

Artículo original

Efecto de la experiencia del investigador y el conocimiento local en la representatividad del muestreo de epífitas en el Parque Natural Regional El Vínculo – Buga

The effect of researcher expertise and local knowledge on sampling representativeness and epiphyte diversity at Parque Natural Regional El Vínculo-Buga

Nathalia Cepeda-Luna¹, Karen Noguera-Uni¹, Edier Soto-Medina^{2,*}

¹ Universidad Icesi, Cali, Colombia

² Grupo de Investigación Ecología y Diversidad Vegetal, Universidad del Valle, Cali, Colombia

Resumen

Nuestro estudio evaluó cómo la experiencia del investigador y los saberes comunitarios influyen en la representatividad y la diversidad del muestreo de epífitas. Se empleó una metodología mixta: en el componente cuantitativo se compararon estadísticamente los registros de epífitas vasculares y no vasculares de tres investigadores del PNR El Vínculo con distintos niveles de experiencia (experto, intermedio e inexperto), utilizando un modelo lineal generalizado (GLM) para las diversidades alfa y gamma; en el componente cualitativo se entrevistó a seis habitantes locales para determinar su nivel de conocimiento ecológico y de las especies de epífitas. Los resultados evidenciaron que la experiencia del investigador influyó en la representatividad del muestreo, especialmente de líquenes, pues el nivel de experto registró mayor riqueza y diversidad, en tanto que los investigadores con menos experiencia tendieron a sobreestimar los briófitos, posiblemente por confundirlos con los líquenes. En el muestreo de epífitas vasculares no hubo diferencias significativas. Las curvas de acumulación y rarefacción confirmaron estos patrones. En cuanto al análisis cualitativo, se destacó el conocimiento detallado de los habitantes locales sobre las epífitas, así como las transformaciones ecológicas del territorio. Además, se estableció el potencial de los jardines domésticos como espacios informales de conservación, con especies no registradas en los muestreos. Estos hallazgos subrayan la necesidad de integrar la experiencia científica y el conocimiento local en los lineamientos metodológicos para una representación más precisa de la biodiversidad de epífitas, especialmente de las no vasculares.

Palabras clave: Conocimiento local; Conservación participativa; Epífitas; Experticia del investigador; Muestreo.

Abstract

Our study evaluated how researchers' experience and community knowledge influence the representativeness and diversity of epiphyte sampling. We used a mixed methodology. For the quantitative component, we made a statistical comparison of vascular and non-vascular epiphyte records from three researchers with different levels of expertise (expert, intermediate, and inexperienced) at PNR El Vínculo. For the qualitative component, we interviewed six local inhabitants and analyzed their responses to identify ecological knowledge and conservation practices. The results showed that researchers' expertise influenced sampling representativeness, especially for lichens, with the expert-level researcher recording greater richness and diversity. The less experienced researchers tended to overestimate bryophytes, possibly due to confusion with lichens. No significant differences were found for vascular epiphytes. Accumulation and rarefaction curves confirmed these patterns. From a qualitative perspective, detailed local knowledge about epiphytes and ecological transformations in

Citación: Cepeda-Luna N, *et al.* Efecto de la experiencia del investigador y el conocimiento local en la representatividad del muestreo de epífitas en el Parque Natural Regional El Vínculo – Buga. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 50(195):404-415, abril-junio de 2026. doi: <https://doi.org/10.18257/racefyn.3235>

Editor: Elizabeth Castañeda

***Correspondencia:**
Edier Soto; ediersot@gmail.com

Recibido: 7 de julio de 2025

Aceptado: 27 de enero de 2026

Publicado en línea: 13 de marzo de 2026



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

the area was highlighted. Furthermore, the potential of domestic gardens as informal conservation spaces was identified, with species not recorded in technical surveys. These findings underscore the need to integrate scientific expertise and local knowledge into methodological guidelines for a better representation of epiphyte biodiversity, especially nonvascular species.

Keywords: Local knowledge; Participatory conservation; Epiphytes; Researcher expertise; Sampling.

Introducción

Para la concesión de licencias o permisos ambientales en proyectos que afecten la flora silvestre, el Estado colombiano establece lineamientos para evitar la pérdida de biodiversidad (**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS**, 2018), lo que implica la necesidad de estudios de caracterización vegetal en las zonas de intervención. Entidades como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el MADS y las corporaciones autónomas regionales son las encargadas de esta regulación y de la emisión de los permisos. Entre julio de 2019 y julio de 2022, la ANLA recibió 418 solicitudes de licenciamientos ambientales (incluidas licencias ambientales y planes de manejo ambiental), de las cuales 364 fueron resueltas (ANLA, s.f). La decisión sobre la mayoría de estas solicitudes requiere estudios de caracterización, por lo que se contratan biólogos especialistas, o profesionales afines, como ingenieros ambientales o forestales, que se encarguen del levantamiento de los datos.

En estos estudios es esencial considerar las epífitas, pues están en veda a nivel nacional. Las epífitas son plantas que crecen sobre otras sin dañarlas, absorbiendo humedad y nutrientes del aire y la lluvia (**Carmona-Higueta et al.**, 2023). Se pueden clasificar en vasculares (orquídeas, bromelias, aráceas, entre otras) y no vasculares (líquenes y briofitos). En Colombia se han registrado más de 64.000 especies de epífitas, lo que representa aproximadamente el 20 % de la diversidad mundial (**Sistema de Información sobre Biodiversidad-SIB Colombia**, 2023). Tan solo en los ecosistemas de bosque seco tropical del Valle del Cauca se encuentran algo más de 417 especies, destacándose los líquenes como el grupo más abundante (**Del Valle**, 2022). Estas plantas desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas, pues contribuyen a la formación de suelos y al ciclo de nutrientes, además de servir como bioindicadores (**Ramírez-Morán et al.**, 2016; **Uribe & Gradstein**, 2024), pero su estado de vulnerabilidad es alto debido a la pérdida de hábitat, el cambio climático y la deforestación (**Carmona-Higueta et al.**, 2023). Asimismo, la escasez de información dificulta la identificación de áreas y especies prioritarias para la conservación (**SIB Colombia**, 2023).

El estudio de las epífitas enfrenta múltiples desafíos, entre otros, el conocimiento de su taxonomía, la detección de especies crípticas, su crecimiento a grandes alturas, que requiere equipos costosos, y su distribución en puntos críticos de biodiversidad, lo que complica la logística del muestreo (**Medina**, 2024). Además, su sensibilidad al cambio climático dificulta las investigaciones a largo plazo (**Kaufmann et al.**, 2019). Por ello, la observación detallada y las habilidades especializadas son necesarias para su muestreo en estudios ecológicos y de impacto ambiental. Una gestión inadecuada del muestreo puede conllevar la pérdida de información clave sobre la diversidad de epífitas. En este sentido, **Obermuller et al.** (2011) señalan que la ausencia de conocimiento riguroso sobre las especies epífitas que albergan los árboles puede llevar a una pérdida de riqueza significativa de dichas especies durante las talas.

En Colombia, la caracterización de epífitas sigue el protocolo del *Rapid and Representative Epiphyte Analysis* (RRED), basado en la metodología de Gradstein y del proyecto CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover (CLC). Este protocolo considera el área de estudio, el equipo de trabajo, el tiempo de investigación, las metodologías de muestreo y la zonificación vertical de los forófitos para evaluar la distribución de epífitas en el dosel (**Gradstein et al.**, 2003; **MADS**, 2019; **Suárez-Parra et al.**, 2016). Sin embargo, el RRED tiene limitaciones como la exclusión de las epífitas folícolas, lo que podría sesgar los resultados en ciertos ecosistemas. Además,

el uso de morfoespecies sin identificación taxonómica puede subestimar la riqueza real, y las restricciones de tiempo y número de muestreos aumentan la posibilidad de sesgos (Gradstein *et al.*, 2011). Algunos de estos factores son esenciales para evaluar la composición, abundancia y diversidad del ecosistema, y su omisión puede resultar en la subestimación de la diversidad y en decisiones ambientales mal fundamentadas.

La experiencia del investigador es un factor clave para garantizar la calidad y representatividad de los datos sobre biodiversidad epífita (Morrison *et al.*, 2023; Morrison, 2021). La falta de especialización puede introducir sesgos, ya que los investigadores inexpertos tienden a omitir especies crípticas o difíciles de identificar, afectando así la precisión de los registros (De Araujo & Ramos, 2021). Esta problemática es más evidente en grupos menos estudiados, como los líquenes y los briófitos, y el país tiene pocos expertos en este campo.

Por otra parte, el conocimiento de las comunidades locales aporta información valiosa sobre el uso, la ecología y la ubicación de las epífitas (Kor *et al.*, 2023), y facilita también el acceso a áreas remotas lo que favorece la recopilación de datos y el esfuerzo de muestreo. Las comunidades ofrecen, además, perspectivas culturales, resaltando la importancia de las epífitas en sus tradiciones, creencias y prácticas (ANLA, 2019), lo que puede desempeñar un papel crucial en los esfuerzos de conservación, involucrando a las comunidades y sus líderes, y fomentar la creación de conciencia y el sentido de la responsabilidad, así como la educación ambiental. La colaboración entre científicos y colectividades locales tiende puentes que enriquecen y complementan el conocimiento. En este contexto, nuestro proyecto se centró en responder la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo influyen la experiencia del investigador y el conocimiento local en la representatividad del muestreo y el reconocimiento de la diversidad de epífitas?

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el parque Natural Regional El Vínculo, ubicado en el corregimiento de El Vínculo, a tres kilómetros al sur del municipio de Buga, sobre la carretera Panamericana, entre los 980 y los 1.150 m s. n. m. Es la más grande reserva de bosque seco tropical del Valle del Cauca, con una superficie de 80 hectáreas. Su localización estratégica en el piedemonte de la cordillera central le provee el ambiente propicio para una gran variedad de especies de flora; en los estudios se han reportado 112 especies representadas en 48 familias que incluyen árboles, arbustos, hierbas y epífitas (SIDAP & CVC, 2023; INCIVA (s.f)).

Muestreo

Los investigadores se clasificaron en tres niveles de experiencia: inexperto, intermedio y experto. Los criterios de selección de los investigadores fueron su nivel de formación académica relacionada con botánica, ecología o biología; la cantidad de artículos científicos relacionados con epífitas; los años de experiencia de muestreo en campo y su afiliación a instituciones de investigación. El nivel de los investigadores expertos incluyó la formación académica de doctor, cerca de 20 publicaciones en el área y siete años de experiencia en muestreo. Los investigadores de nivel intermedio tenían maestría y cinco años de experiencia en el muestreo de epífitas. Los investigadores inexpertos habían obtenido el pregrado y no tenían publicaciones o experiencia en el muestreo. Los expertos estuvieron a cargo de la determinación de las especies.

La caracterización de epífitas se hizo con la metodología de análisis rápido y representativo de epífitas (RRED) propuesto por Gradstein. En este caso, cada investigador muestreó los mismos 10 forófitos por cobertura elegidos aleatoriamente y seleccionados incluyó los siguientes criterios: altura de más de 7 metros, diámetro a la altura del pecho (DAP) de más de 10 cm, y cobertura de epífitas de más del 40 %, entre otras recomendaciones proporcionadas por el Ministerio (Tabla 1). Los forófitos fueron muestreados al azar por investigadores de cada nivel de experiencia.

Tabla 1. Eficiencia de muestreo según los estimadores Chao1, Jackknife 1 y Bootstrap

	Nivel de experiencia	Riqueza	Chao 1	Jack 1	Bootstrap
Líquenes	Experto	53	91	64	81
	Medio	26	100	72	85
	Bajo	20	100	71	85
Briófitas	Experto	7	100	72	86
	Medio	5	100	74	86
	Bajo	3	100	77	87
Vasculares	Experto	12	40	69	82
	Medio	6	100	87	90
	Bajo	5	100	100	95

Posteriormente, se zonificó el forófito siguiendo la propuesta de Johansson, recuperada posteriormente por Gradstein (Carmona – Higuira *et al.*, 2023; Johansson, 1974). Ello implicó dividir el árbol en tres zonas verticales, E1, E2 y E3, correspondientes a la base, el tronco y la base de las primeras ramificaciones, respectivamente (Figura 1), lo que permite la inspección visual detallada en cada una de las zonas, así como el registro de su ubicación dentro del forófito y del número de los individuos observados por especie.

El muestreo de epífitas no vasculares se hizo en cuadrantes de 20 x 30 cm², en cada uno de los cuales se estimó y fotografió su cobertura, considerando los cuatro estratos en el tronco del forófito (Figura 2): los estratos 1 y 4, que abarcan hasta los 50 cm de altura en el tronco, y los estratos 2 y 3, comprendidos entre los 50 y los 200 cm, aproximadamente.

Entrevistas

Se entrevistó a seis personas locales seleccionadas de manera aleatoria, quienes habían manifestado su disposición para participar, con el propósito de evaluar el aporte de sus conocimientos y su conexión con la biodiversidad de la zona. Las entrevistas duraron 5 minutos aproximadamente y se hicieron con el consentimiento informado de los participantes, cuya identidad se protegió en todo momento.

Análisis de datos

En el análisis de los datos recolectados en el muestreo de epífitas se utilizaron los programas *Rstudio* (versión 2024.09.1+394) y los paquetes *vegan*, *iNEXT* y *biodiversityR*, y *EstimateS*. Se evaluaron métricas claves para caracterizar la diversidad y la representatividad del muestreo realizado por los investigadores de los tres niveles (inexperto, intermedio y experto). La riqueza y la abundancia se calcularon teniendo en cuenta los datos de presencia y ausencia y el número de especies, respectivamente. La diversidad alfa (por forófito) se analizó mediante el índice de Shannon (H), y el índice de dominancia de Simpson permitió determinar la proporción de especies más abundantes. Se estimaron las curvas de acumulación y rarefacción para evaluar la representatividad del muestreo, considerando la riqueza observada y su relación con el esfuerzo de muestreo. Asimismo, se comparó la riqueza observada con la riqueza estimada mediante los estimadores Chao1, Jackknife1 y Bootstrap. Para comparar los niveles de experiencia, primero se evaluaron la normalidad y la homogeneidad de los datos y, a partir de los resultados, se empleó el ANOVA o modelos lineales generalizados (GLM). En estos últimos, se utilizó la función $\exp()$ para transformar los coeficientes, lo cual permite interpretar los resultados como razones de cambio relativas al nivel de referencia. Se calcularon entonces los porcentajes de diferencia con la fórmula $(\exp(\text{coeficiente}) - 1) \times 100$, lo que facilitó la interpretación de la cantidad aproximada hallada por los investigadores de los distintos niveles comparada con la del experto. Todos estos resultados se presentaron mediante gráficos y tablas generadas en *Rstudio*.

En cuanto a las encuestas, se hizo un análisis cualitativo que permitió enriquecer el listado de epifitas del PNR El Vínculo.

Resultados

Evaluación de la diversidad

Según el índice de Shannon, los investigadores expertos reportaron la mayor diversidad de líquenes, con valores que alcanzaron hasta 2,0 (**Figura 1A**). Al disminuir la experiencia de los investigadores, también se redujo la diversidad, lo que sugiere la gran influencia que ejerce esa variable. En cuanto a los briófitos, la diversidad fue baja en general, siendo aún menor en los registros de los inexpertos. La diversidad de las epifitas vasculares fue moderada, y las diferencias entre los niveles de experiencia no fueron evidentes. Aunque se observaron tendencias entre grupos, las pruebas estadísticas no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

En cuanto a la abundancia (**Figura 1B**), los briófitos presentaron la mayor cantidad de registros en comparación con líquenes y epifitas vasculares. Aquí, los investigadores expertos reportaron menor abundancia, según los resultados del GLM: un 66 % y un 33 % más de abundancia en los niveles intermedio e inexperto, respectivamente. En cuanto a los líquenes, los investigadores expertos tuvieron una mediana más alta, mientras que los otros dos niveles reportaron los valores más bajos: 21 % y 57 % menos individuos, respectivamente. Por último, las epifitas vasculares fueron el grupo con menor abundancia, con registros similares y sin diferencias significativas entre los investigadores de todos los niveles de experiencia.

En términos de dominancia (**Figura 1C**), los líquenes presentaron valores más bajos. Los expertos registraron los menores índices de dominancia en líquenes. Por el contrario, los briófitos y las epifitas vasculares mostraron valores de dominancia más elevados, lo que sugiere que pocas especies concentran la mayoría de los individuos.

En cuanto a la riqueza, los briófitos y las epifitas vasculares presentaron medianas y rangos intercuartílicos similares, lo que indica valores relativamente homogéneos entre los

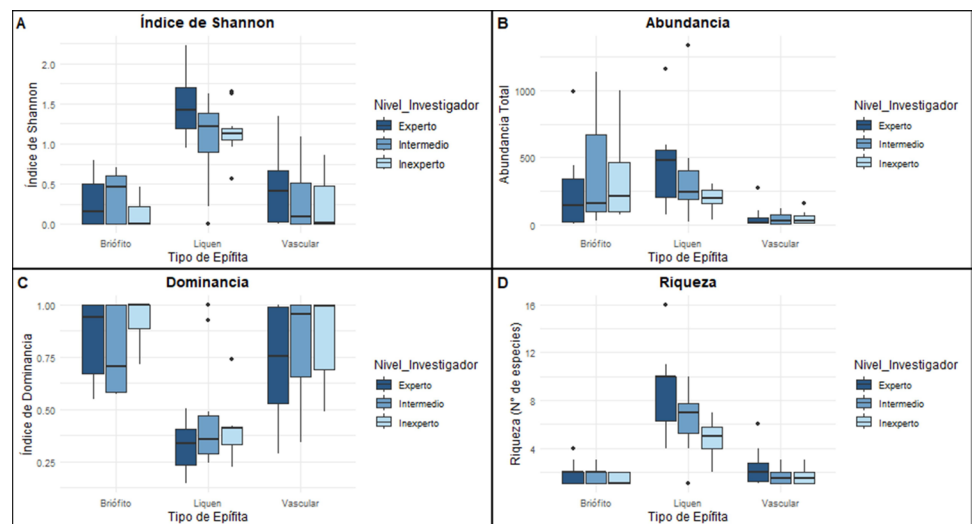


Figura 1. Diversidad de epifitas según el nivel de experiencia de cada Investigador. **A)** Índice de Shannon: mayor en líquenes, especialmente en los registros de los investigadores con el nivel más alto de experiencia; menor diversidad en vasculares en general. **B)** Abundancia de especies: mayor abundancia en líquenes en los registros de los expertos comparados con los demás niveles. **C)** Índice de dominancia de Simpson: menores valores en líquenes de forma consistente; los briófitos y vasculares presentaron mayor variabilidad y valores según el nivel de experiencia de los investigadores. **D)** Riqueza: sin diferencias entre briófitos y vasculares, pero en líquenes se registró un valor más alto entre los investigadores expertos.

niveles de experiencia ($p > 0,05$). Los líquenes, en cambio, mostraron una mayor riqueza, particularmente en los registros de los expertos, cuya mediana y variabilidad fueron mayores (**Figura 1D**). Las pruebas estadísticas evidenciaron diferencias significativas en los líquenes, donde los investigadores de nivel intermedio y los inexpertos registraron 30 % y 47 % menos especies que los expertos, respectivamente.

Representatividad del muestreo

En líquenes, las curvas de acumulación de especies evidenciaron que los investigadores de nivel experto no alcanzaron una estabilización clara (**Figura 2A**), lo que sugiere que podrían existir especies raras o poco visibles que aún no han sido registradas. Los investigadores de nivel intermedio reportaron una riqueza máxima considerablemente menor que los expertos, aunque las curvas de observación y las estimaciones eran más asintóticas. En los reportes de los inexpertos se observó una riqueza ligeramente inferior (35 especies) que en los de nivel intermedio, con una tendencia hacia la estabilización no del todo definida. La eficiencia del muestreo fue más alta entre los investigadores de nivel inexperto en los tres estimadores de riqueza, en tanto que disminuyó al aumentar el nivel de experiencia (**Tabla 1**). En el muestreo de briófitos, los expertos se acercaron más rápidamente a la estabilización, con una riqueza mayor, mientras que los investigadores de nivel intermedio registraron menos especies. Entre los inexpertos se presentaron curvas de riqueza observada y estimada casi superpuestas, aunque con intervalos de confianza más amplios, lo que sugiere una mayor incertidumbre y un esfuerzo de muestreo limitado. Al igual que en los líquenes, la eficiencia del muestreo aumentó con la disminución del nivel de experticia (**Tabla 1**).

En cuanto a las epífitas vasculares, el nivel de los expertos presentó curvas más asintóticas, lo que indica un muestreo más exhaustivo. Sin embargo, la estimación del Chao1 fue superior a la riqueza observada, lo que sugiere que aún podrían faltar especies por registrar. La eficiencia de muestreo fue mayor en el nivel de los expertos y más bajo en el de los inexpertos.

Las curvas de rarefacción confirmaron que los expertos identificaron una mayor diversidad de especies en todos los grupos taxonómicos (**Figura 3**), con curvas más elevadas que se estabilizaron más lentamente, reflejando un muestreo más exhaustivo, especialmente

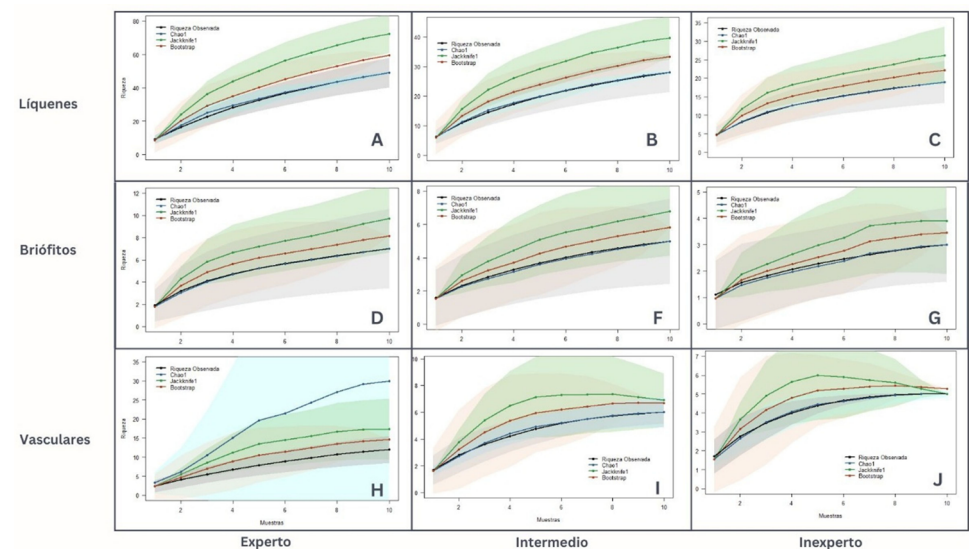


Figura 2. Curvas de acumulación de especies por nivel de experiencia y grupo taxonómico. Entre los expertos, las curvas tendieron a crecer sin estabilizarse completamente, con estimaciones de riqueza (Chao1, Jackknife, Bootstrap) generalmente por encima de la riqueza observada. Entre los investigadores de niveles intermedio e inexperto, las curvas evidenciaron menor riqueza y, en algunos casos, signos incipientes de estabilización, aunque con mayor incertidumbre en la estimación.

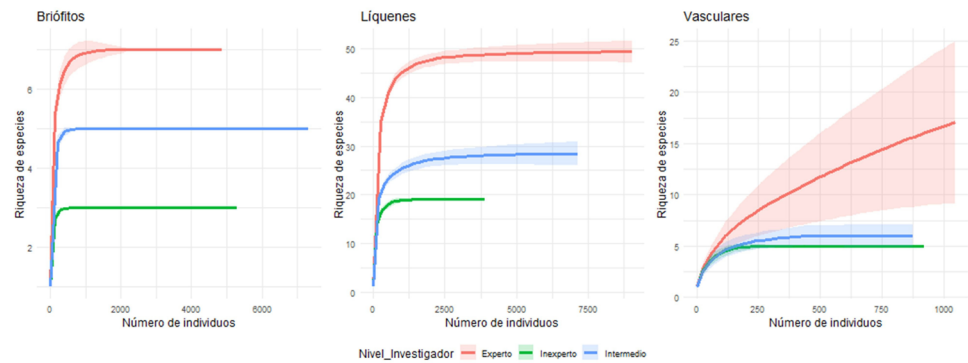


Figura 3. Curvas de rarefacción para briófitos, líquenes y plantas vasculares según el nivel de experiencia. El nivel de experiencia más alto presentó la mayor riqueza y una estabilización más lenta, reflejando un muestreo más exhaustivo. En los niveles intermedio e inexperto las curvas fueron más bajas y la estabilización fue temprana, lo que indica una menor capacidad para identificar especies.

en briófitos y líquenes. El nivel intermedio presentó curvas más bajas, con una estabilización más temprana, lo que indica una subestimación moderada de la diversidad. Por último, las curvas fueron incluso más bajas y planas en el nivel de inexpertos.

En cuanto a las entrevistas, las orquídeas fueron las epífitas más reconocidas por la comunidad. Se encontró un ejemplar del género *Dimerandra* en la casa de una entrevistada, a pesar de no haber sido registrado durante los muestreos previos.

Discusión

Diversidad por árbol forófito

Los resultados sugieren que en la diversidad de Shannon por árbol, los expertos registraron una mayor diversidad en los líquenes y las vasculares, la cual fue disminuyendo con el nivel de experiencia. Esto demuestra la relevancia de un alto nivel de experiencia y de conocimiento taxonómico de los grupos de difícil identificación y alta variabilidad intra-específica, como los líquenes, que requieren de un nivel de conocimiento taxonómico elevado para su adecuado reconocimiento en la investigación de campo (Sinha et al., 2024). El que no se hayan detectado diferencias significativas en el índice Shannon indicaría que los análisis usados no serían suficientes para captar las variaciones relacionadas con la experiencia, posiblemente por la complejidad que implica evaluar un factor subjetivo, el cual no siempre se refleja de manera precisa mediante pruebas estadísticas convencionales (Boumans, 2015).

En cuanto a la abundancia, los briófitos presentaron mayores valores en comparación con los líquenes y las epífitas vasculares. Los investigadores de nivel experto reportaron menor abundancia de briófitas, con el GLM señalando 66 % y 33 % más abundancia para los investigadores de los niveles intermedio e inexperto, respectivamente. En los líquenes se observó un patrón opuesto al encontrado en las briófitas, diferencia que podría explicarse por la posible sobreestimación de parte de los investigadores menos experimentados debida a una posible confusión entre briófitos y líquenes por la similitud morfológica de algunas especies. Las epífitas vasculares fueron las menos abundantes, con registros similares entre los niveles de experiencia y sin diferencias significativas. Ello se explicaría por su fácil detección, incluso cuando se trata de personas con menos experiencia, debida a sus características morfológicas más evidentes, lo que reduce el riesgo de confusión.

En lo referente a la dominancia, el nivel experto registró los menores índices de dominancia en los líquenes, en tanto que los briófitos y las epífitas vasculares registraron valores de dominancia más elevados, sugiriendo que pocas especies concentran la mayoría de los individuos. Al comparar estos resultados con lo observado en la diversidad, puede concluirse que son métricas inversamente relacionadas. Según algunos estudios,

esto podría estar vinculado con entornos de bajo estrés ambiental, ya que las especies dominantes pueden llegar a suprimir la diversidad de especies menos competitivas cuando hay recursos limitados (Davinson *et al.*, 2022; Richardson *et al.*, 2012). Aunque no se registraron diferencias significativas, los patrones observados refuerzan nuevamente la influencia de la experiencia.

En cuanto a la riqueza por forófito, los briófitos y las epífitas vasculares mostraron valores similares y relativamente homogéneos entre niveles de experiencia. En los líquenes, en cambio, se registró una mayor riqueza, particularmente entre los investigadores de nivel experto, cuya mediana y variabilidad fueron mayores. Las pruebas estadísticas evidenciaron diferencias significativas en líquenes, con los niveles intermedio e inexperto registrando 30 % y 47 % menos especies que el experto, respectivamente. Como ya se mencionó, estas diferencias estarían relacionadas con la dificultad en la clasificación taxonómica de los líquenes (Sinha *et al.*, 2024), lo que reafirma la importancia de la experiencia especializada en proyectos de investigación para optimizar la metodología y los resultados.

Representatividad del muestreo

En los líquenes, las curvas de acumulación de especies mostraron que el nivel experto no alcanzó una estabilización clara, lo sugiere que podrían existir especies raras o poco visibles que aún no han sido registradas. En este nivel de experiencia se registró la mayor riqueza de líquenes, con 53 especies. En el nivel intermedio la riqueza máxima alcanzada fue considerablemente menor que en el nivel experto, aunque las curvas de observación y estimaciones resultaron más asintóticas. En el nivel inexperto se observó una riqueza ligeramente inferior al intermedio (35 especies), con una tendencia hacia la estabilización no completamente definida. Este resultado podría reflejar limitaciones de muestreo en la detección de especies poco comunes, algo esperado en grupos de difícil identificación como los líquenes. En los briófitos, los investigadores expertos se acercaron más rápidamente a la estabilización, reportando una riqueza mayor, en tanto que los de nivel intermedio registraron menos especies, lo que refleja un registro más exhaustivo entre los primeros y una posible subestimación de la riqueza entre los segundos debido a su menor capacidad de detección. Por su parte, las curvas de riqueza observada y estimada de los investigadores inexpertos se superpusieron casi completamente, aunque con intervalos de confianza más amplios, lo que sugiere una mayor incertidumbre y un esfuerzo de muestreo limitado. Así, aunque los investigadores expertos hallaron una mayor diversidad total, los investigadores de todos los niveles mostraron eficiencias de muestreo similares, aunque con valores más altos entre los investigadores con menores niveles de experiencia (riqueza observada más cercana a la estimada). Esta mayor eficiencia de muestreo entre los investigadores con menores niveles de experiencia se debe a que los expertos pueden detectar más especies crípticas, mientras que aquellos con menores niveles de experiencia tienden a homogenizar especies muy similares o pasar por alto las especies crípticas, lo cual hace que las curvas alcancen la asíntota más rápidamente.

En cuanto a las epífitas vasculares, los registros de los expertos presentaron curvas más asintóticas, lo que indica un muestreo más exhaustivo. Sin embargo, la estimación del Chao1 fue superior a la riqueza observada, lo que sugiere que aún faltarían especies por registrar. Este desfase entre observación y estimación, incluso entre los investigadores con gran experiencia, indicaría la existencia de especies crípticas o poco abundantes que no son registradas. Las curvas que recogieron los datos del nivel intermedio fueron menos planas, en tanto que las del nivel inexperto evidenciaron una fase de crecimiento más pronunciada en la curva, indicando que aún podrían encontrarse más especies con un esfuerzo adicional. Esto refuerza la idea de que la experiencia influye directamente en la eficiencia del muestreo y la aproximación a la riqueza real, dada la capacitación técnica y profesional de los investigadores en este área (Sinha *et al.*, 2024).

Las curvas de rarefacción mostraron que los expertos identificaron una mayor diversidad de especies en todos los grupos taxonómicos, ya que fueron más elevadas y se estabilizaron más lentamente, lo que refleja un muestreo más exhaustivo, especialmente

en briófitos y líquenes. Como ya se ha señalado, este patrón evidencia que los expertos pueden detectar especies menos comunes, evitando así la subestimación de la riqueza real, aspecto clave en grupos con alta complejidad taxonómica. Las curvas de los registros de los investigadores de nivel intermedio fueron más bajas, con una estabilización más temprana, lo que indica una subestimación moderada de la diversidad y un esfuerzo de muestreo intermedio, con algunas especies que aún pasan desapercibidas, aunque se reconoce parcialmente la diversidad presente. Por último, los datos de los investigadores inexpertos se expresaron en curvas aún más bajas y planas, reflejando limitaciones importantes en su capacidad para identificar y registrar la riqueza real. En las epífitas vasculares, aunque los expertos reportaron mayor riqueza, la curva sugiere que aún se podrían hallar más especies con un mayor esfuerzo. Esto podría estar asociado a una mayor variabilidad en los datos debido a la heterogeneidad estructural de este grupo y a la presencia de especies poco frecuentes o crípticas.

Los resultados evidencian que la experiencia del investigador tuvo un efecto determinante en la diversidad total registrada y la representatividad del muestreo de epífitas, particularmente en grupos taxonómicos de identificación compleja como los líquenes y briófitos, es decir, los inexpertos logran más fácilmente una alta representatividad de muestreo debido a que omitieron varias especies. Los investigadores expertos registraron mayor riqueza, abundancia y diversidad en líquenes, lo que indica una mejor capacidad de detección. En contraste, los investigadores de los niveles intermedio e inexperto tendieron a sobreestimar la abundancia de los briófitos, debido a posibles confusiones con su identificación. En las epífitas vasculares, dada su morfología más evidente, no se registraron diferencias significativas entre los niveles de experiencia, lo que sugiere que no todos los grupos se ven igualmente afectados por este factor.

Aunque las pruebas estadísticas convencionales no siempre manifestaron diferencias significativas, los gráficos revelaron tendencias claras que podrían explorarse mejor mediante un GLM. En cuanto a la representatividad del muestreo, los índices estimados superaron los observados en la mayoría de los grupos, lo que sugiere que hay especies aún no detectadas, especialmente de líquenes, donde los investigadores de nivel experto e intermedio no alcanzaron la estabilización de las curvas, lo que sugiere una mayor habilidad para identificar especies raras en comparación con el nivel inexperto. Esto se reflejó en las curvas de rarefacción, las cuales muestran gráficamente la importancia del nivel de experiencia para identificar la diversidad y la representatividad del muestreo de epífitas, sobre todo en el grupo de los líquenes, que es el de mayor dificultad taxonómica.

En las entrevistas, las orquídeas fueron las epífitas más reconocidas por la comunidad. Además, se encontró un ejemplar del género *Dimerandra* en la casa de una entrevistada, a pesar de no haber sido registrado durante muestreos previos (en el PNR el Vínculo no se han reportado orquídeas epífitas) (SIDAP & CVC, 2023). Esto revela una limitación potencial de los métodos estandarizados de muestreo cuando no integran el conocimiento comunitario, lo cual podría llevar a una representación inferior a la de la biodiversidad real (Huntigton, 2000; Berkes, 2009). Como señalan Danielsen *et al.* (2005), los métodos científicos convencionales pueden subestimar la biodiversidad si no incorporan el conocimiento local, especialmente en entornos complejos. En este caso, las viviendas aparecen como microhábitats que resguardan especies no detectadas con las metodologías científicas aplicadas (Clement *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024). Se establece, así, el potencial de los jardines domésticos como espacios informales de conservación, con especies no registradas en los muestreos.

Por último, con las curvas de acumulación y rarefacción se comprobó que la experiencia del investigador tiene un impacto directo en la representatividad del muestreo y la estimación de la riqueza de todos los grupos evaluados, especialmente de los líquenes. Dado que los investigadores expertos detectaron el doble de riqueza que los de otros niveles, podría concluirse que un porcentaje muy alto de la diversidad se ignoraría en estudios ambientales que se aceptan porque cumplen con los requisitos de representatividad. Esto evidencia la necesidad de replantear la importancia de la experiencia en relación con la

precisión de los muestreos, además de considerar nuevas rutas (métodos de muestreo en biotopos, otros estimadores de diversidad, otros métodos para evaluar la representatividad, etc.) que permitan complementar posibles vacíos en estas investigaciones. Se recomienda usar otros métodos para evaluar la diversidad, más allá de la representatividad, por ejemplo, establecer líneas de base de distintos ecosistemas para compararlos con estudios futuros, de manera que se pueda contrastar la diversidad de especies en un determinado lugar. Con respecto a la presencia de especies raras y muy raras, las cuales aumentan con el estado de conservación del bosque, se podrían establecer umbrales indicadores de muestreos no exhaustivos. Por último, debe garantizarse que los muestreos de epifitas estén a cargo de personal capacitado para evitar la subestimación de la diversidad.

Agradecimientos

Al Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca (INCIVA) por permitir la entrada al PNR el Vínculo.

Contribución de los autores

Todos los autores participaron por igual en el planteamiento del estudio, su escritura y su análisis.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Archaux, F., Gosselin, F., Bergès, L., & Chevalier, R.** (2006). Effects of sampling time, species richness and observer on the exhaustiveness of plant censuses. *Journal of Vegetation Science*, *17*(3), 299-306. [https://doi.org/10.1658/1100-9233\(2006\)017\[0299:EOSTSR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1658/1100-9233(2006)017[0299:EOSTSR]2.0.CO;2)
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).** (2019). *Circular interna sobre supresión del trámite de levantamiento parcial de vedas. Circular No. 00016, 31 de diciembre de 2019.* <https://www.dropbox.com/s/cl/i5b5jyctknto9by5s4w8u/CIRCULAR-INTERNA-No.-00016-ANLA-VEDAS.pdf?rlkey=5nj96u9m0m7gq35w4zhfsuxy0&e=1&st=4f7lclu&dl=0>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).** (s.f.). *Nuestros logros.* <https://www.anla.gov.co/evaluacion-de-licencias-ambientales/nuestros-logros-selaanla.gov.co>
- Berkes, F.** (2008). *Sacred Ecology* (2nd ed.). Routledge.
- Berkes, F.** (2009). Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management*, *90*(5), 1692-1702. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.001>
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C.** (2003). *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change.* Cambridge University Press.
- Bermúdez-Cavero, A. O., Bernat-Ponce, E., Gil-Delgado, J. A., López-Iborra, G. M., Rodríguez-Navarrete, I.** (2023). El efecto de los observadores y la estructura urbana en las estimaciones poblacionales en la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*). *Caldasia*, *46*(2), 421-432. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v46n2.107168perfilesycapacidades.javeriana.edu.co>
- Boumans, M.** (2015). *Science Outside the Laboratory: Measurement in Field Science and Economics.* Oxford University Press.
- Carmona-Higueta, M. J., Mendieta-Leiva, G., Gómez-Díaz, J. A., Villalobos, F., Nunes Ramos, F., Costa Elias, J. P., Jiménez-López, D. A., Zuluaga, A., Holst, B. Kessler, M., Mathieu, G., Zizka, A., Zotz, G., Krömer, T.** (2023). Conservation status of vascular epiphytes in the Neotropics. *Biodiversity and Conservation*, *33*, 51-71 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02730-8>
- Clement, C. R., Ferreira, M. J., Cassino, M. F., De Moraes, J. F.** (2024). Domestication of Amazonian landscapes. *Estudos Avançados*, *38*, 55-72. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142024380104>
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Balmford, A.** (2005). Monitoring matters: Examining the potential of locally-based approaches. *Biodiversity and Conservation*, *14*, 2507-2542. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-8375-0>

- Davison, J., Vasar, M., Sepp, S.-K., Oja, J., Al-Quraishy, S., Bueno, G., Cantero, J.J., Chimbiputo-Fabiano, E., Decocq, G., Fraser, L., Hiiesalu, I., Hozzein, W.N., Koorem, K., Moora, M., Mucina, L., Onipchenko, V., Öpik, M., Pärtel, M., Phosri, C., Semchenko, M., Vahter, T., Tedersoo, L., Zobel, M.** (2022). Dominance, diversity, and niche breadth in arbuscular mycorrhizal fungal communities. *Ecology*, *103*, e3761. <https://doi.org/10.1002/ecy.3761>
- De Araujo, M. L. & Ramos, F. N.** (2021). Targeting the survey efforts: Gaps and biases in epiphyte sampling at a biodiversity hotspot. *Forest Ecology and Management*, *498*, 119544. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119544>
- Del Valle, G.** (2022). *Más de 400 especies de plantas y 35 de murciélagos, entre hallazgos de investigación del Inciva en el bosque seco tropical*. Gobernación del Valle del Cauca. <https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/75751/mas-de-400-especies-de-plantas-y-35-de-murcielagos-entre-hallazgos-de-investigacion-del-inciva-en-el-bosque-seco-tropical/>
- Giordani, P. & Brunialti, G.** (2014). Sampling and interpreting lichen diversity data for biomonitoring purposes. En U. N. Rai (Ed.), *Biomonitoring of Air Pollution Using Lichens—Recent Advances* (pp. 19-46). Springer. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2181-4_2
- Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Nöske, N. M.** (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity. *Ecotropica*, *9*(1), 59-66.
- Haraway, D.** (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press.
- Huntington, H. P.** (2000). Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications*, *10*(5), 1270-1274. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1270:UTEKIS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1270:UTEKIS]2.0.CO;2)
- INCIVA.** (s.f.). *Parque Natural Regional El Vínculo - Buga*. INCIVA. <https://www.inciva.gov.co/patrimonios-turisticos---v2/parque-natural-regional-el-vinculo---buga>
- Johansson, D.** (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. *Acta Phytogeographica Suecica*, *59*, 1-129.
- Kaufmann, S., Weinrich, T., Hauck, M., Leuschner, C.** (2019). Vertical variation in epiphytic cryptogam species richness and composition in a primeval *Fagus sylvatica* forest. *Journal of Vegetation Science*, *30*(5), 881-892. <https://doi.org/10.1111/jvs.12767>
- Kor, L., Fernández-Lucero, M., Flórez, D. A. G., Dawson, T. P., Díazgranados, M.** (2023). Bridging local and scientific knowledge for area-based conservation of useful plants in Colombia. *AMBIO*, *53*(1), 309-323. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01890-2>
- Krasny, M. E. & Tidball, K. G.** (2009). Applying a resilience systems framework to urban environmental education. *Environmental Education Research*, *15*(4), 465-482. <https://doi.org/10.1080/13504620903003290>
- Lakićević, M. & Srđević, B.** (2018). Measuring biodiversity in forest communities – A role of biodiversity indices. *Contemporary Agriculture*, *67*(1), 65-70. <https://doi.org/10.2478/contagri-2018-0009>
- Martínez-Alier, J.** (2009). *El ecologismo de los pobres: Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria Editorial.
- Medina, E.** (2024). *Informe Licencia Ambiental – Cañas Gordas*. Colombia.
- Milena, M. M.** (2016). *Análisis espacio-temporal de uso del suelo en el valle geográfico del río Cauca en las últimas cuatro décadas* [Tesis de maestría, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital Universidad del Valle. <https://hdl.handle.net/10893/33632>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).** (2019). *Circular MADS 8201-2-808 del 09 de diciembre de 2019 – Anexo*. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/levantamiento-de-veda-de-flora-silvestre/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).** (2018). *Manual de compensaciones del componente biótico*. <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/manual-de-compensaciones-del-componente-biotico/minambiente.gov.co>
- Morrison, L. W.** (2021). Nonsampling error in vegetation surveys: Understanding error types and recommendations for reducing their occurrence. *Plant Ecology*, *222*(5), 577–586. <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01109-2>
- Morrison, L. W., Leis, S. A., DeBacker, M. D.** (2023). Observer error in grassland vegetation surveys: Effects on species diversity metrics and species–abundance relationships. *Journal of Plant Ecology*, *16*(2), 123-132. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtac123>
- Obermüller, F. A., Silveira, M., Salimon, C. I., Daly, D. C.** (2011). Epiphytic (including hemiepiphytes) diversity in three timber species in the southwestern Amazon, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, *21*(3), 565-575. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0196-4>

- Qiao, H., Orr, M. C., Hughes, A. C.** (2024). Measuring metrics: What diversity indicators are most appropriate for different forms of data bias? *Ecography*, 47(1), e06543. <https://doi.org/10.1111/ecog.06543>
- Ramírez-Morán, N. A., León-Gómez, M., Lücking, R.** (2016). Uso de biotipos de líquenes como bioindicadores de perturbación en fragmentos de bosque altoandino (Reserva Biológica “Encenillo”, Colombia). *Caldasia*, 38(1), 31-52. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57821ingentaconnect.com+2perfilesycapacidades.javeriana.edu.co+2researchgate.net+2>
- Richardson, P. J., MacDougall, A. S., Stanley, A., Kaye, T. N., Dunwiddie, P. W.** (2012). Inversion of plant dominance-diversity relationships along a latitudinal stress gradient. *Ecology*, 93(7), 1431-1438. <https://doi.org/10.1890/11-1570.1>
- Sharashy, O.** (2022). Application of Shannon and Simpson Diversity Index to study plant biodiversity on coastal rocky ridges habitats with reference to census data in the Ras El-Hekma and Omayed area on the western coastal region of Egypt. *Journal of Pure & Applied Sciences*, 21(1), 41-45.
- SIDAP & CVC.** (2023). *Parque Natural Regional El Vínculo*. SIDAP Valle del Cauca. <https://sidap.cvc.gov.co/es/areas-protegidas/pnr-el-vinculo>
- Sinha, D., Borkataky, M., Chowardhara, B., Nath, R.** (2024). Taxonomy of Lichen. In *Taxonomy of Lichen* (pp. 21-37). <https://doi.org/10.1002/9781394190706.ch3>
- Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB) Colombia.** (2023). *Compromiso de los tomadores de decisiones, basado en las colecciones biológicas, para salvar epífitas globalmente amenazadas en Colombia*. <https://biodiversidad.co/comunidad/proyectos/bid/epifitas/>
- Suárez-Parra, K. V., Cély-Reyes, G. E., Forero-Ulloa, F. E.** (2016). Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuena de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 25(44), 9-17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148412001>
- Toledo, V. M. & Barrera-Bassols, N.** (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial.
- Uribe, J. & Gradstein, S. R.** (2024). Estado del conocimiento de la flora de hepáticas de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23(87), 315-318. [https://doi.org/10.18257/racefyn.23\(87\).1999.2909racefyn.co](https://doi.org/10.18257/racefyn.23(87).1999.2909racefyn.co)
- Wang, D., Xu, P.-Y., An, B.-W., Guo, Q.-P.** (2024). Urban green infrastructure: Bridging biodiversity conservation and sustainable urban development through adaptive management approach. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1352269>