

CONTENIDO

Tribunal de tesis	<i>i</i>
Agradecimientos	<i>ii</i>
Dedicatoria	<i>iii</i>
Responsabilidad	<i>iv</i>
Índice de Tablas y Figuras	<i>v</i>
Resumen/Summary	<i>ix</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Objetivos	4
B. Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Helechos para la Conservación del Ambiente	5
2.2. Propagación	11
2.3. Invernadero	14
2.4. Biomasa	15
2.5. Luminancia	16
2.6. Normas internacionales	18
2.7. Constitución Política del Ecuador	21
III. MATERIAL Y MÉTODOS	22
3.1. Localización de la investigación	22
3.2. Condiciones meteorológicas	24
3.3. Factores de estudio	25
3.4. Diseño, mediciones y manejo de la investigación	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Abundancia	38
4.2. Adaptación y propagación	43
4.3. Colección de especímenes y base de datos de helechos	45
4.4. Biomasa	45
V. CONCLUSIONES	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. LITERATURA CITADA	60

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Coordenadas geográficas de las Parcelas permanentes de estudio de producción de biomasa de helechos en bosque primario y secundario, Estación Científica Alto Piatúa, CIPCA.
- Tabla 2.** Materiales y equipos para el proyecto de adaptación, propagación y biomasa estimada de helechos del bosque del CIPCA.
- Tabla 3.** Diseño del cuadrante con un área 400 m² para la obtención de datos.
- Tabla 4.** Tabla de datos de colección viva de helechos en el Jardín Botánico de la Universidad Estatal Amazónica
- Tabla 5.** Presencia de individuos de pteridofitos en bosque primario y secundario del bosque natural del Alto Piatúa del CIPCA en tres tipos de luminancia.
- Tabla 6.** Especies de helechos seleccionados para el análisis de crecimiento y ganancia de área y peso foliar.
- Tabla 7.** Abundancia absoluta y relativa de helechos presentes en las parcelas permanentes de 20x20 m² en bosque primario y bosque secundario de la Estación Científica Alto Piatúa del CIPCA.
- Tabla 8.** Pteridophyta de la Estación Científica Alto Piatúa procedentes de bosque primario y secundario, CIPCA.
- Tabla 9.** Campos de información por registro botánico, generados desde el ejemplar botánico vivo o en pie y que constan en la base de datos del Herbario Amazónico del Ecuador ECUAMZ (1-17). Para colección de plantas vivas se incluyen numerales 18 a 23
- Tabla 10.** Registro de accesiones de las colecciones vivas del Jardín Botánico para el estudio “Adaptación, propagación y biomasa estimada de helechos en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)”.
- Tabla 11.** Longitud, área foliar, peso en seco o biomasa de las frondas de las seis especies seleccionadas para el análisis del incremento o ganancia de la biomasa con respecto al área foliar acorde a la intensidad lumínica del bosque primario y secundario e invernadero del CIPCA.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ciclo de un helecho o pteridofito.
- Figura 2.** División de rizomas aéreos de helechos y de plantas, y división de rizomas de los helechos.
- Figura 3.** Esquema del origen de biomasa y sus pirámides en relación a la producción de energía.
- Figura 4.** Luxómetro o equipo, y tableta para medir la intensidad de luz en unidades lux.
- Figura 5.** Área de estudio. **A.** Mapa regional del Ecuador. **B.** Mapa de las áreas del CIPCA. **C.** Parcelas permanentes, en el bosque primario del Alto Piatúa del Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica. Mapas mejorados por el autor, y tomados de la Asignatura Geografía de la UEA 2013, y SIG de la UEA 2014.
- Figura 6.** Localización Geográfica de Parcelas (CIPCA) de la UEA, Napo, Ecuador. Mapas mejorados por el autor, y tomados de la Asignatura Geografía de la UEA 2013, y SIG de la UEA 2014.
- Figura 7.** Medición de crecimiento de las frondas.
- Figura 8.** Ejemplo Diagrama de las parcelas de 20x20 m y localización de las diferentes especies de pteridofitos en el bosque del CIPCA.
- Figura 9.** Mosaico de fotografía del trabajo realizado sobre la abundancia, adaptación y producción de biomasa de helechos.
- Figura 10.** Ejemplares de helechos rotulados en áreas del Jardín Botánico bajo umbráculo. Etiquetas de *Dennstaedtia* aff. *repens* y *Thelypteris* sp. Mostrando el número de ingreso y origen Estación Científica del Alto Piatúa (CIPCA).
- Figura 11.** Helechos establecidos en para el estudio, mostrando las condiciones en las que se encuentran en el “Jardín Botánico Piatúa.
- Figura 12.** Mosaico 2 de fotografía del trabajo realizado sobre la abundancia, adaptación y producción de biomasa de helechos
- Figura 13.** Mosaico 3 de fotografía del trabajo realizado sobre la abundancia, adaptación y producción de biomasa de helechos.
- Figura 14.** Especies de helechos seleccionados para el seguimiento de los individuos en la adaptación, propagación y estimación de área y peso foliar.
- Figura 15.** Abundancia relativa de helechos terrestres de bosque primario y secundario de la Estación Científica Alto Piatúa en el CIPCA.
- Figura 16.** Helechos adaptados en el invernadero del Jardín Botánico del CIPCA, después de 10 semanas en un ambiente semicontrolado.
- Figura 17.** Base de datos de helechos para la colección viva y de los especímenes botánicos de la colección del Herbario.
- Figura 18.** Especímenes botánicos que conforman la colección del Herbario ECUAMZ, generados en el estudio “Adaptación, propagación y biomasa estimada de helechos en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)”. **A.** *Hypolepis*, **B.** *Saccoloma*, **C.** *Tectaria*, **D.** *Thelypteris* sp. 1, **E.** *Thelypteris* sp. 2, **F.** *Cyathea* sp.
- Figura 19.** Estimación de área foliar de las frondas de los helechos seleccionados para el monitoreo bajo invernadero en el programa IMAGEJ.

Figura 20. Respuesta de los helechos seleccionados del área foliar para la ganancia de biomasa de las especies de *Cyathea*, *Thelypteris* y *Tectaria* del bosque primario, in situ y ex situ en tres tipos de luminancia del CIPCA.

Figura 21. Respuesta de los helechos seleccionados del área foliar para la ganancia de biomasa de las especies de *Thelypteris* sp. 1, *Saccoloma* sp. 1 e *Hypolepis* aff. *repens* del bosque secundario, in situ y ex situ en tres tipos de luminancia del CIPCA.

Figura 22. Área foliar, peso en seco o biomasa de las frondas de las seis especies seleccionadas para el análisis del incremento o ganancia de la biomasa con respecto al área foliar acorde a la intensidad lumínica del bosque primario y secundario, in situ y ex situ e invernadero del CIPCA.

Figura 23. Regresión lineal de la producción de biomasa de seis especies de helechos terrestres en dos tipos de bosque bajo tres condiciones de luz, in situ y ex situ del estudio sobre la adaptación, propagación y biomasa estimada de helechos en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA).

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Científica del Alto Piatúa del CIPCA, y se estudió la propagación y producción de biomasa de pteridofitas terrestres *in situ* (750-850 msnm) y *ex situ* (500 msnm) bajo diferentes intensidades lumínicas (<500lux, 500-1000lux, >1000lux). Se establecieron 6 parcelas permanentes ubicadas en el bosque maduro y secundario de la zona de vida Bosque Pluvial Pre Montano (b.p.P.M). En cada bosque se seleccionaron tres áreas donde se implementó una parcela de 20x20m (400 m²) por cada tipo de luminancia. En cada parcela se determinó el número de especies con un total de 36 helechos y 6 licofitas, y la abundancia (1650 individuos) de cada especie de pteridofita terrestre para encontrar la similitud por tipo de bosque. Se encontraron tres especies tanto para bosque primario (*Thelypteris* sp.2, *Tectaria incisa* y *Cyathea* sp.1) como para bosque secundario *Saccoloma* sp.1, *Hypolepis* aff. *repens* y *Thelypteris* sp.1, y los individuos seleccionados se trasladaron al Jardín Botánico. Dos individuos (72 individuos) de cada especie se marcaron *in situ* y *ex situ*, y se midió por 10 ocasiones el incremento de frondas (cm) para estimar el área foliar específica (cm²g⁻¹) y la producción de biomasa (g). Los resultados nos indican que no se acepta la hipótesis ya que *la biomasa de los helechos terrestres no es similar en el bosque primario y bosque secundario, así como la producción de las especies de pteridofitos en condiciones lumínicas semejantes*. La colección viva de Pteridophyta (*Cyathea*, *Hypolepis*, *Tectaria*, *Thelypteris* con 2 spp.) se adapta mejor con niveles de intensidad de luz menor a 1000 lux, que exhiben frondas llamativas, sanas y grandes.

Palabras claves: adaptación de helechos, propagación de helechos, biomasa de helechos, intensidad lumínica, colección viva, Pteridophyta, Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica CIPCA, Estación Científica del Alto Piatúa, Bosque Tropical, abundancia, riqueza de helechos, área foliar.

SUMMARY

This study was conducted in the Biological Research Station of the Alto Piatúa of the Center of Postgrad Investigation and Amazonic Conservation (CIPCA). Its aim was to characterize the propagation and production of biomass and terrestrial pteridophytes *in situ* (750-850 msnm) and *ex situ* (500 msnm), under different light intensities. 6 permanent plots located in mature and secondary forests were established. These are located at the north-central part of the Eastern Cordillera of the Andes, in the life zone of the Pre Montane Pluvial Forest (b.p.P.M). In each forest, 3 plots were selected, with different types of lighting, which measured 20x20m (400 m²). In each plot we determined the number of species with a total of 36 ferns and 6 locophytes, and an abundance (1650 individuals) of each species of terrestrial pteridophytes in order to find similarities between every kind of forest. Three species were selected and taken to the Botanical Garden both in primary forest (*Thelypteris* sp.2, *Tectaria incisa* and *Cyathea* sp.1) and secondary forest (*Saccoloma* sp.1, *Hypolepis* aff. *repens* and *Thelypteris* sp.1). Two individuals (72 individuals) of each species were labeled *in situ* and *ex situ*, and the increase in fronds was measured 10 times (cm) to estimate the specific foliage area (cm² g⁻¹) and the production of biomass (g). The results indicated that the hypothesis was not accepted since the biomass of terrestrial ferns is not similar in primary and secondary forest, as well as the production of pteridophytes in similar lighting circumstances. The live collection of Pteridophytes (*Cyathea*, *Hypolepis*, *Tectaria*, *Thelypteris* with 2 spp.) adapts better with levels of light intensity that are lower than 1000 lux, which exhibit fronds that are striking, healthy and large.

Key words: adaptation of ferns, spread of ferns, fern biomass, light intensity, living collection, Pteridophyta, Center of Postgrad Investigation and Amazonic Conservation CIPCA, Piatúa Alto Research Station, Tropical Forest, abundance, richness of ferns, leaf area.