>
- Rodrigues Duarte, V. B., Machado Dias, H., de Oliveira, J. T., Abreu, V. de S., Kunz, S. H., Gomes, G. S. L., Gomes, R., Araújo, E. A., & Caldeira, M. V. W. (2025). Demographic dynamics of a tropical montane rainforest: resilience to drought and implications for biodiversity conservation. *Journal of Environmental Management*, 382.
<https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2025.125374>
- Rubiano, K., Figueroa, D. C., Guatibonza, N. B., & Clerici, N. (2026). The future of Colombian Andean forests under different deforestation scenarios. *Ecological Indicators*, 183, 114605.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2026.114605>
- Sánchez, A. C., Jones, S. K., Purvis, A., Estrada-Carmona, N., & De Palma, A. (2022). Landscape complexity and functional groups moderate the effect of diversified farming on biodiversity: A global meta-analysis. *Agriculture*,

- Ecosystems & Environment*, 332. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2022.107933>
- Slade, E. M., & Ong, X. R. (2023). The future of tropical insect diversity: strategies to fill data and knowledge gaps. *Current Opinion in Insect Science*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2023.101063>
- Zamora-Marín, J. M., Zamora-López, A., Calvo, J. F., & Oliva-Paterna, F. J. (2021). Comparing detectability patterns of bird species using multi-method occupancy modelling. *Scientific Reports*, 11(1), 2558-. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81605-w>