

REVISTA NICARAGÜENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 88.

Enero 2024

Diversidad de helechos y plantas afines a través de los pisos altitudinales en la Reserva Natural Macizos de Peñas Blancas, Jinotega, Nicaragua.

Darwin Gonzales Cox, Norving Leonel Rodríguez García & Indiana Coronado



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO
LEÓN - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Milton Salazar
Herpetonica, Nicaragua
Editor para Herpetología.

Eric P. van den Berghe
ZAMORANO, Honduras
Editor para Peces.

Liliana Chavarría
ALAS, El Jaguar
Editor para Aves.

José G. Martínez-Fonseca
Nicaragua
Editor para Mamíferos.

Oliver Komar
ZAMORANO, Honduras
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar
Álvarez**
ZAMORANO, Honduras
Editor para Biotecnología.

Indiana Coronado
Missouri Botanical Garden/
Herbario HULE-UNAN León
Editor para Botánica.

Foto de Portada: *Bolbitis hastata*. A) Pina infértil. B) Pina fértil: de la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas, el Cúa, Jinotega (foto tomada por Darwin González Cox).

Diversidad de helechos y plantas afines a través de los pisos altitudinales en la Reserva Natural Macizos de Peñas Blancas, Jinotega, Nicaragua.

Darwin Gonzales Cox^{1,2}, Norving Leonel Rodríguez García¹ & Indiana Coronado²

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas, Jinotega, con el objetivo de evaluar la distribución y riqueza de los helechos y plantas afines a través de los pisos altitudinales de 1000 a 1500 m presentes en el área de estudio. Se utilizó los índices de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef y Jaccard para evaluar la diversidad y riqueza de especies presentes en el área de estudio. Los transectos 1000 a 1300 m presentaron mayor número de especies a comparación de los pisos 1400 y 1500 m. Para la altura 1200 m se logró identificar a la especie *Bolbitis hastata* (E. Fourn.) Hennipman, siendo este el primer reporte de distribución para la flora de Nicaragua. En base al índice de Margalef, los resultados obtenidos en el presente estudio en función de los pisos altitudinales presentaron una alta diversidad. El índice de Simpson mostró un resultado de (0.9), indicando una alta riqueza de especies por cada piso altitudinal. Según los datos obtenidos en el índice de similitud de Jaccard el piso altitudinal 1100 y 1200 m y los pisos 1400 y 1500 m presentaron especies muy similares.

Palabras claves: Evaluar, helechos y plantas afines, pisos altitudinales, similares.

DOI: 10.5281/zenodo.8197853

¹Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-LEON. darwin.gonzalez17@est.unanleon.edu.ni

²Herbario "Miguel Ramírez Goyena", Hule, UNAN-León.

ABSTRACT

The present study was carried out in the Macizo de Peñas Blancas Natural Reserve, Jinotega, with the objective of evaluating the distribution and richness of ferns and related plants through the altitudinal floors of 1000 to 1500 m present in the study area. Shannon-Wiener, Simpson, Margalef and Jaccard indices were used to assess the diversity and richness of species present in the study area. The transects from 1,000 to 1,300 m presented a greater number of species compared to the 1,400 and 1,500 m floors. At 1200 m, the species *Bolbitis hastata* (E. Fourn.) Hennisman was identified, this being the first distribution report for the flora of Nicaragua. Based on the Margalef index, the results obtained in the present study based on the altitudinal floors presented a high diversity. The Simpson index showed a result of (0.9), indicating a richness of species for each altitudinal floor. According to the data obtained in the Jaccard similarity index, the altitudinal floor at 1,100 and 1,200 m and the floors at 1,400 and 1,500 m presented very similar species.

Keywords: Evaluate, ferns and related plants, altitudinal floors, similar.

INTRODUCCIÓN

Nicaragua es el País más grande de Centroamérica, con una extensión territorial de 130,000 km², esta extensión incluye la región de tierra firme y lagos del país (Rizo, 2015; Berríos, 2007). El país cuenta con 68 tipos de ecosistemas lo cual favorece la biodiversidad (Nicaragua Ambiental, 2022). El país se ha caracterizado por tener una alta diversidad ya que la mayoría de las especies tienen como límite de distribución el norte del territorio nicaragüense (Stevens *et al.*, 2001).

Nicaragua cuenta con un estudio florístico completo, el cual fue realizada por el Doctor Stevens Warren Douglas y sus colaboradores, los cuales publicaron cuatro tomos, tres dedicados a las plantas con flores y un cuarto para plantas con reproducción por esporas «Helechos y Licofitos» (Stevens *et al.*, 2001; Stevens *et al.*, 2009). La flora de Nicaragua cuenta 633 especies de plantas con reproducción por esporas “Pteridofitas” (Stevens *et al.*, 2009). El listado de especies crecerá debido a la continua actualización de datos en la flora de Nicaragua publicada en trópicos.org.

Aparte del estudio mencionado también se han realizado investigaciones como las de Atwood (1984) con un estudio florístico del Volcán Mombacho, departamento de Granada; Ruby (1998) con Flora acuática de la reserva biológica Indio-Maíz, Rio San Juan; Flores (1999) con Plantas epifitas de la reserva biológica Indio-Maíz; Caballero (1999) Helechos y similares de la Reserva Biológica Indio-Maíz, Rio San Juan; Berrios y Hernández (2007) con Helechos y afines de las Reservas Naturales Cerro Apante y Cerro el Arenal, Matagalpa.

La deforestación ha sido uno de los factores principales de la destrucción de bosque en Nicaragua y el mundo, para el 2014 Nicaragua había perdido más del 38 % de la cobertura boscosa (MARENA, 2019). Sin embargo, por la proclamación de áreas protegidas, actualmente la cobertura boscosa se encuentra en recuperación (MARENA, 2019). Cabe mencionar que los bosques fuera de las áreas protegidas siguen siendo afectados por la tala y el avance de la frontera agrícola.

Dentro de las áreas protegidas presentes en Nicaragua, se encuentra la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas unos de las 4 reservas que conforma la reserva de Biosfera de Bosawás, El cual fue decreto como Reserva Natural en el año 1991 (Asamblea Nacional de Nicaragua, 1991; Travel Guide Nicaragua, 2018; TNC, 2006).

La Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas, es un sitio ideal para realizar estudios florísticos y faunísticos, ya que presenta uno de los bosques bien conservados de país, Por ello se llevó a cabo este estudio con el objetivo de determinar la distribución altitudinal de los helechos y licofitos en la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas.

METODOLOGÍA

Área de estudio: la Reserva Natural Macizos de Peñas Blancas se encuentra ubicada entre el Departamento Jinotega (el Cuá) y Matagalpa (municipio de Rancho Grande y El Tuma - La Dalia) (ver figura 1). Según el estudio realizado por Alaníz *et al.* (2021), la Reserva tiene una zona núcleo 115,5 km² (11,500 hectáreas) y la zona de amortiguamiento de 306,5 km². Su rango altitudinal oscila entre los 800 y 1745 m.

Trabajo de campo: La investigación se llevó a cabo durante el mes de enero a febrero de año 2022. Para la realización de esta investigación se eligió los pisos altitudinales 1000 a 1500 m, además se seleccionó a conveniencia 12 transectos de 20 x 20 m², 2 transectos por cada 100 m, separados por 50 m de altitud, de ejecuto este método debido a las características topográficas o geográficas del área de estudio (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Kessler y Bach, 1999) (ver figura 1).

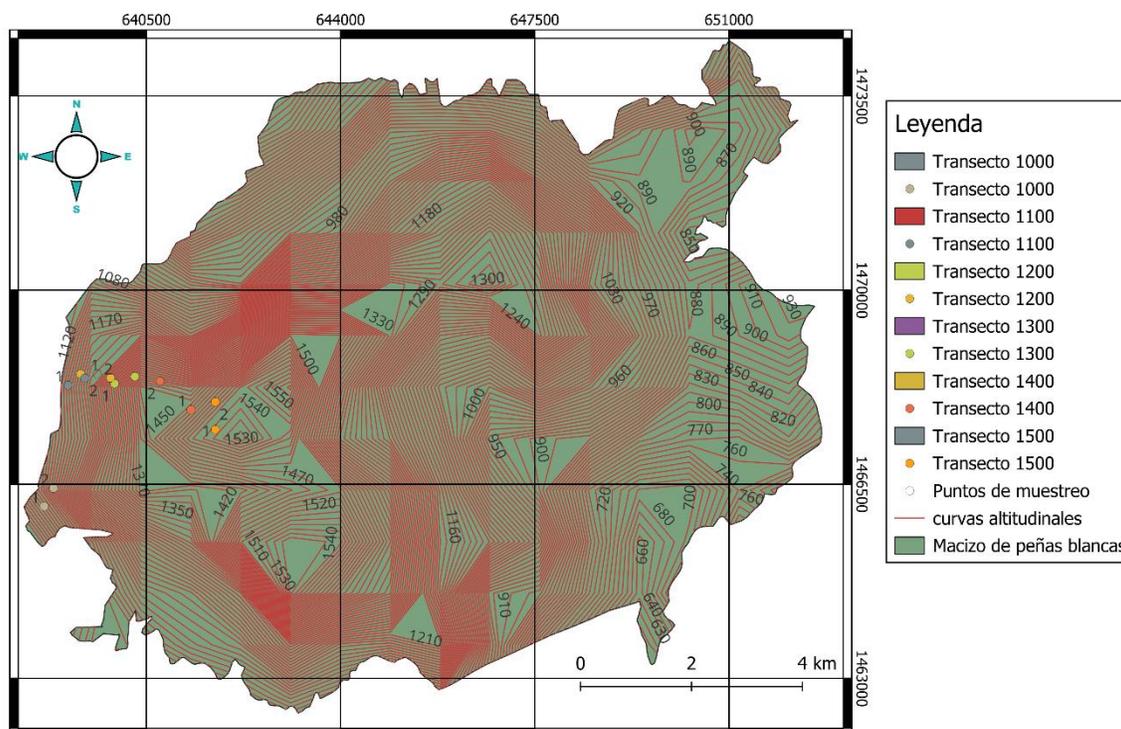


Figura 1. Mapa del área de estudio con los puntos de muestreo y los pisos altitudinales.

En cada transecto se registró la presencia y ausencia de las especies terrestres y epifitas del sotobosque, es decir los helechos que crecen en los troncos de los árboles y arbustos de hasta una altura de 2 metros (Krömer *et al.*, 2007), los helechos epifitos fueron colectadas mediante uso de una garrocha.

Se realizó las colectas botánicas de los helechos tomando un tamaño de 30 cm del espécimen, y tres muestras por especie. Los especímenes colectados se colocaron en papel periódico y posterior a ello fueron alcoholizadas con alcohol al 90% para que las muestras montadas no se contaminen de hongos y así tener una buena preservación. A demás se tomaron fotos de las especies vivas en todos los pisos altitudinales para una mayor facilidad cuando se llevó a cabo la identificación de las especies colectadas.

Determinación taxonómica: para la identificación de las especies se utilizó el tomo IV de la flora de Nicaragua (Stevens *et al.*, 2009); helechos arborescentes de Guatemala (Véliz y Vargas, 2006); helechos y licopodios de México, volumen I (Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009); helechos del Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz, Guatemala (Barrios-Jiménez, 2010); flora digital de Mesoamérica y flora de Nicaragua publicadas en la página de Tropicos.org de Missouri Botanical Garden, St. Louis, EEUU y ejemplares depositadas en el herbario Miguel Ramírez Goyena-Hule, UNAN-LEON.

Posterior a la identificación de los helechos y licofitos se realizó una revisión nomenclatural de acuerdo al sistema de clasificación taxonómica de PPG I (2016).

Análisis de datos: Para analizar los datos obtenidos en campo se aplicó los índices de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef y el índice de similitud de Jaccard.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se registraron 132 especies helechos y plantas afines repartidos en 19 familias y 55 géneros (ver gráfico 1 y tabla 1). Las familias mejores representadas fueron Polypodiaceae con 23 especies, Pteridaceae con 21 especies, Aspleniaceae con 18 especies. Las familias menos diversas fueron Anemiaceae, Nephrolepidaceae, Lindsaeaceae y Gleicheniaceae con una especie cada una (ver gráfico 1). Los géneros mejor representados fueron *Asplenium* (18 sp., 13.53%), *Diplazium* (11 sp., 8.27%) así como *Blechnum* y *Campyloneurum* (7 sp., 5.26% cada uno).

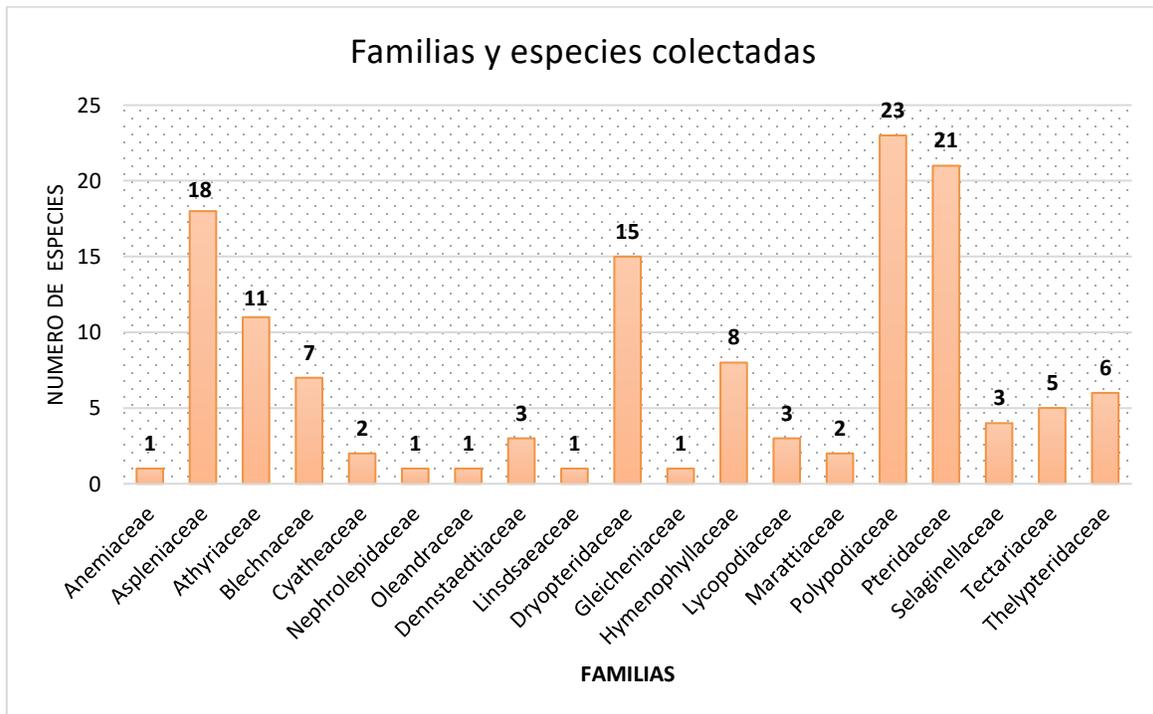


Gráfico 1. Familias y el número de especies por familias encontradas en la RNMPB.

Tabla 1: Listado de especies de helechos y afines encontradas en área de estudio.

FAMILIAS	ESPECIES
Anemiaceae	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.
Aspleniaceae	<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.
	<i>Asplenium dissectum</i> Sw.
	<i>Asplenium fragrans</i> Sw.
	<i>Asplenium abscissum</i> Willd.
	<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.
	<i>Asplenium auritum</i> Sw.
	<i>Asplenium cristatum</i> Lam.
	<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.
	<i>Asplenium excelsum</i> Lellinger
	<i>Asplenium flabellulatum</i> Kunze
	<i>Asplenium fragrans</i> Sw.
	<i>Asplenium macilentum</i> Kunze ex Klotzsch
	<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.
	<i>Asplenium rigidum</i> Sw.
	<i>Asplenium riparium</i> Liebm.
	<i>Asplenium salicifolium</i> L.
	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.
<i>Asplenium sphaerosporum</i> A.R. Sm.	
Athyriaceae	<i>Diplazium brausei</i> Rosenst.
	<i>Diplazium grandifolium</i> (Sw.) Sw.
	<i>Diplazium hians</i> Kunze ex Klotzsch
	<i>Diplazium obscurum</i> Christ
	<i>Diplazium plantaginifolium</i> (L.) Urb.
	<i>Diplazium prominulum</i> Maxon
	<i>Diplazium striatum</i> (L.) C. Presl
	<i>Diplazium subsilvaticum</i> Christ
	<i>Diplazium ternatum</i> Liebm.
	<i>Diplazium turubalense</i> Rosenst.
	<i>Diplazium urticifolium</i> var. <i>mesoamericanum</i> A. Rojas
Blechnaceae	<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.
	<i>Blechnum ensiforme</i> (Liebm.) C. Chr.
	<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C.V. Morton & Lellinger
	<i>Blechnum gracile</i> Kaulf.
	<i>Blechnum occidentale</i> L.
	<i>Blechnum schiedeianum</i> (C. Presl) Hieron.

	<i>Blechnum wardiae</i> Mickel & Beitel
Cyatheaceae	<i>Alsophila firma</i> (Baker) D.S. Conant
	<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens & Galeotti) Fée
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott
Oleandraceae	<i>Oleandra articulata</i> (Sw.) C. Presl
Dennstaedtiaceae	<i>Dennstaedtia dissecta</i> (Sw.) T. Moore
	<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon
	<i>Hypolepis nigrescens</i> Hook.
Lindsaeaceae	<i>Odontosoria gymnogammoides</i> Chris
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis excelsa</i> (Desv.) Proctor
	<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J. Sm.
	<i>Elaphoglossum peltatum</i> (Sw.) Urb.
	<i>Elaphoglossum pusillum</i> (Mett. ex Kuhn) C. Chr.
	<i>Polystichum platyphyllum</i> (Willd.) C. Presl
	<i>Arachniodes pubescens</i> (L.) Proctor
	<i>Bolbitis hastata</i> (E. Fourn.) Hennipman
	<i>Bolbitis serratifolia</i> (Mert. ex Kaulf.) Schott
	<i>Elaphoglossum decoratum</i> (Kunze) T. Moore
	<i>Elaphoglossum paleaceum</i> (Hook. & Grev.) Sledge.
	<i>Elaphoglossum rubescens</i> Kuhn
	<i>Elaphoglossum crinitum</i> (L.) Cristo
	<i>Elaphoglossum eximium</i> (Mett.) Christ
	<i>Polystichum hartwegii</i> (Klotzsch) Hieron.
<i>Lastreopsis exculpta</i> (Mett.) Tindale	
Gleicheniaceae	<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum sieberi</i> (C. Presl) Bosch
	<i>Hymenophyllum hirsutum</i> (L.) Sw.
	<i>Hymenophyllum asplenioides</i> (Sw.) Sw.
	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.
	<i>Trichomanes capillaceum</i> L.
	<i>Trichomanes collariatum</i> Bosch
	<i>Trichomanes crispum</i> L.
<i>Trichomanes rigidum</i> Sw.	
Lycopodiaceae	<i>Huperzia dichaeoides</i> (Maxon) Holub
	<i>Huperzia taxifolia</i> (Sw.) Trevis.
	<i>Huperzia wilsonii</i> (Underw. & F.E. Lloyd) B. Øllg.
Marattiaceae	<i>Danaea nodosa</i> (L.) Sm.
	<i>Marattia excavata</i> Underw.
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum coarctatum</i> (Kunze) Fée
	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl

Polypodiaceae	<i>Campyloneurum anetioides</i> (Christ) R.M. Tryon & A.F. Tryon
	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée
	<i>Campyloneurum aphanophlebium</i> (Kunze) T. Moore
	<i>Campyloneurum brevifolium</i> (Lodd. ex Link) Link
	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl
	<i>Lellingeria prionodes</i> (Mickel & Beitel) A.R. Sm. & R.C. Moran
	<i>Loxogramme mexicana</i> (Fée) C. Chr.
	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger
	<i>Pecluma atra</i> (A.M. Evans) M.G. Price
	<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger
	<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
	<i>Pleopeltis crassinervata</i> (Fée) T. Moore
	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> var. <i>trichophora</i> (Weath.) Pic. Serm.
	<i>Polypodium echinolepis</i> Fée
	<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze
	<i>Polypodium lindenianum</i> Kunze
	<i>Polypodium plebeium</i> Schltdl. & Cham.
	<i>Polypodium polypodioides</i> var. <i>aciculare</i> Weath.
	<i>Serpocaulon dissimile</i> (L.) A.R. Sm.
	<i>Serpocaulon falcaria</i> (Kunze) A.R. Sm.
<i>Terpsichore asplenifolia</i> (L.) A.R. Sm.	
Pteridaceae	<i>Scoliosorus ensiformis</i> (Hook.) T. Moore
	<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.
	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.
	<i>Adiantum decoratum</i> Maxon & Weath.
	<i>Adiantum macrophyllum</i> Sw.
	<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.
	<i>Adiantum tetraphyllum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
	<i>Antrophyum lineatum</i> (Sw.) Kaulf.
	<i>Cochlidium rostratum</i> (Hook.) Maxon ex C. Chr.
	<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) LE Bishop
	<i>Hemionitis palmata</i> L.
	<i>Lellingeria suspensa</i> (L.) A.R. Sm. & R.C. Moran
	<i>Mildella intramarginalis</i> (Kaulf. ex Link) Trevis.
	<i>Polytaenium chlorosporum</i> (Mickel & Beitel) E.H. Crane
Pteridaceae	<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) J. Sm.

	<i>Pteris altissima</i> Poir.
	<i>Pteris muricella</i> Fée
	<i>Pteris orizabae</i> M. Martens & Galeotti
	<i>Pteris propinqua</i> J. Agardh
	<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.
	<i>Terpsichore cultrata</i> (Willd.) A.R. Sm.
Selaginellaceae	<i>Selaginella eurynota</i> A. Braun
	<i>Selaginella porphyrospora</i> A. Braun
	<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring
Tectariaceae	<i>Tectaria heracleifolia</i> (Willd.) Underw.
	<i>Tectaria mexicana</i> (Fée) C.V. Morton
	<i>Tectaria pilosa</i> (Fée) R.C. Moran
	<i>Tectaria athyrioides</i> (Baker) C. Chr.
	<i>Tectaria antioquoiana</i> (Baker) C. Chr.
Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching
	<i>Thelypteris deflexa</i> (C. Presl) R.M. Tryon
	<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) EP San Juan
	<i>Thelypteris ghiesbreghtii</i> (Hook.) C.V. Morton
	<i>Thelypteris nicaraguensis</i> (E. Fourn.) C.V. Morton
	<i>Thelypteris patens</i> (Sw.) Small var. <i>patens</i>

Se registro para la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas un total de 133 especies de helechos y plantas afines, agrupadas en 19 familia, lo cual representa el 21% de la riqueza de helechos y plantas afines de la flora nacional (Stevens *et al.*, 2009). En comparación con estudios realizados en territorio nacional el área de estudio presento mayor diversidad de especies puesto que en los estudios realizados por Caballero (1999) registraron 109 helechos y plantas afines en la Reserva Biológica Indio Maíz, Berríos-Montenegro y Hernández-Dimas (2007) encontraron 61 especies de helechos y dos especies de plantas afines en las Reservas Naturales Cerro Apante y Cerro Arenal y Herrera-Avilés *et al.* (2010) encontraron 26 helechos y tres plantas afines en los en los municipios de León y La Paz Centro. Esta baja diversidad de especies es debida a la poca adaptabilidad que tienen algunas especies en bosques secos. Los dos estudios realizados en 2007 y 2010 efectuaron sus muestreos en bosques secos, aunque el estudio realizado por Berríos-Montenegro y Hernández-Dimas (2007) presentaba sitios de bosque seco y de bosque húmedo, y por ello encontraron mayor número de especies que el de Herrera-Avilés *et al.* (2010). El estudio realizado por Caballero (1999) fue en bosque húmedo y por ello encontraron mayor número de especies que los dos estudios en bosque seco.

Los pisos altitudinales, se estudiaron también de forma individual, teniendo en cuenta el nombre de las especies encontradas y su distribución según lo observado entre los 1000 y los 1500 m que es el rango de alturas a la que se encuentra la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas. La zona de amortiguamiento de la RNMPB se encuentra a alturas inferiores a los 1000 m.

En la altura 1000 m, se encontró un mayor número de especies que en las otras alturas debido, a la presencia del bosque de transición presente en dicha altura, por lo que en este tipo bosque, las especies del bosque seco, húmedo - nuboso comparten límites de distribución de especies por ello hay mayor número de especies que en las otras alturas, estos datos coinciden con el estudio realizado por (Cetzal-Ix *et al.*, 2014; Acebey *et al.*, 2015), en la que se encontró una mayor diversidad en las alturas de 1000 e inferiores (ver gráfico 2), cabe mencionar que las acciones antropogénicas y antrópicas influyen para que en una altura determinada presente mayor diversidad de especies que en las otras (Carvajal-Hernández *et al.*, 2014; Barradas-Paciencia y Prado, 2005).

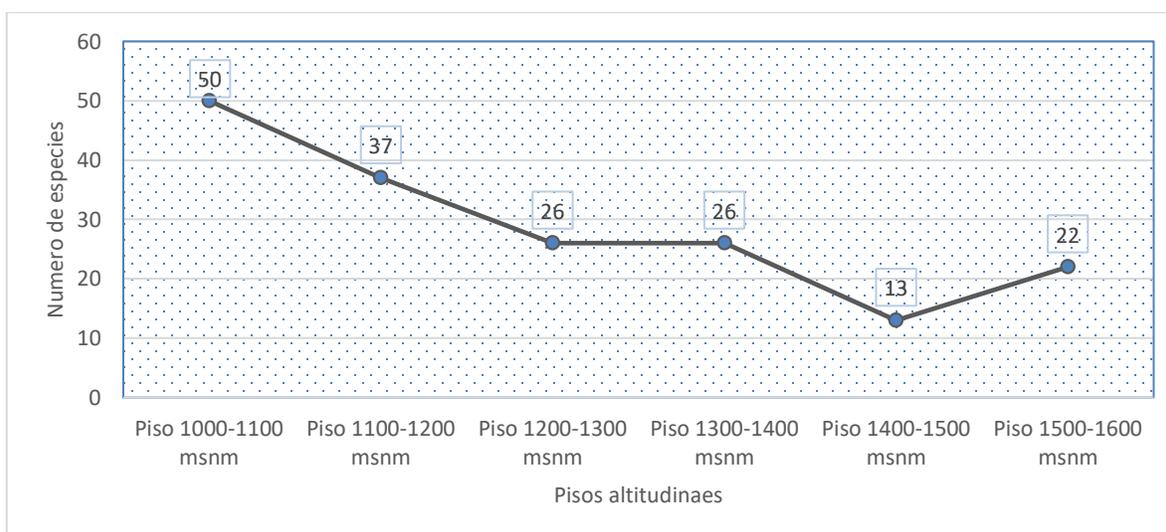


Gráfico 2. Número de especies de los helechos y plantas afines en cada piso altitudinal estudiado.

Como resultado del conteo de especies del análisis de datos, se tiene no una línea sino una curva en la que el piso altitudinal con mayor riqueza es el de 1000-1100 m (ver gráfico 2).

La zona núcleo de la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas se localiza cerca de las oficinas del CEN (Centro de entendimiento con la Naturaleza), que es una entidad no gubernamental que vela, cuida y protege de manera sostenible dicha reserva. Por lo tanto, al encontrarse cerca de los 1000 m, esta misma se encuentra muy conservada de tal manera presenta una mayor riqueza de especies.

Según Carvajal-Hernández y Krömer (2015), en los pisos arriba de los 1300 m existen una mayor probabilidad de afectaciones por fenómenos naturales tales como huracanes, siendo este último el responsable de la pérdida de la flora pteridológica de la zona.

En elevaciones de 1300 a 1500 m, el número de especies disminuye debido a la acción antrópica y antropogénica (Kessler, 2002; Foster, 2001), uno de los elementos a tomar en cuenta en estos pisos altitudinales es la precipitación y la humedad, siendo este un factor importante que determina la alta diversidad de los helechos y plantas afines a través de los pisos altitudinales, estos datos concuerda con los estudios realizados por (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015; Krömer *et al.*, 2013; Mendoza-Ruiz *et al.*, 2016), en la que menciona que, en pisos muy elevados la mayoría de las especies son propensas a ser afectadas por las acciones y factores antes mencionados por lo que en este estudio la diversidad de especies se disminuye considerablemente.

La distancia entre los puntos de muestreo no determino la diversidad de las especies dentro de los transeptos esto debido a la larga dispersión que tiene los helechos (Barrington, 1993).

Dentro del piso altitudinal 1000-1100 m, se logró observar un total de 50 especies agrupadas en 12 familias botánicas diferentes (ver tabla 2 Las familias con mayor número de especies fue la familia Polypodiaceae con 15 especies y la familia Pteridaceae con 10 especies. Las familias con un menor número de especie fueron Oleandraceae, Lycopodiaceae, Gleicheniaceae y Selaginellaceae con una especie cada una (ver tabla 2). La familia Polypodiaceae se caracterizan por tener especies epifitas de dosel adaptadas a tolerar condiciones de sequía estacional y otros factores climáticos (Hietz, 2010; Watkins *et al.*, 2006), por ello en este estudio presento mayor número de especies.

En la altura 1000 m, se encontró un mayor número de especies que en las otras alturas debido, a la presencia del bosque de transición presente en dicha altura. Este tipo bosque, las especies del bosque seco y húmedo - nuboso comparten límites de distribución por ello hay mayor número de especies que en los otros pisos altitudinale.

Estos datos coinciden con el estudio realizado por (Cetzal-Ix *et al.*, 2014; Acebey *et al.*, 2015), en la que encontró una mayor diversidad en las alturas de 1000 e inferiores, cabe mencionar que las acciones antropogénicas y antrópicas influyen para que en una altura determinada presente mayor diversidad de especies que en las otras (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014; Barradas-Paciencia y Prado, 2005).

Tabla 2. Familias y números de especies encontradas en cada piso altitudinal

Familias / N° por Alturas	1000 M	1100 M	1200 M	1300 M	1400 M	1500 M
Anemiaceae				1		
Aspleniaceae	6	5	5	3	3	1
Athyriaceae	3	2	4		3	3
Blechnaceae	4			1	1	3
Cyatheaceae						1
Dennstaedtiaceae			2	1		
Dryopteridaceae	3	8	4	3	1	2
Gleicheniaceae	1			1		
Hymenophyllaceae		1	2	3	1	3
Lindsaeaceae				1		
Lycopodiaceae	1	1		2		
Marattiaceae		1				2
Nephrolepidaceae		1				
Oleandraceae	1					1
Polypodiaceae	15	4	4	7	3	3
Pteridaceae	10	6	5	1	1	3
Selaginellaceae	1	2		2		
Tectariaceae	2	3				
Thelypteridaceae	3	3				
Total	50	37	26	26	13	22

Dentro del piso altitudinal 1100-1200, se logró observar un total de 37 especies, agrupadas en 12 familias botánicas diferentes (ver tabla 1). Las familias con mayor número de especie son la familia Dryopteridaceae con 8 especie y la familia Pteridaceae con 6 especie. La familia que presentaron menor número de especies fueron las Nephrolepidaceae, Hymenophyllaceae, Lycopodiaceae y Marattiaceae todas con una especie cada una (ver tabla 2).

Al realizar el piso altitudinal 1200-1300 m, se logró observar un total de 26 especie agrupadas en 7 familia botánica diferentes (ver tabla 2). Las familias con mayor número de especie son la familia Aspleniaceae y las Pteridaceae con 5 especies ambas y las familias que presentaron un menor número de especies son las familias Dennstaedtiaceae y Hymenophyllaceae con dos especies cada una (ver tabla 2).

Dentro de las especies colectadas para la altura 1200-1300 m se logró identificar a la especie *Bolbitis hastata* (E. Fourn.) Hennipman, esta se encuentra en la familia Dryopteridaceae, siendo esta un nuevo reporte de distribución para la flora de Nicaragua. Cabe destacar que la última colecta de esta especie fue en el año 2009, y se encuentran colectadas en México y Costa Rica.

Tabla 3. Valores correspondientes a los índices y riqueza de biodiversidad aplicados a cada piso altitudinal muestreada en la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas.

Índices y riqueza de biodiversidad	1000 m	1100 m	1200 m	1300 m	1400 m	1500 m
Especies	50	37	26	27	13	22
Simpson_1-D	0.9781	0.973	0.9615	0.963	0.9231	0.9545
Shannon_H	3.86	3.611	3.258	3.296	2.565	3.091
Margalef	11.97	9.97	7.673	7.889	4.678	6.794

Valores del índice de Margalef (Dmg)

Los valores calculados con el Índice de Margalef variaron, en el piso altitudinal 1000-1100 m es de 11.97 y el menor valor fue el piso 1400-1500 m con 4.678 (ver tabla 3).

Estos valores muestran que existe una clara diferencia de riqueza entre cada uno de los pisos altitudinales. Esta diferenciación se da producto a que en mayor altura las condiciones abióticas no permiten los requerimientos necesarios que el medio debe cumplir para que permitan la fertilización y reproducción de estos organismos.

En los pisos altitudinales con mayores alturas se observó una disminución de riqueza, comparados con los pisos con altura menores, esto puede ser asociado a que a mayor altura se dan las mayores afectaciones producidas por fenómenos naturales tales como huracanes, lo que favorece la pérdida de diversidad de las misma.

Valores obtenidos del Índice de Shannon-Wiener

Calculando la diversidad con el índice de Shannon-Wiener, tiene valores totales de en abundancia, variando de 3.86 (Piso altitudinal 1000-1100 m) hasta 2.56 (Piso altitudinal 1400-1500 m). Además, se observó que en zonas donde, la luminosidad e incidencia del viento era mayor, mayor era la presencia de diversas especies.

Se obtuvo para todos los pisos altitudinales establecidos en la reserva, valores de Shannon (H), entre 2 y 3, este índice se expresa con un número entero positivo, por lo tanto, aquellos valores inferiores a 2 representa poca diversidad y superior a 3 son alta diversidad. Se concluye que todos los pisos altitudinales presentan una diversidad relativamente alta (ver tabla 3).

Valores obtenidos de Simpson

Por lo que esto refuerza los resultados de este índice en el estudio de helechos atreves de los pisos altitudinales, para afirmar que en la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas tiene riqueza de especies (ver tabla 3).

Valores obtenidos en el índice de similitud de Jaccard

Según los datos obtenidos el piso altitudinal 1000 m tiene similitud con los pisos 1100 y 1200 m y el piso altitudinal 1300 m presenta similitud con los pisos 1400 y 1500 m. Esta similitud se debe al número de especies que comparten los pisos altitudinales mencionados.

El piso altitudinal 1000 m presento un valor de similitud de (0.115385) con 1100 m y (0.073529) con 1200 m. Los pisos altitudinales 1100 y 1200 m presentan un valor de similitud de (0.156863), significa que los dos tienen algunas especies en común. El piso altitudinal 1300 m presento un valor de similitud de (0.054054) con 1400 m y (0.043478) con 1200 m. Los pisos altitudinales 1400 y 1500 m presentan un valor de similitud de (0.137931), es decir los dos tienen especies muy similares (ver tabla 4 y gráfico 3).

Tabla 4. Valores correspondientes al índice de similitud de Jaccard aplicados a cada piso altitudinal muestreada en la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas

Altitud	1000 m	1100 m	1200 m	1300 m	1400 m	1500 m
1000 m	1	0.115385	0.073529	0.054795	0.015873	0.059702
1100 m	0.115385	1	0.156863	0.032787	0.041667	0.055556
1200 m	0.073529	0.156863	1	0.043478	0.09375	0.024390
1300 m	0.054795	0.032787	0.043478	1	0.054054	0.069767
1400 m	0.015873	0.041667	0.09375	0.054054	1	0.137931
1500 m	0.059702	0.055556	0.024390	0.069767	0.137931	1

En el dendrograma se puede apreciar que los pisos 1100 y 1200 m tienen algunas especies en común, esto mismo pasa con los pisos 1400 y 1500 m (ver tabla 4 y gráfico 3). El piso 1000 m presenta una mayor similitud con los pisos 1100 y 1200 m pero esta similitud es bastante baja. El piso 1300 m es el que mayor similitud presento con los pisos superiores 1400 y 1500 m. El mayor cambio en función de la altitud se da entre los 1200 y los 1300 m.

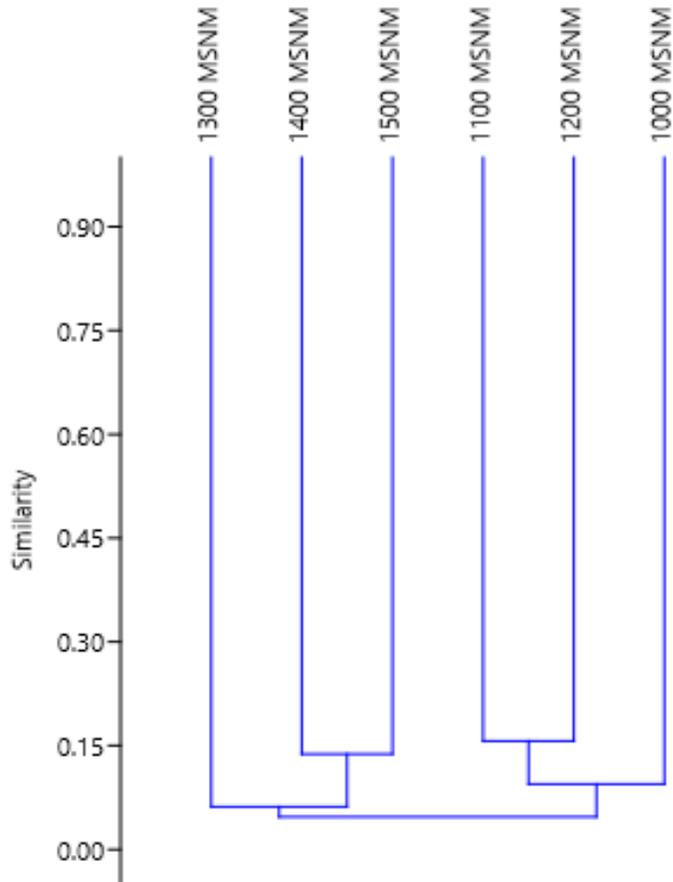


Gráfico 3. Dendrograma basado en la similitud de Jaccard para cada piso altitudinal estudiado

CONCLUSIONES

Se logró identificar un total de 132 especies, agrupadas en 19 familias botánicas. Siendo las familias mejores representadas las Polypodiaceae con 23 especies, Pteridaceae con 21 especies y Aspleniaceae con 18 especies.

Las Familias menos diversas son: Anemiaceae, Nephrolepidaceae, Lindsaceae y Gleicheniaceae con 1 especie cada una. Como resultado del conteo de especies y del análisis de datos, se tiene no una línea recta sino una curva en la que el piso altitudinal con mayor riqueza es el de 1000-1100 m con un total de 50 especies (ver grafica 2), bajando paulatinamente hasta el piso 1400 m y subiendo un poco de 1500 m a 1600 m.

El índice de Margalef, presento una alta diversidad. Por el contrario, el índice de Shannon-Wiener, presento valores totales en abundancia, variando de 3.85 (piso altitudinal 1000-1100 m) hasta 2.56 (piso altitudinal 1400-1500 m), siendo el piso altitudinal de 1000-1100 m, con mayor diversidad de especie.

A través del índice de dominancia de Simpson, se pudo corroborar que hay una alta diversidad de especies. Utilizando el índice de similitud de Jaccard se logró corroborar que tanto en el piso altitudinal 1100 y 1200 m y 1400-1650 m, presentan conjuntos de especies muy similares entre sí.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias a cada una de las personas que de una u otra forma apoyaron esta investigación, a Edgard Castillo, Alan Bolt (Q.E.P.D.) y a todo su equipo de trabajo en la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas por recibirnos, apoyar y confiar a la investigación que realizamos. También al personal del Herbario Hule por el apoyo en el envío de las muestras Botánicas hacia el Herbario del Jardín Botánico de Missouri.

LITERATURA CITADA

Acebey, A.R., Krömer, T., Vázquez-Torres, M. & Tejero-Díez, D. (2015). Helechos y Licófitos de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Botanical Sciences* 93(2): 313-344. [DOI: <https://dx.doi.org/10.17129/botsci.124>]

Alaníz, M., Sepúlveda, N., Ortiz, J.J., López-Sampson, A. & Lanza, G. (2021) Medición de la Gobernanza Forestal: Macizo de Peñas Blancas. Paisaje Centinela Nicaragua-Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 39 p. (Serie técnica. Boletín técnico / CATIE, no. 114). [Disponible en https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11485/Medicion_de_la_gobernanza_forestal_macizo_de_Pe%c3%b1as_Blancas.pdf?sequence=1]

Asamblea Nacional de Nicaragua (1991) Decreto No. 42-91. Declaración de áreas protegidas en varios cerros, macizos montañosos, volcanes y lagunas del país. *La Gaceta* No. 207 del 4 de noviembre de 1991. [Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aeea87dac762406257265005d21f7/8f7597505b329eb0062570a10057d908?OpenDocument>]

Atwood, J. (1984). A floristic study of volcano Mombacho department of Granada, Nicaragua. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 71: 191-209.

- Barradas-Paciencia, M. & Prado, J.** (2005). Effects of Forest Fragmentation on Pteridophyte Diversity in a Tropical Rain Forest in Brazil. *Plant Ecology*, 180, 87-104. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-3025-x>
- Barrington, D.** (1993). Ecological and historical factors in fern biogeography. *Journal of Biogeography* 20:275-280.
- Barrios-Jiménez, B.J.** (2010). Los helechos del Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz, Guatemala. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio.
- Berrios, R.** (2007). Texto básico de geografía de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua. [Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3126/1/nb10b533.pdf>]
- Berrios-Montenegro, K. & Hernández-Dimas, V.** (2007). Helechos y afines de las Reservas naturales Cerro Apante y Cerro Arenal del municipio de Matagalpa. Tesis de Licenciatura UNAN-León. Repositorio Institucional UNAN-León, 60 pp.
- Caballero, O.** (1999). Helechos y similares de la Reserva Biológica Indio-Maíz, Rio San Juan. [Tesis de Licenciatura no publicada]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-LEÓN, UNAN-LEÓN. 98 pp.
- Carvajal-Hernández, C., Krömer, T. & Vázquez-Torres, M.** (2014). Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 491-501.
- Cetzal-Ix, W., Noguera-Savelli, E., Martínez-Icó, M. & Ramírez-Marcial, N.** (2014). Diversidad de helechos y licófitos en fragmentos de selva mediana subperennifolia del sur de Tabasco, México. *Botanical Sciences*, 91(3), 261-271. [<https://doi.org/10.17129/botsci.7>]
- Flores, R.** (1999). Plantas epifitas de la reserva biológica indio-Maíz [Tesis de licenciatura en biología no publicado]. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua- León (UNAN-LEON). 60 pp.
- Gómez, L.D. & Arbeláez, A.L.** (2009). Helechos. In: W. D. Stevens, O. M. Montiel & A. Pool (general eds.), *Flora de Nicaragua*. Vol. IV. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. 116: 1-348.
- Herrera-Avilés, W., Toruño-Aráuz, A. & Urbina-Meléndez, E.** (2010). Helechos y Afines presentes en los municipios de León y La Paz Centro, Julio 2009-junio 2010. [Tesis de Licenciatura]. Repositorio Institucional UNAN-León. 74 pp.
- Hietz, P.** (2010). Fern adaptations to xeric environments. En K. Mehltrater, L. R. Walker, y J. M. Sharpe (Eds.), *Fern ecology* (pp. 140-176). New York: Cambridge University Press.
- Kessler M. & Bach K.** (1999). Using indicator groups for vegetation classification in species-rich Neotropical forests. *Phytocoenologia* 29:485-502.

Krömer T., Kessler M. & Gradstein S.R. (2007). Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189:261-278.

Krömer, T., Acebey, A., Kluge, J. & Kessler, M. (2013). Effects of altitude and climate in determining elevational plant species richness patterns: A case study from Los Tuxtlas, Mexico. *Flora*, 208(3), 197-210. [DOI: 10.1016/J.FLORA.2013.03.003]

MARENA. (2019). Causas de la deforestación y degradación forestal en Nicaragua. [Recuperado el 11 de octubre de 2022, de http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/2019/11/Documento-causas-de-la-deforestacio%CC%81n-26_07_2019_VF.pdf]

Mendoza-Ruiz, A., Ceja-Romero, J. & Mejía-Marín, M. (2016). Licopodios y helechos de San Juan Colorado, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(1), 49-55. [<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.019>]

Mendoza-Ruiz, A. & Pérez-García, B. (2009). Helechos y licopodios de México: Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Mostacedo, B. & Fredericksen, T.S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Nicaragua Ambiental. (2022). Descripción general de los ecosistemas de Nicaragua. [Recuperado 11 de octubre de 2022 de <https://nicambiental.blogspot.com/2011/10/descripcion-general-de-los-ecosistemas.html>]

PPG I. (Pteridophyte Phylogeny Group I). (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, 54(6), 563-603. [<https://doi.org/10.1111/jse.12229>]

Rizo, F. (2015). Texto básico, Geografía de Nicaragua. UNAN-FAREN-MATAGALPA. [Disponible en <https://farematagalpa.unan.edu.ni/pdf/GEOGRAFIA.pdf>]

Ruby, Y. (1998). Flora acuática de la reserva biológica Indio-Maíz, Rio San Juan, Nicaragua. [Tesis de licenciatura en biología no publicada]. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua- León (UNAN-LEON). 60 pp.

Steven, W.D., Montiel, O.M. & Pool, A. (2009). Flora de Nicaragua: Helechos. *Monographs in systematic botany. Missouri botanical garden.* Vol 116: Tomo IV. ISBN: 978-1-930723-87-0

TNC. (2006). Plan de conservación de la Reserva Natural BOSAWÁS. The Nature Conservancy, Nicaragua. [Recuperado el 15 de octubre de 2022, de <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/TNC2006Bosawas4.pdf>]

Travel Guide Nicaragua. (2018). *Reserva Natural Macizos Peñas Blancas.* Nicaragua Online - Guía de Viajes de Nicaragua. [Recuperado 15 de octubre de 2022, de <https://travelguidenicaragua.com/destinos/norte/matagalpa/reserva-natural-macizos-penas-blancas/>]

Véliz Pérez, M.E. & Vargas Ponce, J.M. (2006). Helechos arborescentes de Guatemala distribución, abundancia, uso y manejo. Ed. Unidad de investigación herbario BIGU, Universidad de San Carlos de Guatemala. 99 pp.

Watkins, J.E., Cardelus, C., Colwell, R.K. & Moran, R. (2006). Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany*, 93, 73-83.

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación del Museo Entomológico de León, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal edited by Museo Entomológico de León, published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNB debe enviarse en versión electrónica a:
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNB editor):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNB)
Museo Entomológico de León
Morpho Residency
de Hielera CELSA media cuadra arriba, 21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 7791-2686
jmmaes@yahoo.com

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión PDF de su publicación para distribución.