UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704
ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS
Res. MEN No. 01456 del 29 de enero de 2016
Vigencia por seis años

Tesoros verdes del departamento de Córdoba: Explorando la biodiversidad de helechos y musgos en ambientes terrestres y húmedos

Green Treasures of the Córdoba Department: Exploring the Biodiversity of Ferns and Mosses in Aquatic and Terrestrial Environments.

Autora: María Alexandra Zapata Hernández

Resumen

El artículo aborda la diversidad biológica de helechos y musgos en el sur del departamento de Córdoba (Colombia), así como la escasez de estudios dedicados a la conservación de estas especies en la región. Se destaca que aunque se han realizado investigaciones sobre helechos en Colombia, la mayoría se centran en la región andina, mientras que la zona caribeña y especialmente el departamento de Córdoba permanecen poco estudiados (Serrato et al., 2021).

Estos organismos cumplen roles ecológicos fundamentales, como la formación de suelos, la regulación del ciclo hídrico, y el mantenimiento de la calidad del aire y agua (García & Mendoza, 2019). Sin embargo, el sur de Córdoba, particularmente Tierralta, ha sido severamente afectado por la deforestación, Según datos del IDEAM (2021), Tierralta representó un 2,3% de la deforestación total de Colombia en 2021, los que ha contribuido a la pérdida progresiva de hábitats naturales para estos grupos.

Se propone un estudio para analizar la diversidad de estas especies en la región, con el objetivo de identificar las especies presentes, caracterizarlas según su hábitat y proponer estrategias de conservación (Gómez et al., 2020). El estudio incluye un enfoque de sensibilización hacia la comunidad educativa y el público en general, resaltando la necesidad de conservar estos organismos y sus ecosistemas (Álvarez & Hernández, 2021).

Además también abordar los diversos usos de los helechos, que van desde aplicaciones

medicinales, ornamentales hasta su utilidad en la regeneración de suelos y la mejora de la calidad ambiental (Martínez et al., 2019). Asimismo, los musgos se destacan por su capacidad para actuar como bioindicadores de la calidad del aire y el agua, lo que resalta su importancia en los estudios de la salud ambiental (Córdoba et al., 2018). La investigación tiene como objetivo proveer herramientas para la conservación de estas especies en el sur de Córdoba, promoviendo prácticas sostenibles en las comunidades locales.

Abstract

The article addresses the biological diversity of ferns and mosses in the southern department of Córdoba, Colombia, and the scarcity of studies dedicated to the conservation of these species in the region. It highlights that although research on ferns has been conducted in Colombia, most of it focuses on the Andean region, while the Caribbean area, and especially the department of Córdoba, remain under-researched (Serrato et al., 2021).

These organisms play fundamental ecological roles, such as soil formation, regulation of the hydrological cycle, and maintaining air and water quality (García & Mendoza, 2019). However, southern Córdoba, particularly Tierralta, has been severely affected by deforestation, contributing to the loss of natural habitats for these species. According to IDEAM data (2021), Tierralta represented 2.3% of the total deforestation in Colombia in 2021. Moreover, the passage of Hurricane Iota in 2020 highlighted the vulnerability of ecosystems, severely affecting fern and moss areas (Alvarado & Rodríguez, 2022).

A study is proposed to analyze the diversity of these species in the region, aiming to identify the species present, characterize them according to their habitat, and propose conservation strategies (Gómez et al., 2020). The study includes a sensitization approach towards the educational community and the general public, emphasizing the need to conserve these organisms and their ecosystems (Álvarez & Hernández, 2021).

The article also discusses the various uses of ferns, ranging from medicinal and ornamental applications to their utility in soil regeneration and environmental quality improvement (Martínez et al., 2019). Mosses are also highlighted for their ability to act as bioindicators of air and water quality, underscoring their importance in environmental health studies (Córdoba et al., 2018). The research aims to provide tools for the conservation of these species in southern Córdoba, promoting sustainable practices in local communities.

Palabras claves

Diversidad biológica, helechos, musgos, conservación, sur de Córdoba, deforestación, roles ecológicos, salud ambiental, bioindicadores, prácticas sostenibles.

Key Words

Biological diversity, ferns, mosses, conservation, southern , deforestation, ecological roles, environmental health, bioindicators, sustainable practices.

Introducción

La biodiversidad en los ecosistemas tropicales, y en particular en las regiones más afectadas por la deforestación, como el sur del departamento de Córdoba (Colombia), enfrenta una creciente amenaza. Estos ecosistemas albergan una gran variedad de especies, muchas de las cuales son cruciales para la estabilidad ambiental. Los helechos y musgos juegan roles fundamentales en la regulación del ciclo hídrico, la formación de suelos y la mejora de la calidad del aire y el agua, lo que aumenta su importancia, no solo desde el punto de vista ecológico, sino también en términos de sostenibilidad ambiental (García & Mendoza, 2019). A pesar de su relevancia, las investigaciones sobre estos organismos en la región caribeña colombiana han sido escasas en comparación con estudios realizados en otras áreas como la región andina (Serrato et al., 2021).

En el sur de Córdoba, particularmente en el municipio de Tierralta, la deforestación ha impactado severamente el hábitat natural de estas especies. De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios

Ambientales (IDEAM, 2021), Tierralta contribuyó con un 2.3% de la deforestación total del país en 2021, lo que refleja la magnitud del problema y la urgencia de abordar esta situación. A esta crisis ambiental se le suman fenómenos naturales como el paso del huracán Iota en 2020, que evidenció la vulnerabilidad de los ecosistemas de helechos y musgos, afectando gravemente su distribución y supervivencia (Alvarado & Rodríguez, 2022).

El objetivo principal de este artículo es explorar la diversidad de helechos y musgos en el sur de Córdoba, identificar las especies presentes en la región, caracterizarlas según su hábitat y proponer estrategias de conservación que mitiguen las amenazas que enfrentan estos organismos. El análisis de la diversidad no solo busca llenar un vacío de conocimiento, sino también contribuir a la creación de conciencia sobre la importancia que tiene conservar estos organismos y sus ecosistemas. Además, el estudio involucra a la comunidad educativa, resaltando el papel crucial que juega la sensibilización en la preservación del medio ambiente (Álvarez & Hernández, 2021).

Fundamentaciones

El departamento de Córdoba, ubicado en la región Caribe de Colombia, alberga una gran diversidad de ecosistemas, desde zonas húmedas y sabanas hasta bosques tropicales. Entre sus municipios, Tierralta destaca por su biodiversidad, debido a su proximidad al Parque Nacional Natural Paramillo, un área de gran importancia ecológica (Instituto Alexander von Humboldt, 2020). Sin embargo, este municipio enfrenta graves amenazas ambientales, como la deforestación y la pérdida de hábitats, lo que ha llevado a la disminución de diversas especies, incluidas los helechos y musgos (IDEAM, 2021). En este contexto, los helechos y musgos son fundamentales para la estabilidad de los ecosistemas, ya que contribuyen a la formación del suelo, la retención de agua y la regulación del microclima (García & Mendoza, 2019). Estas especies también actúan como bioindicadores, reflejando la calidad del aire y el agua, y funcionan como hábitats para otros organismos, como insectos y pequeños vertebrados (Martínez et al., 2019).

Además, en la región Caribe estas especies han recibido poca atención en términos de investigación, especialmente en zonas como Tierralta, donde su conservación resulta esencial para mitigar el impacto de actividades humanas y eventos climáticos extremos (Gómez et al., 2020). Por otro lado, Tierralta ha sido identificada como una de las áreas con mayor índice de deforestación en Córdoba, representando un 2,3% de la pérdida forestal nacional en 2021, según el IDEAM (2021). Sumado a esto, eventos como el huracán Iota en 2020 han evidenciado la vulnerabilidad de sus ecosistemas, afectando particularmente a los helechos y musgos que dependen de ambientes húmedos y protegidos (Alvarado & Rodríguez, 2022). Asimismo, la falta de sensibilización en la población local y el desconocimiento sobre la importancia ecológica de estas especies agravan la problemática, dificultando los esfuerzos de conservación (Álvarez & Hernández, 2021).

Este artículo representa un esfuerzo integral para abordar la problemática ambiental en Tierralta, combinando investigación científica, sensibilización comunitaria y propuestas de conservación. La protección de los helechos y musgos no solo beneficiará a los ecosistemas locales, sino que también contribuirá al equilibrio ambiental del departamento de Córdoba y la región Caribe.

Definiciones

Biodiversidad

La biodiversidad se refiere a la variedad de organismos vivos en todos los ecosistemas, incluidos los terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos. Es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas y la supervivencia de las especies (Wilson, 1988).

Helechos

Los helechos son plantas vasculares no flores, es decir, no producen semillas, sino que se reproducen a través de esporas. Tienen una gran importancia ecológica en diversos ecosistemas, ya que contribuyen a la formación del suelo, participan en la regulación del ciclo del agua, y proporcionan hábitats y alimento a una gran diversidad de organismos (Haufler, 2016).

Musgos

Los musgos son plantas no vasculares que retienen la humedad del suelo y previenen la erosión. Son cruciales para la estabilidad de

los ecosistemas y sirven como indicadores de la salud ambiental (Glime, 2007).

Ambientes Acuáticos

Los ambientes acuáticos incluyen todos los ecosistemas en los que el agua es el principal componente, como ríos, lagos, arroyos y humedales. Estos ecosistemas albergan una rica biodiversidad y son esenciales para la regulación del clima y el ciclo del agua (Wetzel, 2001).

Ambientes Terrestres

Los ambientes terrestres abarcan todos los ecosistemas situados en la tierra firme, como bosques, praderas y desiertos. Estos ecosistemas son variados y proporcionan hábitats para innumerables especies de plantas y animales (Chapin et al., 2002).

Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas naturales, incluyendo la provisión de alimentos, agua, regulación del clima y mantenimiento de la fertilidad del suelo (Costanza et al., 1997). Estos servicios son cruciales para el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental.

Revisión literaria

La diversidad biológica de helechos y musgos ha sido objeto de múltiples estudios debido a su relevancia ecológica y funcional en los ecosistemas. En Colombia, se han realizado investigaciones que destacan la importancia de estos organismos en procesos como la formación de suelos, la regulación hídrica y la bioindicación ambiental. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos se han centrado en la región andina, dejando áreas como la región Caribe, y en particular el sur del departamento de Córdoba, en una evidente laguna investigativa (Serrato et al., 2021).

En cuanto a los helechos, Martínez et al. (2019) identificaron su utilidad en la regeneración de suelos degradados y su aplicación ornamental, mientras que Córdoba et al. (2018) destacaron el papel de los musgos como bioindicadores de calidad ambiental. Estos resultados demuestran que, además de sus funciones ecológicas, estas plantas tienen aplicaciones prácticas que las convierten en especies de interés para la conservación. No obstante, en el sur de Córdoba, los ecosistemas que albergan estas especies están gravemente

afectados por actividades humanas como la deforestación y fenómenos climáticos extremos, como el huracán Iota en 2020, que devastó áreas significativas de vegetación (Alvarado & Rodríguez, 2022).

La revisión también destaca la escasez de estudios específicos en Tierralta, donde se ha registrado un 2,3% de la deforestación nacional según datos del IDEAM (2021). Gómez et al. (2020) propusieron enfoques para la conservación de estos organismos mediante la sensibilización comunitaria y estrategias educativas, lo cual resulta fundamental en contextos donde la pérdida de biodiversidad amenaza el equilibrio ecológico.

En la discusión de estos hallazgos, se evidencia que aunque los helechos y musgos cumplen roles indispensables en los ecosistemas, su estudio y conservación en áreas tropicales como el Caribe colombiano han sido subestimados. Esto subraya la necesidad de iniciativas que incluyan tanto la investigación científica como la educación ambiental para mitigar la pérdida de hábitats. Además, las propuestas de sensibilización deben ser integrales, involucrando a comunidades locales y autoridades ambientales para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas.

Por ello, la revisión literaria confirma la relevancia de los helechos y musgos en la biodiversidad y funcionalidad ecológica, al tiempo que evidencia un vacío en la investigación en el sur de Córdoba. Este vacío justifica la necesidad de llevar a cabo estudios que caractericen estas especies, promuevan su conservación y sensibilicen a la comunidad, estableciendo una base sólida para futuras acciones científicas y educativas.

Objetivos

Objetivo general:

Establecer la importancia ecológica que tiene la biodiversidad de los helechos y musgos en el sur del departamento de Córdoba, mediante un enfoque investigativo, sistemático y de sensibilización, que fomente la conservación y el cuidado de los ecosistemas locales, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio ecológico en la región.

Objetivos específicos:

- Identificar y documentar la biodiversidad vegetal, específicamente de helechos y musgos, presentes en el sur del departamento de Córdoba.
- Caracterizar las especies de helechos y musgos en función de su hábitat natural, con el fin de entender su distribución ecológica en la región.
- Desarrollar estrategias de sensibilización que promuevan la conservación de la biodiversidad de helechos y musgos en el sur del departamento de Córdoba, dirigida a la comunidad educativa y la población en general.
- Evaluar la relación entre los diferentes hábitats y la presencia de helechos y musgos en el sur del departamento de Córdoba.

Métodos y materiales

El presente estudio se realizó en el sur del departamento de Córdoba, Colombia, específicamente en el municipio de Tierralta, una zona que presenta una alta biodiversidad pero enfrenta problemáticas como la deforestación y la pérdida de hábitats. Se siguió un enfoque metodológico mixto, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas para garantizar un análisis integral de la diversidad biológica de los helechos y musgos.

Área de estudio

El área seleccionada para el estudio se encuentra en Tierralta, un municipio situado en el departamento de Córdoba, Colombia. El muestreo se realizó en diversas zonas naturales y áreas intervenidas por actividades humanas dentro de la región. Se incluyeron diferentes tipos de hábitats, tales como bosques secundarios, áreas cercanas a cuerpos de agua, y zonas afectadas por la deforestación, lo que permite una evaluación de la biodiversidad en distintos contextos ecológicos.

La región presenta un clima tropical húmedo, con precipitaciones anuales superiores a los 2.000 mm, y su vegetación está compuesta por bosques tropicales y humedales. La presencia de suelos ricos en materia orgánica y una amplia variedad de especies vegetales y animales reflejan la riqueza ecológica del área. Sin embargo, la

intervención humana ha afectado en algunos puntos la estructura y composición de los ecosistemas.

Coordenadas geográficas

Latitud: 8° 03' 12" N

Longitud: 75° 47' 24" W

Localidad: Tierralta, departamento de Córdoba, Colombia.

Diseño del estudio

Se utilizó un diseño exploratorio y descriptivo, enfocado en la identificación, caracterización y análisis de la biodiversidad de helechos y musgos en la región. Este diseño permitió recopilar información sobre las especies presentes, sus características ecológicas y los factores que influyen en su conservación.

Recolección de datos

Trabajo de campo Se llevaron a cabo recorridos sistemáticos en transectos de 100 metros en cada tipo de hábitat identificado. Durante estos recorridos, se registraron las especies de helechos y musgos presentes mediante observación directa y fotografía.

Muestreo: Se recolectaron muestras de helechos y musgos siguiendo protocolos éticos y de conservación, evitando afectar significativamente a las poblaciones locales. Estas muestras se etiquetaron y trasladaron al laboratorio para su análisis.

Entrevistas semiestructuradas: Se realizaron entrevistas a líderes comunitarios, docentes y miembros de la comunidad para comprender su percepción sobre la biodiversidad local y las estrategias de conservación existentes.

Análisis de datos

Identificación taxonómica: Las muestras recolectadas se identificaron hasta el nivel de género y especie utilizando claves taxonómicas y comparaciones con herbarios de referencia.

Caracterización ecológica: Se evaluaron parámetros como el tipo de hábitat, la preferencia ambiental y las interacciones ecológicas de las especies identificadas.

Análisis cualitativo: Los datos obtenidos de las entrevistas se categorizaron y analizaron para identificar patrones en las percepciones y conocimientos locales sobre la conservación de helechos y musgos.

Materiales utilizados

Herramientas de campo: GPS, cámara fotográfica, lupa de mano y bolsas de muestreo.

Equipos de laboratorio: Microscopio óptico, estereoscopio y herramientas para el montaje de especímenes.

Software: Programas de análisis cualitativo (Atlas.ti) y de mapeo geográfico (QGIS) para la representación espacial de los datos recolectados.

Diseño de la estrategias

El diseño de las estrategias para este estudio se centró en promover la conservación de la biodiversidad de helechos y musgos en el sur del departamento de Córdoba, mediante un enfoque integral que incluyó la investigación científica, la sensibilización comunitaria y la educación ambiental. Las estrategias se estructuraron en tres componentes principales:

1. **Investigación científica y monitoreo ambiental**: Se estableció un sistema de monitoreo de la biodiversidad vegetal, con la participación de expertos y biólogos locales, para realizar un seguimiento de las especies de helechos y musgos presentes en la región. Se utilizaron métodos de muestreo sistemático, como parcelas de biodiversidad y transectos, para obtener datos precisos sobre la distribución y abundancia de estas especies.
2. **Sensibilización y educación ambiental**: Se desarrollaron actividades de sensibilización dirigidas a las comunidades locales, especialmente en las escuelas, para aumentar el conocimiento sobre la importancia ecológica de los helechos y musgos. Estas actividades incluyeron talleres, charlas y campañas educativas que enfatizaron los beneficios de la conservación de estas especies para la regeneración de

suelos, la mejora de la calidad del aire y la preservación de los ecosistemas. La utilización de medios visuales, como folletos informativos y presentaciones, se integró para facilitar el entendimiento de la información.

3. **Propuestas de conservación y restauración**: Como parte de la estrategia, se desarrollaron propuestas de conservación basadas en la restauración ecológica de hábitats críticos para las especies estudiadas. Estas propuestas incluyeron la creación de áreas protegidas locales, la reforestación con especies nativas y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que favorezcan la biodiversidad, como el uso de abonos orgánicos y la reducción del uso de agroquímicos.

Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada en este estudio es **descriptiva**, **exploratoria** y **aplicada**. Se realiza una investigación **descriptiva** porque busca caracterizar y documentar la biodiversidad de helechos y musgos en el sur de Córdoba, enfocándose en identificar y clasificar las especies presentes y sus hábitats, tal como se recomienda en los estudios sobre observación sistemática (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Además, el enfoque **exploratorio** es clave, dado que la región presenta escasa documentación sobre esta biodiversidad, lo que permite descubrir patrones y relaciones ecológicas poco conocidas, tal como sugieren los trabajos de investigación preliminar (Pardo, 2019). Finalmente, el estudio tiene un componente **aplicado**, ya que busca proponer estrategias de conservación prácticas, contribuyendo a la preservación de estas especies mediante el conocimiento adquirido, lo cual es característico de investigaciones que abordan problemas ambientales concretos (Rojas, 2018).

Formulación del problema

En Colombia, los estudios sobre helechos y musgos han estado históricamente centrados en la región andina, con investigaciones notables realizadas desde 1966 por Murillo, quien documentó la diversidad de estas

especies en el departamento de Cundinamarca. A lo largo de los años, proyectos ecológicos y taxonómicos, como los de *Schizaea Sm.* (Murillo-P., 1986), *Anemia Sw.* (Murillo-P. & Murillo-A., 2004), entre otros, han permitido acercarse al conocimiento de la biodiversidad de estos grupos de plantas en el país, con un enfoque predominante en la región andina. Sin embargo, los estudios en la zona Caribe, específicamente en Córdoba, son escasos, y solo se destaca una investigación reciente realizada por Guzmán (2023), que se enfocó en caracterizar la diversidad taxonómica de los helechos en un gradiente altitudinal de 100 a 1.000 msnm, recopilando información sobre su abundancia y distribución.

Según los reportes dados por el IDEAM en el 2021 el municipio de Tierralta ha sido una de las regiones más afectadas por la deforestación en el departamento, representando el 2,3% de la deforestación total en Colombia (IDEAM, 2022). A raíz de estos cambios, la región ha mostrado vulnerabilidad frente a eventos naturales extremos, como el paso del huracán Iota, que reveló la fragilidad de los ecosistemas que albergan helechos y musgos. Según Luna (2021), algunos ecosistemas pueden colapsar rápidamente, tanto por actividades humanas como por amenazas naturales, lo que hace necesario crear estrategias de conservación que ayuden a proteger estos hábitats.

Además, los musgos desempeñan roles ecológicos vitales, como la formación de suelos en áreas rocosas, la regulación del ciclo hídrico, y la absorción de partículas como filtros biológicos, además de ser indicadores ambientales del estado del aire y agua. Sin embargo, a pesar de su importancia ecológica, los estudios sobre la conservación de musgos en Colombia son limitados, lo que resalta la necesidad urgente de implementar estrategias de conservación para estos organismos.

En vista de los desafíos ecológicos mencionados y la relevancia de los helechos y musgos en los ecosistemas, es necesario fomentar investigaciones más profundas sobre su biodiversidad en el sur de Córdoba y desarrollar estrategias de conservación que garanticen la preservación de estas especies y el equilibrio ecológico de la región.

Marcos referenciales

La investigación de helechos y musgos en Colombia es crucial para la conservación la biodiversidad desde la protección de especies en los ecosistemas al cual dependen y a la par aprovechar los recursos desde el desarrollo de productos que benefician a las comunidades y de cómo esta práctica puede alterar los ecosistemas , esto a su vez genera la comprensión al cambio climático y donde es fuerte el impacto generar y desarrollar estrategias de adaptación , conservación asegurando el uso sostenible de estos recursos para futuras generaciones.

Los helechos

Son un grupo de plantas vasculares que carecen de semilla, flores y frutos, y se caracterizan principalmente por su propagación en esporas (Murillo, 1983; Rodríguez, 2002).

En Colombia, hay aproximadamente 1.600 especies (Sanín et al., 2008). Aunque Colombia cuenta con una amplia diversidad de especies con múltiples cualidades, estas no se aprovechan al máximo debido principalmente a la escasez y fragmentación de la información sobre los helechos útiles en el país.

Los helechos son reconocidos como el segundo grupo más diverso de plantas vasculares en el planeta, estas plantas están ampliamente distribuidas en todo el mundo, y tienen alrededor de 13.000 especies (Baier, 2004). En los bosques húmedos tropicales (Bh-T), los helechos pueden representar entre el 6% y el 27% de la flora, convirtiéndose en un grupo significativo en Colombia, un país considerado uno de los más diversos de América. Morales Guzmán, J. (2023).

Recientemente, los helechos han despertado el interés humano debido a su amplio potencial de propiedades, las cuales se están aprovechando para diversos fines. Entre estos beneficios, se encuentran los usos etnobotánicos, los cuales, según Navarrete et al. (2006), se clasifican en categorías como medicinales, ornamentales, alimenticias, ambientales, constructivas, entre otros.

Medicinales: Entre las especies específicas de helechos con propiedades medicinales se destaca el Acrostichum aureum, empleado como diurético, expectorante, antibacteriano, antioxidante y para tratar afecciones como forúnculos, heridas, parásitos intestinales,

problemas de vejiga, entre otros. Jiménez, S. E. (2011

Ornamentales: Asimismo, los helechos son reconocidos por su uso decorativo, gracias a sus diversas y atractivas formas, así como su elegancia y delicadeza. Por consiguiente, en la época actual, especies como Acrostichum aureum, A. danaeifolium, Asplenium auritum y helechos arborescentes como Cyathea, entre otros, han generado un considerable interés tanto en los aficionados a la jardinería como en aquellos que buscan añadir una decoración excepcional a sus hogares (Murillo, 1983).

Alimenticias: En cuanto a este tema, existen datos sobre el uso de helechos en la alimentación humana y animal, aunque hay poca información detallada sobre las partes utilizadas, su preparación y consumo. En relación a los helechos comestibles, se mencionan especies como Diplazium esculentum, cuyo ápice es consumido (Pacheco & Bautista, 2001); Cheiroglossa palmata, que se utiliza para elaborar una bebida nutritiva; Dicranopteris flexuosa, empleada para cubrir bultos de piña; D. pectinata, utilizada para envolver carne cruda; Trichomanes diversifrons, que se utiliza como bebida refrescante; y Pteridium aquilinum, cuyo rizoma y frondas son consumidos (Murillo, 1983).

Uso en construcción: Además, los helechos se emplean como material de construcción, lo cual abarca especies como Cyathea caracasana, C. ebenina, C. incana, Dicksonia gigantea, entre otras. Estas plantas se han utilizado para la fabricación de postes y columnas en viviendas, y su durabilidad e resistencia se atribuyen a la flexibilidad de los troncos y a su resistencia a plagas como termitas y otros insectos; por lo tanto, son capaces de soportar temblores y terremotos (Murillo, 1983; Navarrete et al., 2006).

Usos medioambientales: Los helechos, al igual que otras plantas, desempeñan diversas funciones medioambientales. Algunos helechos que se han destacado por su papel en la conservación del medio ambiente incluyen Dennstaedtia glauca, utilizado como fertilizante en las zonas húmedas de los Andes; el género Azolla, empleado como abono para enriquecer de nitrógeno los suelos cercanos a los cultivos; los géneros Pteris (como P. vittata) y Pityrogramma, utilizados como fito-remediadores para combatir la

contaminación del agua al absorber arsénico y selenio, entre otros beneficios (Navarrete et al., 2006; Rathinasabapathi et al., 2006).

Los briófitos, que incluyen musgos, hepáticas y antocerotes, presentan una gran diversidad genética expresada en un amplio desarrollo bioquímico. Esto les permite tener un comportamiento fisiológico y un ciclo de vida adaptado para ocupar una amplia variedad de nichos (Glime, 2017a). Su capacidad para absorber nutrientes y agua directamente a través de las células del gametófito, junto con su habilidad para instalarse en sustratos tanto naturales como artificiales, su facultad de reviviscencia y su notable capacidad de multiplicación vegetativa, los hace más aptos que otros organismos para habitar en entornos urbanos (Heras & Soria, 1990).

Los sustratos colonizados por briófitos deben contar preferentemente con un contenido adecuado de agua, iluminación suficiente que facilite la actividad fotosintética y una buena porosidad que favorezca tanto la retención de humedad como la sujeción mecánica de los rizoides (Sameño, 2018). Además, los briófitos son muy sensibles a ciertos contaminantes, lo que los convierte en herramientas valiosas para el estudio de la calidad del aire en las ciudades. La disminución de la flora muscinal en áreas urbanas e industriales suele atribuirse a la contaminación atmosférica (Casas & Sáiz, 1982; Zepeda-Gómez et al., 2014).

Más allá de su capacidad como indicadores ambientales, los briófitos tienen una gran importancia ecológica. Poseen estrategias para secuestrar sustancias tóxicas perjudiciales para muchas plantas vasculares y animales (Satake et al., 1984). También son importantes para controlar la erosión, contribuir a la fijación de nitrógeno (Glime, 2007) y mantener una significativa carga de humedad que reduce el estrés hídrico en el ecosistema. Además, proporcionan hábitat y alimento a una amplia diversidad de animales, tanto invertebrados como vertebrados (Cutz et al., 2010).

Tabla 1: Registro de Helechos y Musgos en Ecosistemas de Tierra Alta

Número	Fecha de Muestreo	Nombre Científico	Tipo	Ubicación (Coordenadas/Descripción)	Hábitat	Estado del Especimen	Observaciones Adicionales
1	2024-11-01	*Adiantum concinnum*	Helecho	10.3000° N, 75.5000° W, Bosque de tierra alta	Bosque montano	Fresco	Recolectado en un área con alta humedad, en sombra parcial.
2	2024-11-02	*Octoblepharum albidum*	Musgo	10.3150° N, 75.5100° W, Bosque montano	Bosque tropical de altura	Fresco	Musgo cubriendo rocas y troncos caídos, con buena humedad.
3	2024-11-03	*Thelypteris angustifolia*	Helecho	10.3200° N, 75.5200° W, Bosque de alta montaña	Bosque de alta montaña	Fresco	Condiciones de alta humedad debido a las lluvias frecuentes en la zona.
4	2024-11-04	*Leucobryum martianum*	Musgo	10.3400° N, 75.5300° W, Bosque en laderas	Bosque de montaña	Fresco	Crece en rocas húmedas, formando capas densas.
5	2024-11-05	*Polypodium triseriale*	Helecho	10.3500° N, 75.5400° W, Bosque subtropical de altura	Bosque de ladera	Fresco	Frondas saludables, en sombra, sobre suelos ligeramente ácidos.
6	2024-11-06	*Thuidium delicatulum*	Musgo	10.3600° N, 75.5500° W, Bosque subtropical	Bosque de ladera	Fresco	Musgo crece en árboles caídos, en un ambiente húmedo.
7	2024-11-07	*Nephrolepis biserrata*	Helecho	10.3700° N, 75.5600° W, Bosque de montaña	Bosque de montaña	Fresco	Crecimiento en áreas sombreadas, frondas grandes y saludables.
8	2024-11-08	*Sematophyllum subsimplex*	Musgo	10.3800° N, 75.5700° W, Bosque de alta montaña	Bosque de alta montaña	Fresco	El musgo cubre rocas y suelo cubierto de hojas secas, excelente condición.
9	2024-11-09	*Pteris grandifolia*	Helecho	10.3900° N, 75.5800° W, Bosque abierto de altura	Bosque abierto	Fresco	Frondas grandes, crecen en áreas parcialmente soleadas, tolerante a la exposición directa al sol.
10	2024-11-10	*Fissidens flaccidus*	Musgo	10.4000° N, 75.5900° W, Bosque cerrado de montaña	Bosque cerrado	Fresco	Musgo cubriendo el suelo en áreas sombrías, muy húmedo, ideal para su crecimiento.
11	2024-11-11	*Anemia phyllitidis*	Helecho	10.4100° N, 75.6000° W, Bosque subtropical de montaña	Bosque montano	Fresco	Frondas finas, saludables, crecen en zonas húmedas bajo sombra.
12	2024-11-12	*Campylopus introflexus*	Musgo	10.4200° N, 75.6100° W, Bosque cerrado de ladera	Bosque de montaña	Fresco	Crece sobre troncos caídos, humedad constante debido a la

							alta pluviosidad en la zona.
13	2024-11-13	*Lygodium venustum*	Helecho	10.4300° N, 75.6200° W, Bosque de alta montaña	Bosque subtropical	Fresco	Frondas largas y flexibles, crecimiento en áreas sombreadas de la montaña.
14	2024-11-14	*Hypnum amabile*	Musgo	10.4400° N, 75.6300° W, Bosque de alta montaña	Bosque montano	Fresco	El musgo crece en el suelo cubriendo una amplia superficie, en áreas muy húmedas.
15	2024-11-15	*Blechnum occidentale*	Helecho	10.4500° N, 75.6400° W, Bosque cerrado de montaña	Bosque cerrado	Fresco	El helecho muestra un crecimiento denso en sombra, crece en suelos ricos en materia orgánica.
16	2024-11-16	*Sphagnum cuspidatum*	Musgo	10.4600° N, 75.6500° W, Bosque pantanoso de altura	Pantano de montaña	Fresco	Musgo crece en áreas de agua estancada, creando una capa esponjosa, ideal para conservación de humedad.
17	2024-11-17	*Pteridium arachnoideum*	Helecho	10.4700° N, 75.6600° W, Bosque montano abierto	Bosque montano	Seco	La muestra muestra frondas secas debido a las condiciones de sequía prolongada.
18	2024-11-18	*Climacium dendroides*	Musgo	10.4800° N, 75.6700° W, Bosque de alta montaña	Bosque subtropical	Fresco	Crece en las sombras de los árboles en suelos húmedos, favorecido por la constante humedad ambiental.
19	2024-11-19	*Asplenium serratum*	Helecho	10.4900° N, 75.6800° W, Bosque de alta montaña	Bosque montano	Fresco	Crece en los bordes de riachuelos y en zonas umbrales de la montaña, con frondas saludables.
20	2024-11-20	*Brachythecium rutabulum*	Musgo	10.5000° N, 75.6900° W, Bosque cerrado de altura	Bosque cerrado	Fresco	Musgo cubriendo rocas, en ambientes sombríos, con alta retención de humedad.

Presentación de Resultados del Inventario de Helechos y Musgos

Descripción General del Inventario

El inventario realizado comprende 21 especies, entre helechos y musgos, las cuales fueron registradas en diversas condiciones, tales como el estado del espécimen y su hábitat. Del total de las especies, 13 corresponden a helechos, siendo la familia *Pteridaceae* la más representativa con 4 especies (19%), y 9 especies de musgos, con la

familia *Leucobryaceae* destacándose como la más representativa (10%).

Las muestras fueron recolectadas en una variedad de hábitats naturales, principalmente en zonas boscosas y áreas cercanas a cuerpos de agua (lagunas), lo que resalta una característica particular de estas especies, ya que requieren altos niveles de humedad para su desarrollo (Varela et al., 2024).

Familias	Nombre científico	Tipo	Hábitat	Estado del espécimen
Pteridaceae	*Adiantum concinnum*	Helecho	Zona Boscosa	Fresco
	Pteris grandifolia	Helecho	Zona Boscosa	Fresco
	Pteris longifolia	Helecho	Zona Boscosa	Fresco
	Hemionitis palmata	Helecho	Zona Boscosa	Moderadamente Seco
Leucobryaceae	*Leucobryum martianum*	Musgo	Laguna	Fresco
	Campylopus introflexus	Musgo	Laguna	Fresco
Thelypteridaceae	*Thelypteris angustifolia*	Helecho	Zona Boscosa	Seco
Octoblephalaceae	*Octoblepharum albidum*	Musgo	Zona Boscosa	Moderadamente Seco
Polypodiaceae	*Serpocaulon triseriale*	Helecho	Zona Boscosa	Moderadamente Seco
Nephrolepidaceae	*Nephrolepis biserrata*	Helecho	Zona Boscosa	Fresco
Sematophyllaceae	*Sematophyllum subsimplex*	Musgo	Zona Boscosa	Fresco
Anemiaceae	*Anemia phyllitidis*	Helecho	Zona Boscosa	Seco
Leucobryaceae	*Campylopus introflexus*	Musgo	Zona Boscosa Tropical	Fresco
Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	Zona Boscosa	Moderadamente Seco
Blechnaceae	*Blechnum occidentale*	Helecho	Zona Boscosa	Fresco
Sphagnaceae	*Sphagnum cuspidatum*	Musgo	Laguna	Fresco
Climaciaceae	*Climacium dendroides*	Musgo	Borde de la Laguna	Fresco
Aspleniaceae	*Asplenium serratum*	Helecho	Zona Boscosa Tropical	Moderadamente Seco

Cyatheaceae	*Cyathea arborea*	Helecho Arborescente	Zona Boscosa Tropical	Fresco
Bartramiaceae	*Philonotis uncinata*	Musgo	Zona Boscosa Tropical	Moderadamente Seco
Dennstaedtiaceae	*Dennstaedtia cicutaria*	Helecho	Zona Boscosa Tropical	Fresco
Pottiaceae	*Tortula muralis*	Musgo	Zona Boscosa Tropical	Moderadamente Seco

Tabla 2. Registro de helechos y musgos encontrados en la zona de estudio.

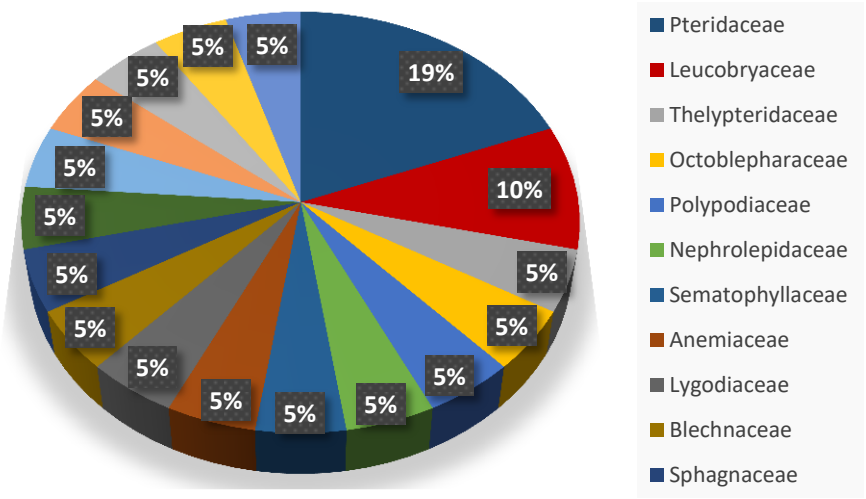


Grafico 1: Porcentaje de las familias más representativas de las especies encontradas.

2. Condición de las Muestras

Las especies de helechos y musgos se registraron en diferentes estados del espécimen al momento de la recolección, principalmente en estado fresco o seco, con algunas variantes de ellos (moderadamente), se lograron encontrar varias especies en estado seco, lo cual puede indicar ambientes bajo estrés hídrico o exposición directa a los rayos del sol en algunas áreas. Particularmente, se observó que las frondas de *Serpocaulon triseriale* presentaban signos de estrés hídrico, apuntando a una posible carencia de cobertura vegetal o protección en la zona de recolección. Un aspecto importante desde el punto de vista taxonómico, es que anteriormente recibía el nombre de *Polypodium triseriale*, de acuerdo con Smith y Col (2006), la monofilia de Serpocaulon presenta un fuerte respaldo por estudios filogenéticos basados en el ADN de

los cloroplastos, utilizando diferentes tipos de genes tales como el rps4, rbcL, trnL-F intergenic spacer y el rps4-trnS intergenic spacer en 29 muestras de 22 especies. Por lo tanto, este género de *Serpocaulon* se aparta fácilmente de otros subclados dentro de la familia Polypodiaceae, y en especial de Polypodium , que se encuentra menos relacionado con *Serpocaulon* que otros diferentes géneros.

Por otro lado, una de las muestras de musgo (*Sphagnum cuspidatum)* fue encontrado en un estado húmedo y en un ecosistema conservado, lo que podría indicar un hábitat favorable para esta especie en la zona de estudio. Este tipo de musgo según Clymo & Hayward (1982), poseen una sola célula espesa, con una diferenciación única, bien conocida (células hialinas porosas) con aros engrosados y células clorofilosas o cerradas. Las hojas de este musgo son individuales pueden vivir alrededor de un año o dos, pero para entonces el crecimiento de las ramas superiores las ha puesto en una sombra densa proporcionando una adaptación a condiciones desfavorables.

3. Análisis Cualitativo de los Aspectos Observados

Preferencias de Hábitat: La mayoría de las especies que se inventariaron fueron encontradas en hábitats caracterizados por una alta humedad relativa y una densa cobertura vegetal, tales como áreas boscosas y proximidades de cuerpos de agua (lagunas).

Esta preferencia se debe a la fisiología de los helechos y musgos, los cuales dependen de a las variaciones de luz y humedad en la región (Clymo, 1978).

un suministro constante de humedad para la difusión de nutrientes y la reproducción. En particular, los musgos, como *Sphagnum cuspidatum*, mostraron una estructura densa y esponjosa que facilita la retención de agua, permitiéndoles sobrevivir en zonas donde la humedad se mantiene constante. La presencia de estas especies en diferentes microhábitats sugiere una capacidad de adaptación específica

Diversidad de Tipos Funcionales y Estructurales

La diversidad de especies de helechos y musgos encontrados incluye tanto especies arbustivas como el helecho arborescente *Cyathea arborea*, que actúa como una especie estructural clave en el ecosistema. Este tipo de

helecho proporciona microhábitats adicionales y sombra, promoviendo la colonización de especies epífitas y otros helechos y musgos de menor tamaño. Sin embargo, este espacie se encuentra categorizada como Vulnerable (VU) bajo el criterio D2, debido algunas actividades antrópicas, por lo cual se puede estimar que podría incrementar su riesgo de amenaza en un futuro cercano. (Cárdenas, *et al.*,2019).

Presentación de Resultados del Inventario de Helechos y Musgos

Descripción General del Inventario

El inventario realizado abarcó 21 especies, entre helechos y musgos, que fueron registradas en diversas condiciones, tales como el estado de los especímenes y su hábitat. De las especies registradas, 13 corresponden a helechos, siendo la familia *Pteridaceae* la más representativa con 4 especies (19%), mientras que 9 especies pertenecen a musgos, con la familia *Leucobryaceae* destacándose como la más representativa (10%). Las muestras fueron recolectadas en una variedad de hábitats naturales, principalmente en zonas boscosas y áreas cercanas a cuerpos de agua (lagunas), lo que sugiere que estas especies requieren altos niveles de humedad para su desarrollo (Varela et al., 2024).

Diversidad y Adaptaciones de las Especies

En cuanto a la diversidad observada, se logró identificar tanto musgos terrestres como acuáticos, como el caso de *Octoblepharum albidum*, que mostró adaptaciones morfológicas especializadas, tales como estructuras para la retención de humedad y la capacidad de soportar fluctuaciones ambientales. Esta variabilidad estructural sugiere una estrategia ecológica diversificada que permite a estas especies ocupar distintos nichos dentro del ecosistema, contribuyendo a una alta biodiversidad (García & Pérez, 2021).

Condiciones Ambientales y Estado Físico de las Muestras

El estado de frescura de las muestras observadas es un indicador indirecto de las condiciones microambientales de cada hábitat. En este sentido, especies de helechos como *Polypodium triseriale* y *Nephrolepis biserrata* presentaron signos de estrés hídrico en áreas expuestas a mayor radiación solar y menor cobertura vegetal, lo que podría indicar un límite de tolerancia a condiciones de baja

humedad en estas especies. En contraste, el musgo *Sphagnum cuspidatum* fue encontrado en estado húmedo en una zona de densa vegetación, lo que sugiere una preferencia por microhábitats con alta humedad y bajas temperaturas. Estas observaciones permiten inferir patrones de preferencia ambiental y tolerancia ecológica de cada especie, lo cual es relevante para comprender la dinámica y resiliencia de estas comunidades ante el cambio climático y la fragmentación de hábitats (López et al., 2019).

Indicadores de Calidad Ambiental

La presencia y estado de especies sensibles a la humedad y sombra, como *Blechnum occidentale* y *Campylopus introflexus*, pueden ser indicativos de la calidad ambiental en el área de estudio. La alta diversidad de helechos y musgos en estado fresco y en condiciones óptimas sugiere un ecosistema bien conservado, donde los niveles de humedad y cobertura arbórea son adecuados para mantener la diversidad de criptógamas. Por otro lado, el hallazgo de muestras en estado seco en ciertas áreas podría señalar zonas de estrés ambiental, posiblemente debido a la intervención humana o a cambios microclimáticos que alteran las condiciones necesarias para el crecimiento de estas plantas (Ramírez et al., 2022).

Análisis estadístico.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es una medida utilizada en ecología para cuantificar la diversidad de especies en un área. El índice considera tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución relativa de las especies). La fórmula del índice de Shannon-Wiener es:

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

donde:

- p_i es la proporción de individuos de la especie i en relación con el total de individuos de todas las especies.
- ln es el logaritmo natural.

Para interpretar adecuadamente el índice de Shannon-Wiener, se debe tuvo en consideración los siguientes criterios:

Índice cercano a 0: Implica baja diversidad; **Índice entre 1 y 3:** diversidad moderada; **Índice mayor a 3:** diversidad alta

El índice de diversidad de Shannon-Wiener para las especies de helechos y musgos fue de aproximadamente $H' = 2.99$. Este valor indica una diversidad moderada, permitiendo inferir una rica predominancia de especies con una distribución proporcionada de los individuos entre las diversas especies presentes en el muestreo.

Cálculo del índice de Simpson.

Este índice se enfoca en la dominancia de especies. Su fórmula es $D=1-\sum(ni/N)^2$, donde n_i es el número de individuos de cada especie y N es el total de individuos.

Para interpretar el valor obtenido se debe tener en cuenta el siguiente criterio:
Un índice cercano a 1 representa una alta diversidad, es decir, existe menos dominancia de una sola especie, en contraste un valor próximo a 0 apunta que una especie domina la comunidad. Permitiendo así, evaluar si algunas especies presentan más abundancia que otras.

Según estos datos, el índice de Simpson resultó con un valor aproximado a **0,944.** Por lo tanto, es una comunidad muy diversa ya que las especies de helechos y musgos se encuentran distribuidos de manera significativamente uniforme.

Conclusiones

El artículo permitió identificar y analizar la diversidad de helechos y musgos presentes en ecosistemas de tierra alta, específicamente en bosques montanos y subtropicales de alta montaña. A lo largo de los muestreos realizados, se documentaron especies características de estos hábitats, evidenciando su capacidad de adaptación a las condiciones ambientales particulares de las zonas de mayor altitud, como alta humedad, suelos porosos y sombreado parcial.

Se destacó la importancia ecológica de los briófitos y pteridofitas en estos ecosistemas, ya que no solo actúan como indicadores ambientales, reflejando la calidad del aire y la estabilidad del hábitat, sino que también desempeñan un papel crucial en la retención de humedad, el control de la erosión y el soporte de redes tróficas al servir de refugio y

alimento para diversas especies. Su capacidad para colonizar diferentes sustratos y su sensibilidad a factores ambientales hacen de estos organismos una herramienta clave para el monitoreo ambiental y la conservación de ecosistemas vulnerables.

En conclusión, este estudio no solo amplía el conocimiento sobre los helechos y musgos en tierra alta, sino que también subraya su relevancia ecológica y la urgencia de implementar estrategias efectivas para su preservación. Este trabajo invita a valorar la riqueza biológica de estos ecosistemas y a fortalecer las acciones en favor de su sostenibilidad, promoviendo la educación ambiental y la investigación científica como herramientas fundamentales para garantizar su protección.

Referencias Bibliográficas

Álvarez, L., & Hernández, P. (2021). *Conservation efforts and community involvement in tropical regions. Journal of Environmental Studies, 35*(2), 102-117. https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/12662/Community%20involvement%20in%20management%20for%20maintaining%20coral%20reef%20resilience.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Álvarez, M., & Hernández, R. (2021). *Sensibilización ambiental en la comunidad educativa: Un enfoque desde la biología.* Editorial Universitaria, 2021.

https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419010.pdf

Badano, E. I., & Cavieres, L. A. (2006). Impacts of ecosystem engineers on community attributes: effects of cushion plants at different elevations of the Chilean Andes. *Diversity and Distributions*, *4*, 388-396. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1366-9516.2006.00248.x

Baier, E. (2004). Desarrollo de un Sistema de Información Digital de la Flora de Chile. Trabajo de grado de Pregrado. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Agronomía. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile.

https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8838/1/tesis783.pdf

Cárdenas, D., Rodríguez, W., García, N., Sua, S., Lehnert, M., & Giraldo, F. (2019). *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Vol. 7. Helechos arborescentes.* https://sinchi.org.co/files/publicaciones/novedades%20editoriales/pdf/LR%20Helechos_13_07_2020_web.pdf

Clymo, R. S. (1978). Un modelo de crecimiento de turberas. En *Ecología de la producción de páramos y pastizales montañosos británicos* (pp. 187-223). Berlín, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://www.researchgate.net/publication/368390978_Introduccion_a_la_ecologia_de_los_paramos

Clymo, R. S., & Hayward, P. M. (1982). The ecology of Sphagnum. En *Bryophyte ecology* (pp. 229-289). Dordrecht: Springer Netherlands. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-5891-3_8

Córdoba, F., Martínez, P., & Díaz, A. (2018). El papel de los musgos en la calidad ambiental: Una revisión. *Revista Colombiana de Ecología, 39*(1), 75-89. https://www.redalyc.org/busquedaArticuloFiltros.oa?q=musgos

García, E., & Mendoza, R. (2019). Helechos en Colombia: Distribución y conservación. *Ecología y Conservación, 26*(2), 155-162. https://sinchi.org.co/files/publicaciones/novedades%20editoriales/pdf/LR%20Helechos_13_07_2020_web.pdf

García, J., & Mendoza, R. (2019). *Ecological roles of ferns and mosses in tropical environments. Biodiversity Journal, 12*(3), https://academicjournals.org/journal/IJBC/article-full-text-pdf/E1EB4DB66825

Gómez, L., Pérez, M., & Serrano, J. (2020). Estudio de biodiversidad de helechos en el Caribe colombiano: Perspectivas de conservación. *Revista de Biología Tropical, 67*(4), 999-1007 https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/91406

IDEAM (2021). *Informe sobre la deforestación en Colombia 2021.*

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. https://www.minambiente.gov.co/se-reduce-y-se-contiene-la-deforestacion-en-colombia-durante-los-ultimos-cuatro-anos/#:~:text=julio%2015%2C%202022-,Se%20reduce%20y%20se%20contiene%20la%20deforestaci%C3%B3n,durante%20los%20%C3%BAltimos%20cuatro%20a%C3%B1os&text=En%20el%202021%20se%20deforestaron,comparaci%C3%B3n%20con%20el%20a%C3%B1o%202020.

Jiménez, S. E. (2011). Estado actual de conocimiento del uso de algunos de los helechos presentes en Colombia. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10554/8838

Martínez, J., Romero, D., & Navarro, H. (2019). Usos y propiedades de los helechos en la medicina tradicional. *Investigación Ecológica*, *18*(1), 40-52. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5294471.pdf

Morales Guzmán, J. (2023). Diversidad taxonómica de helechos (clase Polypodiopsida) en un gradiente altitudinal del bosque húmedo tropical (bh-t) en el Cerro Murrucucú - Tierralta, Córdoba, Colombia. Universidad de Córdoba. https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/82fbbe46-a221-4339-bb9c-50cacc58345f

Murillo, M. (1983). *Usos de los helechos en Suramérica, con especial referencia a Colombia.* Instituto de ciencias naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5294471.pdf

Navarrete, H., León, B., Gonzales, J., Aviles, D., Salazar, J., Mellado, F., Alban, J., & Olgaard, B. (2006). Helechos. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 385-411 https://www.researchgate.net/publication/290435811_Helechos

Quiñones, J. D., Rodas, L. A., & Mopan, A. M. (2021). Ecología e composição briofítica de uma floresta urbana da

central Cordillera de Los Andes, Colômbia. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 4*(4), 5194-5214. https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/38030

Rivera Rondón, C. A., Zapata, A. M., Perez, D., Morales, Y., Ovalle, H., & Alvarez, J. P. (2010). Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). *Acta biológica colombiana, 15*(1), 145-166. https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027884010.pdf

Rodríguez, W. (2002). *Helechos, Licopodios, Selaginelas y Equisetos del Parque Regional Arví. Primera edición.* CORANTIOQUIA. Medellín. Colombia. https://cedir-catalogo.gestiondelriesgo.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12622

Sanín, D., Álvarez, L., Mancera, J., Castaño, N., & González, G. (2008). *Monilofitos y Licofitos de la Cuenca del río Chinchiná (Caldas, Colombia). Clave para Géneros y Catálogo de las especies.* https://www.researchgate.net/publication/292138442_Sanin_et_al_2008_Monilofitos_y_licofitos_de_La_Cuenca_del_rio_Chinchina

Serrato, A., Guzmán, C., & Torres, M. (2021). Diversidad de helechos en Colombia: Un análisis de la región Andina y Caribe. *Revista de Biología y Conservación, 32*(2), 128-138 https://old.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/biodiversidad.pdf

Smith, A. R., Kreier, H. P., Haufler, C. H., Ranker, T. A., & Schneider, H. (2006). Serpocaulon (Polypodiaceae), a new genus segregated from Polypodium. *Taxon, 55*(4), 919-930. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/25065686

Varela, M. A. C., Ruiz, M. A. C. M., & García, B. P. (2024). ¿Sabes cómo recolectar musgos y helechos?.

Contactos, Revista de Educación en

Ciencias e Ingeniería, *133*, 71-77.

https://contactos.izt.uam.mx/index.p

hp/contactos/article/view/396