

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.**



**“HELECHOS DEL BOSQUE NEBULOSO DEL PARQUE NACIONAL
MONTECRISTO”**

**PRESENTADO POR:
ELDA BEATRIZ HERNÁNDEZ MENDOZA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**COORDINADOR GENERAL DEL PROCESO DE GRADO:
LIC. OSCAR ARMANDO GUERRA ASCENCIO**

**DOCENTE DIRECTOR:
MSc. RICARDO ENRIQUE MORALES HERNÁNDEZ**

FEBRERO, 2013.

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.**



**“HELECHOS DEL BOSQUE NEBULOSO DEL PARQUE NACIONAL
MONTECRISTO”**

**PRESENTADO POR:
ELDA BEATRIZ HERNÁNDEZ MENDOZA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA.**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:
LIC. OSCAR ARMANDO GUERRA ASCENCIO**

FIRMA: _____.

**DOCENTE DIRECTOR:
MsC. RICARDO ENRIQUE MORALES HERNÁNDEZ**

FIRMA: _____.

FEBRERO, 2013

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR:

LIC. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

VICE-RECTORA ACADÉMICA:

LICDA. Y MASTER ANA MARÍA GLOWER DE ALVARADO

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO:

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA GENERAL:

DRA. ANA LETICIA DE AMAYA

FISCAL GENERAL:

LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA

FEBRERO, 2013

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.

DECANO:

LIC. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA

VICE-DECANO:

ING. WILLIAM VIRGILIO ZAMORA

SECRETARIO:

LIC. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

JEFE DE DEPARTAMENTO.

LIC. OSCAR ARMANDO GUERRA ASCENCIO

FEBRERO, 2013

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

DEDICATORIA

Dedicada especialmente a mi hija Anita Beatriz, que se convirtió en mi razón de ser y quien me impulsa a seguir adelante.

A mi Papa Oscar Armando Hernández, mi amigo, mi apoyo y mi mayor ejemplo a seguir.

A Danilo Enrique Ortiz, quien a través de los años me ha demostrado amor, apoyo y paciencia, y quien me acompañó de principio a fin en cada una de las etapas de este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, especialmente a mi papá **Oscar Armando Hernández**, mi mamá **Rosa Estela Mendoza** y mi hermana **Teresa Hernández**, que en todo momento me han brindado su apoyo incondicional y gracias a quienes he llegado hasta donde estoy.

A la **familia Ortiz Ramos**, especialmente a **Danilo Ortiz**, mi eterno compañero, mi apoyo y amigo incondicional.

A mi docente asesor, el **Licenciado Ricardo Enrique Morales**, quien con paciencia supo guiarme a lo largo de todo este proceso, así mismo, al resto de docentes del Departamento de Biología, que contribuyeron enormemente a lo largo de mi formación académica.

Al personal del parque nacional Montecristo, especialmente a la **Licenciada Maritza Guido**, quien me facilitó los medios para hacer las recolectas dentro del parque, así mismo a la **Licenciadas Marilú Pacheco** y **Nohemy López**, quienes me acompañaron durante todos los recorridos de recolecta.

Al personal administrativo del **Jardín Botánico La Laguna**, por incluirme dentro de su programa de becas "Darwin Initiative", mediante el cual se me proporcionaron los medios económicos para la realización del trabajo de campo, igualmente al **Licenciado Jorge Alberto Monterrosa**, quien me ayudó durante la fase de identificación de especímenes.

A mi amigo de toda la vida **Marvin José Zaldaña**, quien siempre me motivó a seguir adelante y me acompañó durante los recorridos de muestreo.

RESUMEN

La investigación realizada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo, tuvo como principal objetivo determinar la distribución y abundancia de los helechos dentro de dicha zona y consistió en una serie de muestreos llevados a cabo dentro de seis transeptos realizados durante la época lluviosa del año 2011.

Para la realización de los muestreos se determinó como área de estudio el Bosque Nebuloso debido a que, en comparación con el resto de las zonas del Parque, sus condiciones climáticas y topográficas lo hacen el sitio más favorable para la reproducción y abundancia de los helechos. Además, es muy importante recordar que la humedad y temperatura son factores importantes dentro del ciclo reproductivo de las pteridofitas.

Como resultado de esta investigación, se identificó un total de 45 especies de helechos pertenecientes a 12 familias diferentes las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 3 pertenecientes a la familia Aspleniaceae, 3 a la familia Blechnaceae, 6 a la familia Dryopteridaceae, 1 a la familia Gleichenaceae, 4 a la familia Hymenophyllaceae, 1 a la familia Lomariopsidaceae, 5 a la familia Lycopodiaceae, 1 a la familia Ophioglossaceae, 10 a la familia Polypodiaceae, 8 a la familia Pteridaceae, 2 a la familia Selaginellaceae y 1 a la familia Thelypteridaceae.

Con respecto al hábitat de recolección de cada especie, 23 fueron recolectadas en un hábitat epifito, 18 terrestres y solamente 4 se recolectaron en un hábitat rupícola.

Además se realizaron 3 nuevos reportes de especies para el Departamento de Santa Ana y por lo tanto, especies nuevas también para el Parque Nacional Montecristo.

ÍNDICE

Contenido	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo General.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. REVISIÓN DE LITERATURA	16
3.1 Antecedentes.....	16
3.2 Generalidades.....	17
3.2.1 <i>Origen y evolución</i>	17
3.2.2 <i>Filogenia y clasificación</i>	18
3.2.3 <i>Estructura externa</i>	19
3.2.4 <i>Estructura interna</i>	21
3.2.5 <i>Hábitat y distribución</i>	22
3.3 Importancia de los helechos para la naturaleza y el hombre.....	23
3.4 Reproducción.....	26
3.5 Diversidad y abundancia.....	28
4. METODOLOGÍA	29
4.1 Descripción del área de estudio.....	29
4.1.1 <i>Ubicación geográfica y extensión</i>	29
4.1.2 <i>Geomorfología</i>	29
4.1.3 <i>Topografía</i>	29
4.1.4 <i>Suelos</i>	30
4.1.5 <i>Hidrología</i>	30
4.1.6 <i>Ecosistemas</i>	31
4.1.7 <i>Zonas de vida</i>	31

4.1.8	
4.1.9	<i>Tipos de vegetación</i> 33
4.1.10	<i>Clima</i> 33
4.1.11	<i>Problemas y amenazas ambientales</i> 34
4.2	Fase de campo..... 35
4.2.1	<i>Diseño de la investigación</i> 35
4.2.2	<i>Delimitación de la unidad de análisis</i> 35
4.2.3	<i>Determinación de la zona de muestreo</i> 36
4.2.4	<i>Descripción de la zona de muestreo</i> 36
4.2.5	<i>Técnica de muestreo</i> 38
4.2.6	<i>Colecta de especímenes</i> 38
4.2.7	<i>Transporte de especímenes colectados</i> 39
4.3	Fase de Laboratorio..... 40
4.3.1	<i>Identificación de las muestras vegetales</i> 40
4.3.2	<i>Prensado y montaje de las muestras</i> 40
4.4	Fase de análisis estadístico..... 40
4.4.1	<i>Densidad relativa</i> 40
4.4.2	<i>Índice de diversidad de Simpson</i> 41
4.4.3	<i>Índice de diversidad de Shannon – Wiener</i> 42
5.	RESULTADOS 43
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS 67
7.	CONCLUSIONES 70
8.	RECOMENDACIONES 72
9.	LITERATURA CITADA 73
9.1	Paginas Web citadas..... 74

ANEXOS

LISTADO DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1: Lista de familias encontradas en cada uno de los transeptos realizados dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	48
Tabla 2: Lista de especies y su densidad relativa (D.R. %) de acuerdo a su familia perteneciente.....	48
Tabla 3: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 1, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	49
Tabla 4: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 2, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	50
Tabla 5: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 3, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	51
Tabla 6: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 4, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	52
Tabla 7: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 5, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	53
Tabla 8: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 6, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.....	54

Tabla 9: Listado general de familias, géneros y especies de helechos encontrados en cada uno de los transeptos realizados dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo junto a su densidad relativa total para cada especie..... 55

Tabla 10: índice de Diversidad (H') de Shannon Wiener e índice de Diversidad de Simpson (D') de los helechos encontrados en cada transecto realizad dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo..... 56

LISTADO DE GRÁFICAS

Contenido	Página
Gráfica 1: Número de familias de Helechos encontrados en cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo durante la época lluviosa del año 2011.....	57
Gráfica 2: Densidad relativa para cada familia de Helechos encontrados en cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo durante la época lluviosa del año 2011.....	57
Gráfica 3: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 1, durante la época lluviosa del año 2011.	58
Gráfica 4: Densidad relativa de cada especie encontrada en el transepto 1, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.	58
Gráfica 5: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 2, durante la época lluviosa del año 2011.....	59
Gráfica 6: Densidad relativa de cada especie encontrada en el transepto 2, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.	59

Grafica 7: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 3, durante la época lluviosa del año 2011.....	60
Grafica 8: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 3, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.....	60
Grafica 9: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 4, durante la época lluviosa del año 2011.....	61
Grafica 10: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 4, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.....	61
Grafica 11: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 5, durante la época lluviosa del año 2011.....	62
Grafica 12: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 5, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.....	62
Gráfica 13: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 6, durante la época lluviosa del año 2011.	63

Gráfica 14: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 6, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011..... 63

Gráfica 15: Número de especies encontradas dentro de cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011..... 64

Gráfica 16: Número de individuos encontrados dentro de cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011..... 64

Gráfica 17: índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') calculado para cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011..... 65

Gráfica 18: índice de diversidad de Simpson (D') calculado para cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011. 65

Gráfica 19: Clasificación de las especies encontradas dentro del parque nacional Montecristo de acuerdo a su hábitat de recolección.....56

1. RODUCCIÓN

Los helechos son plantas vasculares caracterizadas por no producir flores, semillas, ni frutos y se encuentran fácilmente en regiones húmedas y cálidas (Sinnot & Wilson, 1965).

Los mismos autores mencionan que, un aproximado de 7000 especies de helechos se encuentran distribuidas alrededor del mundo; por su parte, Jensen & Kalvaljian (1968), sugieren la existencia aproximada de entre nueve mil a diez mil especies diferentes de helechos.

La distribución de los helechos puede ser muy dispersa alrededor del mundo, sin embargo pueden ser particularmente abundantes en las regiones más cálidas y húmedas y son típicamente mesófitas, (crecen en condiciones de mediana humedad), y son más tolerantes a la sombra que la mayoría de las plantas con semilla, sin embargo; muchas pueden ser xerofíticas (adaptadas a ambientes secos) y otras pueden ser acuáticas flotantes. (Sinnot & Wilson, 1965).

La investigación realizada pretende aportar más conocimiento acerca de los helechos en El Salvador, ya estos además de aportar grandes beneficios para los ecosistemas en los que viven, también pueden ser utilizados por el ser humano debido a que algunas especies pueden ser aprovechadas por sus propiedades medicinales, alimenticias, ornamentales y para diversos procesos industriales, (Seiler, 1980).

La investigación tuvo como objetivo principal identificar la diversidad y abundancia de los helechos dentro del bosque nebuloso del Parque Nacional de Montecristo durante la época lluviosa, entre los meses de junio y octubre. Al momento de realizar las recolectas de los individuos, también se identificó su hábitat, luego los individuos recolectados, se identificaron tanto a nivel de

familia y como de especie, junto a esto, también se realizaron comparaciones entre las densidades relativas de las especies encontradas y sus frecuencias de ocurrencia. Finalmente, se determinó la diversidad de las poblaciones de helechos dentro de las diferentes zonas de muestreo mediante la utilización del índice de diversidad de Shannon – Wiener e índice de diversidad de Simpson.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Conocer la diversidad y abundancia de helechos en zona del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Municipio de Metapán, El Salvador, durante la época lluviosa del año 2011.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Clasificar mediante el uso de claves taxonómicas, los helechos recolectados en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo, Municipio de Metapán, El Salvador, durante la época lluviosa del año 2011.
- Comparar las especies de helechos recolectas dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo, durante la época lluviosa del año 2011, de acuerdo a su Densidad Relativa (D.R.).
- Determinar la diversidad de la población de helechos dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo mediante el uso de los índices de diversidad de Simpson y de Shannon – Weiner.
- Determinar el hábitat de cada especie de helechos encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo durante la época lluviosa del año 2011, utilizando el método de transeptos.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Antecedentes

En El Salvador, son pocas las investigaciones realizadas acerca de helechos, sin embargo, a nivel latinoamericano hay diversidad de estudios que han arrojado información acerca de la abundancia y distribución de helechos en diversos países por ejemplo:

Vareschi, V. Publicó en 1968 el libro “Flora de Venezuela, Helechos”. En el cual reporta un total de 1100 especies diferentes de helechos.

En 1999 Jørgensen, P. M. & León-Yáñez, reportaron un total de 1350 diferentes especies de helechos en el libro “Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador.” De esas especies 184 son endémicas del Ecuador.

En 2004, Mickel, J.T & Smith, A.R. publicaron el libro *The Pteridophytes of Mexico*, en el cual reportan un total de 124 géneros y 1008 especies de helechos encontrados en México, de estas 186 especies son de origen endémico.

Hasta la fecha, son pocos los estudios realizados en El Salvador acerca de helechos. Seiler (1980), publicó el libro “Helechos de El Salvador”, en el cuál reportó 240 especies de helechos pertenecientes a 28 familias, además reporta una nueva especie para la ciencia, la cual se denominó *Anemia salvadorensis* y pertenece a la familia Schizaeaceae.

Monro (2002), publicó “Helechos de los cafetales de El Salvador”, como parte del proyecto “Initiative Darwin”. En dicha publicación, se ilustran 38 especies

de helechos pertenecientes a 11 familias. Además se presenta un listado preliminar de 250 especies de helechos reportadas para El Salvador.

Monterrosa Salomón *et. al.* (2009), publicaron la “Guía de Identificación de Helechos de El Salvador” como resultado del proyecto “Herramientas y Entrenamiento para la Conservación y Monitoreo de Helechos en El Salvador”. En dicho estudio, se reportan 28 familias y 401 especies de helechos para El Salvador; incluyendo 252 especies con fotografías y sus respectiva descripción botánica, diagnosis y especies similares, distribución internacional y un mapa de distribución nacional.

3.2 Generalidades

3.2.1 Origen y evolución

Jensen & Kalvaljian (1,968), sostienen que los helechos tienen una historia fósil, larga y notable que se remonta cuando menos al carbonífero , hace unos 300 millones de años. Algunas de las familias que entonces existieron (Osmundaceae, schizacaceaea y Gleicheniaceae) crecen todavía en la tierra. Sin embargo, hasta ahora los fósiles han proporcionado poca ayuda para establecer sus relaciones evolutivas. Afortunadamente es muy amplia la diversidad de helechos vivientes, entre los que se incluyen tipos muy primitivos y otros muy especializados.

De acuerdo a Sinnot & Wilson (1,965), a través de la ultima parte de la era Paleozoica existen fósiles abundantes de plantas con follaje semejante al de los helechos, pero ahora se sabe que muchas de éstas no eran helechos del todo , sino plantas primitivas sin semilla. No obstante, se ha encontrado desde el Devoniano Medio un número considerable de helechos que no están en duda la mayoría de ellos completamente distintos de los helechos de hoy.

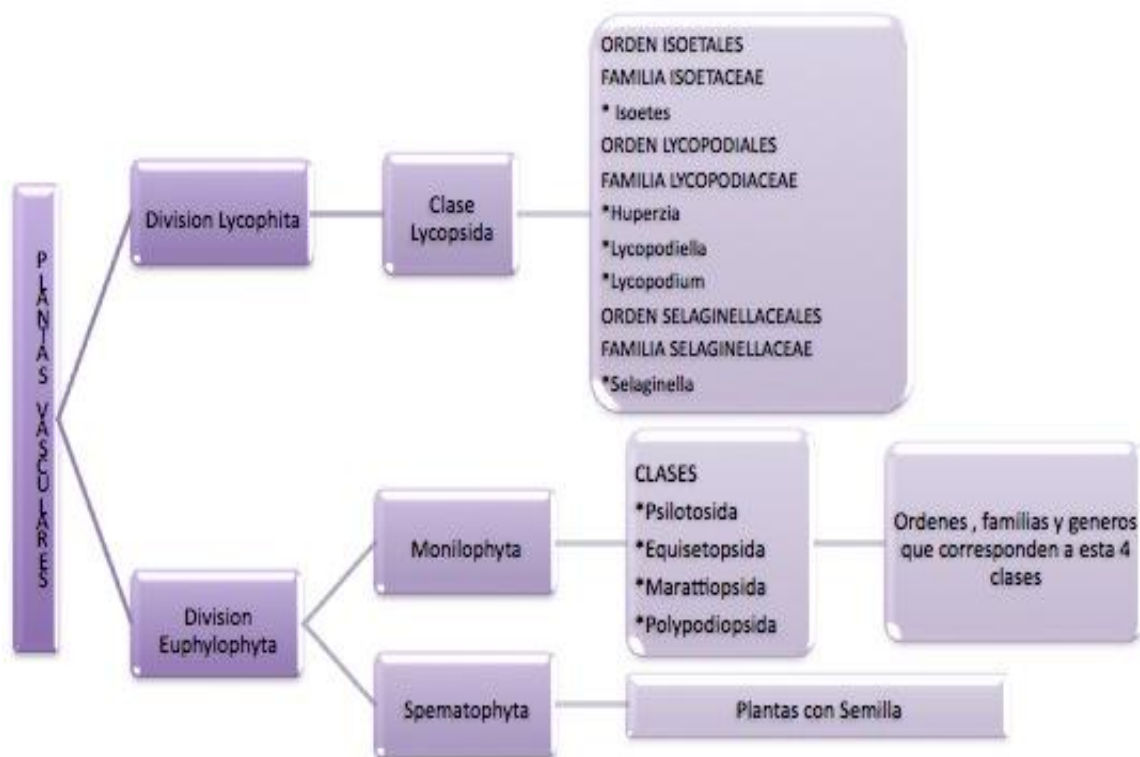
Según Jensen & Kalvaljian (1,968), los helechos tienen tallos erectos y follaje como el de los helechos prehistóricos, pero el sistema vascular era una protostela que no era generalmente simple, sino en forma de estrella o de hache en sección transversal. No es claro si entre éstas plantas han de encontrarse los ancestros de cualquiera de nuestros helechos vivientes, aún cuando tienen ciertas semejanzas con los ofioglosales y los maratales.

Los mismos autores agregan que entre los fósiles de los helechos primitivos se han encontrado varias etapas intermedias entre las hojas típicas de los helechos modernos, que son planos y difícilmente podrían distinguirse de las ramas hojosas, éstas a su vez, parecen regresar a algunas de las psilofitas primitivas, en las que los extremos de las ramas son grandes y aplanados y de acuerdo al estudio de las hojas de pterópsidas, es posible considerar a los tres grupos de plantas vasculares como provenientes de un tipo ancestral común, que ha evolucionado en tres direcciones diferentes. Parece probable que el desarrollo de estas láminas anchas de tejido fotosintético es lo que dio a las pterópsidas la ventaja que hizo posibles su gran prosperidad y la dominancia de los miembros modernos del grupo en la vegetación actual.

3.2.2 Filogenia y clasificación

Monterrosa Salomón *et. al.* (2009), sostienen que los helechos son un grupo parafilético de plantas en unas de las divisiones mayores del reino vegetal llamado PTERIDOPHYTA; compuesto por las Lycophytas y las Monilophytas.

Figura 1: Clasificación de los helechos de acuerdo a Smith et. al, 2006, citado por Monterrosa et. al. (2009).



3.2.3 Estructura externa

La estructura externa de los helechos es muy particular, y las diferentes características de dichas estructuras son de vital importancia a la hora de clasificarlos. Sus partes se describen a continuación:

- **Rizoma:**

Monterrosa Salomón. *et. al.* (2009) lo describe como el equivalente al tallo de una planta común; tiene raicillas cuya función es el anclaje o fijación de la planta y la absorción de los nutrientes del agua. Son de mucha importancia a la hora de identificar especies, ya que tienen diversidad de formas y ramificaciones; a veces son erectos y forman una estructura en forma de "tronco" (caúdice), característico de los helechos arborescentes.

- **Escamas:**

Monro *et. al.* (2002), mencionan que las escamas son muy útiles para la identificación de helechos. Son estructuras superficiales y posiblemente relacionadas con pelos que pueden tener una gran variedad de formas y colores. Se pueden encontrar en el rizoma, hojas jóvenes (también conocidas como cayado o prefoliación), el pecíolo y la lámina. Los mejores lugares para buscarlas son en el rizoma y las hojas jóvenes y su distribución es también útil para la identificación. La mayoría son fácilmente visibles con una lupa de mano. Pueden ser de color dorado, oscuras o bicolors (blanco, transparente y oscuro).

- **Frondas:**

De acuerdo a Monterrosa Salomón *et. al.* (2009), Son el equivalente a las hojas de las plantas comunes y constan de dos partes: el *estípite* y la *lámina*.

Los mismos autores señalan también que el estípite es la parte basal de la fronda que va desde el rizoma hasta la primera pinna, segmento o ramificación; al igual que el pecíolo de una hoja. Si es redondeado y acanalado se le llama sulcado; la superficie puede ser lisa o rugosa, con proyecciones parecidas a espinas. En su mayoría, poseen tricomas o escamas similares a las del rizoma pero de menor tamaño, distribuidas ya sea solo en la base o en toda su longitud.

La lámina de una hoja o fronda puede tener diferentes formas, puede ser entera, lobada o dividida, aun así, éstas nunca serán compuestas a pesar de parecerlo, debido a que pueden poseer un alto grado de división. Monro *et. al.* (2002).

- **Soros:**

Los esporangios generalmente nacen en la superficie dorsal o inferior de las hojas, generalmente se encuentran definidos en grupos llamados soros. Sinnott & Wilson (1965)

La forma característica y disposición de los soros son muy útiles para la identificación de los helechos a nivel de familia, género y especie. La mayoría son fácilmente visibles con una lupa de mano. Normalmente los soros son de color amarillo-verde cuando son inmaduros, volviéndose oscuros al madurar. Pueden tener una variedad de formas y disposiciones en la hoja diferentes y es esto, básicamente, lo que los hacen valiosos para la identificación. (Monro *et. al.* 2002).

En la mayoría de los helechos cada soro está protegido durante su desarrollo por una membrana conocida como indusio, la cual se arruga conforme maduran los esporangios, en este caso se dice que los soros están indusiados (Sinnot & Wilson, 1965)

3.2.4 Estructura interna

Sinnot & Wilson, 1965 señalan que el tejido vascular puede formar un cilindro sólido (protostela) o tubo (sifonostela) que puede estar dividido en haces separados. Y generalmente carecen de cambium.

Así mismo, los mismos autores agregan que, excepto en uno o dos casos los tejidos son todos de origen primario, y no hay signo de actividad cambial. En los helechos mas grandes y complejos hay, generalmente, varios anillos concéntricos de haces vasculares. Las células tanto del xilema como del floema son un tanto menos especializadas que en los tejidos de las plantas vasculares superiores. En unos cuantos casos se han encontrado vasos, pero las células del xilema son, generalmente, traqueidas escalariformes. En la mayoría de las especies hay masas de esclerénquima de células grandes en la corteza, y con frecuencia en la médula, las que ayudan a mantener la rigidez del tallo.

3.2.5 Hábitat y distribución

En la página web [//www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm](http://www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm), se afirma que mayor riqueza de especies de helechos se distribuye principalmente en áreas con climas templados a cálido, húmedas a subhúmedas, con temperatura media anual entre 12 °C y 26 °C, en latitudes que varían entre los 500 y 2,800 msnm.

Según Monterrosa Salomón *et. al.* (2009), la mayoría se encuentran en bosques húmedos o nebulosos, siendo generalmente epífitos, aunque también hay especies terrestres, por el contrario, en lugares abiertos son fundamentalmente terrestres y su abundancia depende mucho de la disponibilidad de agua en el lugar.

En la página web <http://www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm> los helechos son clasificados de la siguiente manera de acuerdo a su forma de vida:

- a) **Arborescentes:** se les denomina así, ya que su tipo de crecimiento semeja a un árbol, pudiendo llegar a medir más de 10 metros.
- b) **Herbáceos:** este tipo de helechos pueden ser:
 - **Terrestres:** helechos (de porte herbáceo) que crecen directamente en el suelo (en la tierra)
 - **Epífitos:** helechos que crecen directamente sobre otras plantas.
 - **Hemiepífitos:** son aquellos helechos que son terrestres pero crecen desarrollándose sobre otras plantas.
 - **Rupícolas:** se refieren a los helechos que crecen sobre rocas, muchas veces sobre el musgo que se encuentra en éstas.
 - **Acuáticos:** son los que crecen directamente el agua.
 - **Palustres:** crecen en regiones con suelos que se inundan estacionalmente y pueden ser flotantes o enraizados.

3.3 Importancia de los helechos para la naturaleza y el hombre

Los helechos poseen una gran importancia antropológica y ecológica, alrededor del mundo, existe una gran cantidad de usos en los cuales estos son empleados, a continuación se describen algunos usos y propiedades:

- **Ornamentales:**

Los helechos se cultivan extensamente tanto a campo abierto como bajo techo y en los invernaderos por su follaje atractivo y tienen, por lo mismo, mucha importancia en la horticultura. (Sinnot & Wilson, 1965)

- **Alimentación:**

Sinnot & Wilson (1965), señalan que también pueden ser utilizados para la alimentación humana, de hecho uno de los helechos más utilizados como fuente de alimento es *Pteridium aquilinum*, (Familia Pteridaceae), que es consumido en Filipinas, África, Europa y Estados Unidos, y que, de hecho, la mayoría de frondas jóvenes son aptas para el consumo humano. Por otra parte en la página web <http://www.aguasinfronteras.net/> se menciona que *Matteucia struthiopteris* y *Pteridium sp.* Poseen una rica cantidad de almidón y nutrientes, por lo que son utilizadas para su ingesta en las zonas templadas del Hemisferio Norte.

- **Importancia Ecológica:**

De acuerdo a Hernández Cibrián *et. al.* (2003) menciona que, gran parte del carbón mineral utilizado en la actualidad se formó de plantas terrestres primitivas, hace 300 millones de años, por lo tanto debido a su familiaridad con el Carbono, los helechos resultan de gran importancia a la hora de absorber dicho gas.

Con respecto a lo anterior, en la Hoffman (2010), presenta un listado de especies vegetales consideradas de vital importancia en la purificación del aire mediante la absorción de diversos gases considerados dañinos tanto para el ser humano como para el medioambiente, dentro de dicha lista se mencionan dos especies de helechos, *Nephrolepis exaltata* y *Nephrolepis dufii*, ambas de

la familia Lomariopsidaceae, ambas reconocidas como grandes absorbentes no solo de Carbono, sino de formaldehído y Benceno. Por lo tanto, es necesario recalcar su conservación en la lucha contra el cambio climático. Además de acuerdo a Hernández Cibrián *et. al.* (2003), ciertas especies de helechos son bioacumuladores de arsénico, plomo, cadmio, cobre, cobalto, cromo, níquel, selenio y vanadio, por lo tanto, se les considera purificadores de suelos altamente contaminados.

Según Hernández Cibrián *et. al.* (2003) los helechos epífitos resultan unos excelentes indicadores del cambio de hábitat, especialmente en cafetales, en donde son vulnerables a cambios en el régimen de podas y la proporción de sombra proporcionada por los árboles. Por otra parte en la página web <http://www.aguasinfronteras.net/>, algunas especies son indicadoras del nivel de perturbación de una región, o al contrario, ayudan a detectar zonas con un buen estado de conservación. También contribuyen grandemente a los procesos de sucesión de la vegetación y evitan la erosión en zonas propensas a deslaves.

- **Propiedades medicinales:**

En la página web <http://www.aguasinfronteras.net/>, se afirma que especies del género *Phlebodium* y *Polypodium* se utilizan en el tratamiento de afecciones de las vías respiratorias, especies del género *Selaginella* se utilizan para tratar afecciones del tracto urinario. Y especies del género *Equisetum* se sirven para tratar la diabetes y enfermedades del tracto urinario.

- **Ornamentales:**

Especies del género *Nephrolepis*, *Adiantum*, *Pteris*, *Huperzia*, *Asplenium*, *Niphidium*, *Platyserium*, especies arborescentes tales como: *Alsophila*, *Cibotu*, *Cyathea* y *Sphaeropteris* son utilizados para hacer arreglos florales y en jardinería. (Hoffman, 2010)

- **Construcción:**

Veliz & Vargas (2006), agregan que, algunas especies de helechos arborescentes pueden alcanzar gran altura y tamaño, tanto así, que pueden ser utilizados para la construcción de viviendas, especies como *Cyathea divergens*, y *Sphaeropteris horrida*, son utilizadas con este fin.

- **Usos industriales**

De acuerdo a Hernández Cibrián *et. al.* (2003), la compañía Alemana Offenbach, fabrica jabón perfumado a partir de *Lastrea cristata*, que es nativo del Bosque Negro de Alemania. También la oleoresina obtenida de *Dryopteris filix-mas* es utilizada en perfumería, ya que ésta es soluble en alcohol.

Los mismos autores señalan también el uso de *Pteridium aquilinum*, helecho a partir del cual se obtienen tintes naturales de color verde oliva, amarillo oscuro y verde grisáceo.

Por otra parte, en la página web oficial de los productos Heliocare, <http://www.heliocare.es/>, mencionan el uso de *Polypodium leucotomos*, para la elaboración de productos para el cuidado de la piel debido a sus propiedades antioxidantes, fotoprotectoras, inmunoprotectoras y reparadoras del fotoenvejecimiento gracias a sus altos niveles de carotenoides, vitaminas C y E, picnogenol, licopeno.

3.4 Reproducción

De acuerdo a Monterrosa Salomón *et. al.* (2009), en la reproducción de los helechos se llevan a cabo dos fases: una gametofítica y otra esporofítica. En este proceso hay un punto donde el agua del ambiente juega un papel importante, el ciclo comienza con una planta normal, con rizomas y frondas; en la superficie abaxial de la fronda se encuentran los soros. Las hojas que forman esporas son esporófilas. El esporangio se abre en condiciones de

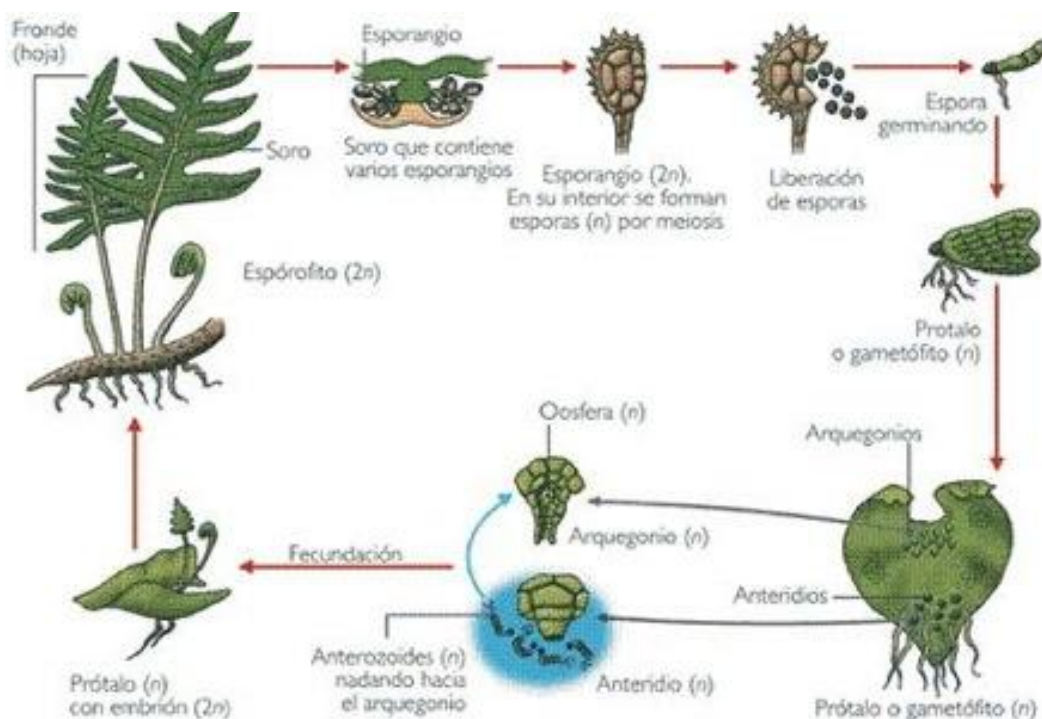
sequedad, de manera que las esporas del interior queden libres y son arrastradas por el viento.

Los helechos tienen un gametofito haploide y un esporofito diploide. La planta que se identifica con el helecho es el esporofito. El gametofito o protalo es muy pequeño y difícil de ver. Sinnot & Wilson (1965).

Alrededor del borde del esporangio hay una banda o anillo de células, en las que éstas tienen paredes gruesas junto al esporangio y delgadas en el borde externo. Las tensiones que aquí se ejercen cuando el esporangio se seca hacen que el anillo se enderece, rompiendo la pared del esporangio entre las células labiales de paredes delgadas y exponiendo la masa de esporas. Al continuar secándose el anillo puede volver a saltar a su posición original lanzando las esporas adheridas a él como si se tratase de una catapulta. Sinnot & Wilson (1965).

A continuación, se muestra un esquema que representa el ciclo reproductivo de los helechos.

Figura 2. Ciclo de reproducción de un helecho



Monterrosa Salomón, *et. al.* (2009), menciona que una vez que las esporas caen al suelo, “germinan” y desarrollan una plantita de 2 a 20 mm. de tamaño llamada protalo, que es plano, de color verde musgo y generalmente tiene forma de corazón. En la parte ventral o baja del protalo están los órganos sexuales; los masculinos se llaman anteridios y son los que producen el esperma y los femeninos llamados arquegonios, que producen la “célula huevo”.

Sinnot & Wilson (1965), agregan que, el contenido del anteridio se divide en un grupo de espermias, cada uno con cilios con los que puede nadar en una película fina de agua. Un esperma penetra el arquegonio y se efectúa la fecundación, después de lo cual el huevo fertilizado, por divisiones celulares repetidas, forma una masa de tejido que gradualmente se diferencia en el cuerpo del esporofito joven. Un pie lo une al gametofito, del cual absorbe

alimento en su crecimiento inicial hasta finalmente, formar las estructuras de un helecho.

3.5 Diversidad y abundancia

Moreno (2001), citado por Delgado García (2009), sostiene que uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés mundial en esta década es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos de todas las fuentes incluyendo, entre otros los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas”.

De acuerdo a Marrugan, (1988), citado por Moreno, (2009) medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Permite también identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies o en la distribución de la abundancia de las especies y esto nos alerta acerca de procesos empobrecedores.

4. METODOLOGÍA

4.1 Descripción del Área de Estudio

4.1.1 Ubicación geográfica y extensión.

De acuerdo a Reina (1979), el Parque Nacional Montecristo se encuentra ubicado en el Cantón San José Ingenio, Municipio de Metapán, Departamento de Santa Ana, a 117 kilómetros de la ciudad capital de San Salvador, de acuerdo a su referencia geográfica, el Parque se encuentra a los 14° 25' latitud Norte y 89° 23' longitud Sur.

El Parque posee una extensión de 2,000 hectáreas y un área proyectada a 5,000 hectáreas que incluye otros tipos de áreas privadas que dan continuidad a los ecosistemas pinar, asociación pino-roble y bosque nebuloso. (Anexo I)

4.1.2 Geomorfología

De acuerdo al Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (2005), éste se encuentra dentro de las formaciones geológicas más antiguas del núcleo de Mesoamérica, correspondientes a rocas sedimentarias, areniscas, conglomerados de cuarzo, calizas y areniscas que conforman la base de la columna estratigráfica del período jurásico-cretácico. Reina (1979) afirma que el lugar donde está ubicado el bosque nuboso del Cerro Montecristo se formó a partir de sedimentos marinos de la era mesozoica. En la cima del Cerro Montecristo, la cual alcanza 2,418 m.s.n.m, se originan 23 afluentes que alimentan al Río Lempa.

4.1.3 Topografía

El Parque Nacional Montecristo está situado al sur-oeste de una extensa cadena montañosa localizada principalmente en las regiones centrales de Guatemala y Honduras, en El Salvador se encuentra presente una pequeña proporción de esta cadena montañosa, donde se encuentra situado el parque,

debido a esto posee una topografía con sitios escabrosos y quebrados, además de ello se encuentran pequeñas planicies. Reyna Vásquez (1979).

En la pagina Web: <http://cvmarvinmelgar.blogspot.com/> , se dice que la región se encuentra en la zona intra Montana, la topografía es accidentada en las tres cuartas partes de su superficie, presentando pendientes superiores al 25%. Se caracteriza por tres formas de relieve: Montaña, Pie de Montaña y Zonas Planas. La zona montañosa presenta suelos poco profundos y afloramientos rocosos. El Pie de Monte no es muy notorio debido a que los relieves escarpados llegan hasta las partes de relieve plano. Las partes Planas formadas por planicies coluvio-aluviales, han sido moderadas por movimientos de suelos por gravedad y por las corrientes de los Ríos. El suelo es de origen volcánico y de vocación forestal. (Anexo II)

4.1.4 Suelos

Para Reyna Vásquez (1979), los suelos son profundos con un horizonte orgánico de 40 a 60 cms. de espesor, textura franca a franco limosa, color negro y se clasifican como latosol húmico- hidromórfico, franco –franco limosos, sobre material sedimentario accidentado en montañas.

De acuerdo al Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (2005), los suelos litosoles son los más extendidos, comprendiendo aproximadamente un 46% del área. Los otros tipos de suelo comprenden menos del 15% del área cada uno. La cantidad de retención de agua de este suelo es alta y el drenaje externo mediante los riachuelos allí formados, de bueno a rápido. El subsuelo es franco-arcilloso, de ligeramente plástico a arcilloso muy plástico, lo que le da una permeabilidad moderadamente lenta.

4.1.5 Hidrología

Según el Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (2005), la hidrografía está formada por ríos con cañones medianamente profundos y cauces ligeramente sinuosos, con procesos de erosión fluvial que frecuentemente llegan a formar llanuras aluviales en las zonas bajas. Los caudales son relativamente altos en la época lluviosa.

El mismo autor también describe la hidrología de la siguiente forma:

- A las riberas del Río San José que nace dentro del Parque, se encuentra el Casco, la Comunidad Buena Vista, El Cóbano y Casas de Tejas, este río que tiene una longitud de 6,404 kilómetros, es alimentado por otros afluentes en su recorrido, llegando a desembocar en la Laguna de Metapán.
- Río El Brujo, que sirve de límite fronterizo entre El Salvador y Guatemala, recibe varios nombres a lo largo de su recorrido, entre otros Frío, Anguiatú y Agüe, el cual desemboca en el Lago de Güija.
- Río El Limo, que también se le denomina Chimalapa, se une al Río San José antes de desembocar en la Laguna de Metapán.
- Río El Rosario, que se une con El San Miguel Ingenio, para formar luego el Tahuilapa, el cual se une más tarde al Río Lempa. (Anexo III)

4.1.6 Ecosistemas presentes

Dentro Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (1995), citado por Delgado García, (2009), dentro del Parque existen los siguientes ecosistemas: Bosque perennifolio siempre verde (Bosque Nebuloso), bosque de altura media perennifolio y subperennifolio, Bosque secundario y Bosque de galería.

4.1.7 Zonas de vida

De acuerdo a Holdridge (1967) citado dentro del Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (2005), en la cuenca alta del río Lempa existen las siguientes zonas de vida:

- **Bosque Seco Tropical (bs-T)**

La biotemperatura anual promedio es de 24.2 °C, la temperatura media oscila entre los 24 y 25 °C, la precipitación promedio anual es de aproximadamente 1,300 mm. La vegetación de esta zona de vida se caracteriza por árboles de hasta 30 metros de altura; son frecuentes las especies caducifolias y espinosas.

- **Bosque Húmedo Subtropical (bh-ST)**

La biotemperatura anual promedio es de 21 °C, la temperatura media oscila entre los 22 – 24 °C, la precipitación por año varía entre 1,400 mm y 2,000 mm y la altitud oscila entre los 1,000 y 2,000 msnm.

- **Bosque muy Húmedo Subtropical (bmh-ST)**

La biotemperatura anual promedio es de 22 °C, la temperatura media anual oscila entre los 18 y 24 °C, las precipitaciones promedio anuales oscilan entre los 2,000 y 4,000 mm. y la elevación está en el rango de los 1,500 a 2,000 msnm. La vegetación se caracteriza por árboles de hoja ancha, asociado con pinares. El epifitismo es muy fuerte y existe abundancia de helechos arborescentes y palmas.

- **Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB)**

La biotemperatura anual promedio es de 15 °C, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 17 °C, las precipitaciones promedios anuales oscilan entre los 2,000 y 4,000 mm. y la elevación está en el rango de los 2,000 a 3,000 msnm. La vegetación predominante son especies latifoliadas y en menor grado las coníferas, el sotobosque es vigoroso, el epifitismo

extremadamente marcado, las palmas y los helechos arborescentes son abundantes.

- **Bosque muy Húmedo Montano (bmh-M)**

La biotemperatura anual promedio es de 6°C, la temperatura media anual oscila entre los 7 y 11 °C, las precipitaciones promedios anuales oscilan entre los 1,000 y 2,000 mm. y la elevación está en el rango de los 2,000 a 3,000 msnm. La vegetación se caracteriza por un grado intermedio de epifitismo, lecho de gramíneas con asociaciones de arbustos de hojas coriáceas y enanas.

4.1.8 Tipos de vegetación

Dentro del área existe una gran diversidad de vegetación y se encuentran probablemente mas de 2,000 especies de plantas, 14 de ellas, especies nuevas para la ciencia y al menos 3 clasificadas como vulnerables a nivel mundial (*Aegiphila panmensis*, *Lonchocarpus santarosanus* y *Dalbergia retusa*).

Las características importantes de la flora que predomina en el área de estudio son: Bosque húmedo subtropical , Vegetación cerrada, principalmente siempre verde tropical, ombrófila submontaña, Vegetación abierta predominantemente siempre verde latifoliada esclerófila (chaparral). Melgar Ceballos (2002). (Anexo IV)

4.1.9 Clima

De acuerdo la altura sobre el nivel del mar y la exposición de las laderas montañosas determinan el clima en la zona. Según la clasificación de Thornthwaite, citado dentro del Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (2005), el área posee un clima cálido, húmedo, con invierno

benigno, seco y con vegetación predominante de bosque. El clima por debajo de los 1,000 m.s.n.m. es cálido y seco; se caracteriza por una temperatura promedio de alrededor de 24°C y una humedad relativa baja. Entre los 1,000 y 1,500 msnm se observa una zona de transición donde las temperaturas no son tan elevadas y la humedad un poco más dominante. La zona comprendida entre los 1,500 y los 2,000 m.s.n.m. es húmeda y templada, las lluvias no son excesivas y no existe riesgo de heladas. Finalmente, la zona superior a los 2,000 msnm es fría, con promedios anuales de temperatura de 10.9 a 14.0 °C. La temperatura mínima promedio registrada en ocho años fue de 2 °C en los meses de noviembre y diciembre, pero es probable que en la zona más alta, por encima de los 2,300 msnm, se produzcan heladas que no se han reportado. La precipitación de la parte alta oscila entre 2,065 y 3,900 mm anuales.

Según Reyna (1979), los vientos predominantes en la Región del Cerro Montecristo son nortes y alcanzan velocidades de hasta 80 Km/h en los meses de Octubre y Noviembre.

El mismo autor señala que las precipitaciones pluviales medias anuales fluctúan entre 500 y 1,600 mm., humedad relativa Media Anual oscila entre 70% y 88% y la evapotranspiración: oscila entre 900 y 1,600 mm anuales. (Anexo V)

4.1.10 Problemas y amenazas ambientales

Los principales problemas y amenazas ambientales de acuerdo a Melgar Ceballos (2002), son los siguientes:

- La existencia de asentamientos humanos dentro del Parque y la falta de un programa de manejo de basura, aguas servidas y heces, generan contaminación permanente en el área, afectando al recurso suelo, ríos,

quebradas y nacimientos de agua; así también, es un aspecto negativo para los visitantes que llegan a las zonas de uso público.

- Formación de cárcavas y desprendimientos y deslizamientos de tierra debido a la topografía accidentada, abundante humedad y falta de programas de prevención de desastres.
- Incendios provocados por algunos miembros de las comunidades que viven dentro del Parque debido a la realización de acciones que van en contra de la conservación y recursos del área natural, otra razón es la de obtener leña para auto consumo y comercialización.
- Daños al suelo debido a la intensificación de prácticas agrícolas y ganaderas por los propietarios de los terrenos adyacentes al bosque, contribuyendo a la deforestación de la zona de amortiguamiento, originando procesos erosivos que demandan urgentemente planes de manejo sostenible.
- Por otra parte, los métodos de cultivo que utilizan los productores están contribuyendo permanentemente al deterioro de los suelos; se observan labranzas sin control en pendientes escarpadas, uso excesivo de químicos en los procesos de cultivo, quemadas en los terrenos y ausencia de métodos de conservación para evitar la erosión.
- La deforestación permanente en las zonas de amortiguamiento hace que el Parque quede aislado de los demás componentes biológicos de la zona, esto pone en peligro a la fauna que busca alimentos en las zonas de cultivos y pastizales, en donde son presa fácil para los cazadores que siempre están al acecho.

4.2 Fase de Campo

4.2.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental de tipo transeccional, esto quiere decir que los datos solamente se recolectan en un solo momento y tiempo único, y no se realizan comparaciones entre las diferentes estaciones climáticas del año, Delgado García (2009). El presente estudio solamente se realizó durante un fragmento de la estación lluviosa del año 2011.

4.2.2 Delimitación de la unidad de análisis

- a) Universo:** Helechos distribuidos dentro de todos los ecosistemas presentes en El Salvador.
- b) Población:** Helechos presentes dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.
- c) Muestra:** Helechos encontrados dentro de los diferentes transeptos realizados dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

4.2.3 Determinación de la zona de muestreo

Para determinar la zona de muestreo se compararon las características de cada zona vegetativa del parque para lograr determinar la zona más favorecedora para la reproducción y abundancia de especies de helechos. La zona a muestrear seleccionada fue el Bosque Nebuloso debido a que este posee las características necesarias que favorecen y propician una mayor abundancia de helechos.

Según el Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo (2005), la zona vegetal del Bosque Nebuloso se caracteriza por presentar árboles ms agrupados y con una gran cantidad de especies herbáceas en el sotobosque, incluyendo una gran variedad de helechos arborescentes, palmaceas y gran cantidad de epífitas entre bromeliaceas, piperaceas, orquidaceas, helechos y musgos. Además, el bosque nebuloso es el hábitat para 6 especies

endémicas de helechos y posee precipitaciones anuales promedio oscilantes entre 2,065 y 3,900 mm., esto, junto a su clima frío, humedad y altitud resulta un hábitat adecuado para una mayor abundancia de helechos con respecto a las otras zonas del parque.

4.2.4 Descripción de la zona de muestreo

De acuerdo a Reyna (1979), el bosque Nebuloso se encuentra en el rango altitudinal de los 1900 a los 2418 m.s.n.m. Dentro de este bosque se encuentran la masa boscosa mas homogénea y esta dominado por robles y encinos (*Quercus spp.*, familia fagaceae), y aguacatillos (familia fagaceae); aunque también son notables por su belleza algunos arboles de la familia Magnoliaceae y la Mora de Montaña (*Symplocos hartwegii*), alimento del famoso Quetzal.

En las zonas mas altas, se encuentra la formación vegetal conocida como vegetación nubosa arbustiva, esta formación se ubica particularmente en la cima del cerro Miramundo, El Brujo y Montecristo o Trifinio, la vegetación en este pequeño y reducido espacio cambia totalmente y se caracteriza por arbustos achatados, esquilados por los fuertes vientos, convirtiéndose en un tipo de bosque enano con alturas máximas de 6 metros.

El Bosque Nebuloso se divide en tres comunidades vegetales: Bosque Pre-nuboso, Nuboso y Nuboso secundario.

Los transeptos a realizar se eligieron con ayuda del Personal del Parque Nacional Montecristo y se inicio desde las zonas mas altas hasta llegar a las zonas mas bajas fueron enumerados y se describen de la siguiente manera: (Anexo VI)

- **Transecto 1 (T1):** Se inició desde la parte mas alta del Trifinio y se descendió poco a poco para realizar el recorrido, iniciando en las siguientes coordenadas geográficas: 14°25'20.21"N y 89°21'16.24"O y finalizando a

14°25'18.05" N y 89°21'16.87", a una altura inicial de 2,416 m.s.n.m. hasta los 2,355 m.s.n.m.

- **Transepto 2 (T2):** Se realizó en la parte baja del Trifinio y se recorrió parte de la calle de acceso, el recorrido se inició en las coordenadas de 14°25'13.60"N, 89°21'22.32"O a 2,271 m.s.n.m. y finalizó a los 14° 24'53.49" N, 89°21'31.78" a 2,271 m.s.n.m.
- **Transepto 3 (T3):** Este transepto se realizó en la cima del cerro Miramundo a una altura de 2,416 m.s.n.m. bajo las coordenadas geográficas de 14°24'51.16"N, 89°22'3.03"O y se finalizó en los 14°24'48.97" N, 89°22'02.77" a 2,384 m.s.n.m.
- **Transepto 4 (T4):** Este transepto se realizó en la parte baja del cerro Miramundo y se inició en los 14°24'32.36"N, 89°21'46.29"O a 2,188 m.s.n.m. y se finalizó en los 14°24'30.66" N, 89°21'47.22" a los 2,148 m.s.n.m.
- **Transepto 5 (T5):** Este transepto se realizó en la zona conocida como "El Parqueo" y se encuentra en los 14°24'14.86"N ,89°21'42.63"O a 2,167 m.s.n.m. y se finalizó en los 14°24'16.28" N, 89° 21'42.17" a 2,084 m.s.n.m.
- **Transepto 6 (T6):** Este transepto se realizó en la parte baja del Bosque Nebuloso, en la zona cercana a los linderos al Oeste del Parque a los 14°24'55.28"N, 89°22'32.01"O a 2,172 m.s.n.m. y se finalizó en los 14°24'51.28"N, 89°22'31.96" a 2157 m.s.n.m. (Anexo VI)

4.2.5 Técnica de muestreo

El muestreo aleatorio simple es el esquema de muestreo más sencillo de todos y de aplicación más general; este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La técnica para muestrear fue por medio de transeptos, dicho método es ampliamente utilizado por la rapidez con se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. (Mostacedo y

Fredericksen, 2000).

Cada transepto realizado tuvo una longitud de aproximadamente 100 metros en cada visita, para esto se utilizó un aparato GPS (Global Positional System).

4.2.6 Recolecta de especímenes

La colecta y extracción de especímenes se hizo con la autorización previa del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la División de Patrimonio Natural, luego, se tomaron las notas adecuadas de acuerdo a la ficha técnica de colecta. (Anexo VII)

La colecta se realizó de acuerdo a los que sugiere Seiler (1980), se recolectó la fronda entera con una parte del rizoma (se lavó para quitar los rastros de lodo para hacer visibles las escamas y los tricomas). A menudo cuando el pecíolo es muy carnoso es preferible cortar el pecíolo por la mitad y sacar la médula. Este procedimiento previene el ataque de los hongos durante el proceso de secado. Datos adicionales como el tamaño de la fronda, datos ecológicos, altitud y la localidad exacta de la colección se colocaron en las notas del campo y luego, al montar la muestra, se pusieron los datos en la etiqueta.

En el caso de las muestras encontradas dentro de un hábitat epifito, estas se recolectaron a una altura máxima de dos metros, debido a los posibles riesgos de recolectar una muestra en árboles húmedos y con musgo con una altura de hasta 20 metros de alto.

4.2.7 Transporte de especímenes recolectados

Luego de su recolecta, cada espécimen se colocó dentro de una bolsa plástica transparente lo suficientemente grande, se selló con un poco de aire dentro y se colocó una etiqueta para su posterior identificación. Se tomó luego el punto

referencial de donde se colectó utilizando un GPS propiedad del Dpto. de Biología de la Facultad de Occidente.

En los casos en los cuales no se pudo prensar las muestras luego del momento de colectar, se les roció alcohol al 70% dentro de la bolsa, para lograr mantenerlas en buenas condiciones hasta su prensado. Luego se transportaron al laboratorio de Biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente para comenzar el proceso de prensado, secado e identificación utilizando claves taxonómicas para helechos de acuerdo a la literatura proporcionada por el Jardín Botánico “La Laguna”. En algunos casos, no fue posible la identificación de especímenes solamente utilizando las claves taxonómicas se trasladaron al Jardín Botánico para su posible identificación en ese lugar.

4.3 Fase de Laboratorio

4.3.1 Identificación de las muestras vegetales

De acuerdo a Seiler (1980), muchos botánicos creen equivocadamente que el soro es la única base para la identificación de helechos y desafortunadamente sus colecciones reflejan este concepto erróneo. Es cierto que el soro es importante, pero este no es la única estructura de importancia taxonómica. El tipo de indumento, la forma del ápice de la fronda, y otras características son tan importantes o a menudo más importantes que el soro.

Para la identificación de las muestras se utilizaron claves taxonómicas y literatura especializada, tomando en cuenta las características morfológicas de cada espécimen, como por ejemplo, la forma de la fronda, tipo de nervadura, tipo de rizoma, tipo de escamas, forma de los soros y presencia o no de indusio, presencia y tipo de tricomas, etc.

Finalmente, luego de secar las muestras, se procedió a fotografiar los esporangios y soros de aquellas especies que presentaban frondas fértiles utilizando el Microscopio eléctrico modelo Motic BA200 (Anexo VIII)

4.4 Fase de Análisis Estadístico

4.4.1 Diversidad y abundancia de especies:

La diversidad se refiere a la variabilidad de especies presentes dentro un determinado ecosistema. Una comunidad es más diversa cuando más especies tenga y cuánto más equitativamente estén repartidos los individuos entre las distintas especies. En cambio, la abundancia se refiere al número de individuos que pertenecen a una especie determinada dentro de un ecosistema. (Ricklefs, 1998)

4.4.2 Dominancia:

De acuerdo a Stilling, (1998), es la característica de aquellas especies que poseen una mayor abundancia dentro de un ecosistema.

4.4.3 Densidad relativa (D.R.)

La densidad relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Permite también identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies o en la distribución de la abundancia de las especies y esto nos alerta acerca de procesos empobrecedores. (Delgado García, 2009)

Con los datos obtenidos de las zonas de muestreo se determinaron la densidad relativa y la frecuencia de ocurrencia de los taxones encontrados.

La densidad relativa se obtiene al multiplicar por cien el cociente que resulte de dividir el número de helechos de una especie determinada entre el

número total de helechos registrados en el respectivo punto de muestreo, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$D. R. (\%) = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad total de todas las especies}} \times 100$$

4.4.4 Índice de diversidad de Simpson

De acuerdo a Delgado García (2009) Se parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa.

$$D = \sum \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Donde: D= índice de diversidad de Simpson

n_i = es el Número de individuos de la especie i

N= Número total de individuos

D aumenta a medida que la diversidad disminuye, por lo que el índice de Simpson generalmente se describe como $1 - D$ o $1/D$. Un valor bajo de D generalmente significa la presencia de una especie muy abundante, porque Simpson le asigna bastante peso a la especie mas abundante (Delgado García, 2009)

4.4.5 Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo (Delgado García, 2009).

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Donde: H' = Índice de diversidad de Shannon –Weiner

P_i = proporción de la especie (n_i) en la muestra total (N) y $P_i = n_i/N$

N = Número total de individuos

Los valores de H' van desde 1 hasta 6 y requieren que el muestreo sea aleatorio, ya que la fórmula asume que todas las especies están representadas en las muestras (Delgado García, 2009).

5 RESULTADOS

Como resultado de la investigación realizada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo se identificaron dentro de los seis transectos realizados, un total de 45 especies de helechos pertenecientes a 12 familias, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 3 pertenecientes a la familia Aspleniaceae, 3 a la familia Blechnaceae, 6 a la familia Dryopteridaceae, 1 a la familia Gleicheniaceae, 4 a la familia Hymenophyllaceae, 1 a la familia Lomariopsidaceae, 5 a la familia Lycopodiaceae, 1 a la familia Ophioglossaceae, 10 a la familia Polypodiaceae, 8 a la familia Pteridaceae, 2 a la familia Selaginellaceae y 1 a la familia Thelypteridaceae. (Tabla 1)

Cabe mencionar que *Cheilanthes chaerophylla* (Familia Pteridaceae), y *Huperzia cuernavacensis* (Familia Lycopodiaceae) son especies que solamente habían sido reportadas en el Departamento de Chalatenango, por lo tanto, son especies nuevas reportadas para el Parque, al igual que *Nephrolepis hirsutula* (Familia Lomariopsidaceae), que a pesar de haber sido reportadas para varios Departamentos de El Salvador, es la primera vez que se reporta dentro del Parque. . La coordenadas geográficas de dichos reportes son los siguientes: *Cheilanthes chaerophylla* 14°25'20.24" N, 89°21'16.37" O. *Huperzia cuernavacensis* 14°25'20.12" N, 89°21'16.39" O y *Nephrolepis hirsutula* 14°24'15.20" N, 89°21'42.29" O.

Con respecto al hábitat de recolección de cada especie, 23 fueron recolectadas en un hábitat epifito, 18 terrestres y solamente 4 se recolectaron en un hábitat rupícola.

Ordenando descendientemente, la densidad relativa (D.R. %) obtenida para cada familia identificada dentro del bosque nebuloso es la siguiente:

Familia Polypodiaceae: 22.22%, Familia Pteridaceae: 17.79%, Familia Dryopteridaceae: 13.33%, Familia Lycopodiaceae: 11.11% Familia Hymenophyllaceae: 8.89%, Familia Aspleniaceae: 6.67%, Familia Blechnaceae: 6.67%, Familia Selaginellaceae: 4.44%. Familia Gleichenaceae: 2.22%, Familia Lomariopsidaceae: 2.22%, Familia Ophioglossaceae: 2.22% y Familia Thelypteridaceae: 2.22%. (Tabla 2)

Dentro del Transepto 1 (Zona alta del Trifinio), se logro observar 524 individuos pertenecientes a 19 especies de 10 familias diferentes. La especie que obtuvo la mayor densidad relativa fue *Elaphoglossum peltatum* (Familia Dryopteridaceae), con un 18.51%, por otro lado la menor densidad relativa la obtuvieron las especies *Huperzia cuernavacensis* (Familia Lycopodiaceae) y *Pecluma alfredii* (Familia Polypodiaceae) con un 0.18% (Tabla 3).

Dentro del transepto 2 (Zona baja del Trifinio), lo observe un total de 139 individuos pertenecientes a 12 especies de 7 diferentes familias. La especie con una mayor densidad relativa fue *Selaginella martensii* (Familia Selaginellaceae) con un 28.86% y fue *Micropolypodium basiattenuatum* (Familia Polypodiaceae), la especie con una menor densidad relativa con un 1.44%. (Tabla 4).

En el transepto 3 (Zona alta cerro Miramundo), se observo un total de 657 individuos que pertenecen a 18 diferentes especies, que a su vez pertenecen a un total de 10 familias. De las especies identificadas en este transepto, la que obtuvo la mayor densidad relativa fue *Elaphoglossum peltatum* (Familia dryopteridaceae), con un 24.81 %, por el contrario, la menor D.R.% la obtuvieron tres especies de la familia Lycopodiaceae que coincidieron con un 0.15%, éstas especies fueron: *Huperzia myrsinites*, *Huperzia pithyoides* y

Huperzia pringlei (Todas de la familia polypodiaceae). (Tabla 5).

En el transecto 4 (Zona baja cerro Miramundo), se observaron 152 individuos pertenecientes a 11 especies de 6 familias diferentes. Al calcular la densidad relativa de las especies encontradas, la que obtuvo el mayor valor fue *Adiantum amplum* (Familia Pteridaceae), con un 21.71%, por otro lado, las especies con el menor valor fueron *Pecluma alfredii* (Familia Polypodoaceae) 0.66%. (Tabla 6).

Al realizar el transecto 5 (Zona de ex Parqueo), se observaron 193 individuos y se identificaron 15 especies diferentes de helechos pertenecientes a 7 familias. La especie que obtuvo el mayor valor de densidad relativa fue *Selaginella martensii* (Familia Selaginellaceae) con un 22.8%, por el contrario el menor valor obtenido fue de 1.04% y pertenece a *Elaphoglossum muscosum* de la familia Dryopteridaceae y a *Micropolypodium bassidiatenuatum* (Familia Polypoceae), en donde ambas especies obtuvieron el mismo valor. (Tabla 7).

En el transecto 6, (Lindero zona Oeste del Parque), fue el último en realizarse, y dentro de este se observó un total de 63 individuos pertenecientes a 12 especies diferentes y se identificó un total de 6 familias. Al calcular la densidad relativa para cada especie, la que obtuvo el mayor valor fue *Trichomanes reptans* (Familia Hymenophyllaceae), con un 30.17%. Por otro lado, el menor valor lo obtuvieron dos especies diferentes: *Blechnum appendiculatum* (Familia Blechnaceae) y *Mildella intramarginalis* (Familia Pteridaceae), ambas con un 1.59%. (Tabla 8).

Como muestra el Tabla 9, al calcular la densidad relativa de todas las especies encontradas dentro de todos los transeptos realizados, la especie que obtuvo el mayor valor fue para *Elaphoglossum peltatum* (Familia Dryopteridaceae), con un 18.18%. El menor valor lo obtuvieron varias especies de las cuales solo se pudo observar un individuo cada uno, dichas especies son las siguientes: *Blechnum appendiculatum* (Familia Blechnaceae), *Huperzia cuernavascensis*, *Huperzia myrsinites*, *Huperzia pithyoides*, *Huperzia pringlei* (Todas pertenecientes a la Familia Lycopodiaceae). Las especies mencionadas obtuvieron un valor de 0.06% de densidad relativa.

En general, como se observa en el Tabla 9, el transepto dentro del cual se observó un mayor Número de individuos fue el Transepto 3, y dentro del cual se observó el Número menor fue el Transepto 6. Además, al momento de identificar los individuos, el Transepto con mayor Número de especies fue el Transepto 1, con un total de 19 especies diferentes, y el Transepto con el Número mas bajo fue el Número 4 con un total de 11 especies identificadas.

Con respecto al índice de Shannon-Wiener el mayor valor obtenido fue de 3.41 en el Transepto 6, por consiguiente, el menor valor lo obtuvo el Transepto 2 con un valor de 3.06. Y, calculando el índice de diversidad de Simpson, el valor mayor fue de 0.15 para el Transepto 6, y para el Transepto 5 fue de 0.11, el cual representa el menor valor de todos. Por lo tanto, debido a que D' aumenta a medida que la diversidad disminuye, el transepto con una mayor equidad de especies es el Transepto 5.

De todas las especies identificadas, *Elaphoglossum peltatum* y *Selaginella martensii*, poseen una mayor abundancia dentro del bosque nebuloso del

Parque Nacional Montecristo de acuerdo al numero de individuos encontrados para cada especie. (314 y 228 respectivamente.)

Tabla 1: Lista de familias encontradas en cada uno de los transectos realizados dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

	FAMILIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Aspleniaceae	XXXXX		XXXXX			
2	Blechnaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX		XXXXX
3	Dryopteridaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX
4	Gleichenaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	
5	Hymenophyllaceae	XXXXX		XXXXX		XXXXX	
6	Lomariopsidaceae					XXXXX	
7	Lycopodiaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX			
8	Ophioglossaceae			XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX
9	Polypodiaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX
10	Pteridaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXX	XXXXX	XXXXX
11	Selaginellaceae	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX		XXXXX
12	Thelypteridaceae	XXXXX				XXXXX	

Tabla 2: Lista de especies y su densidad relativa (D.R. %) de acuerdo a su familia perteneciente.

FAMILIA	# DE ESPECIES	D. R %
Aspleniaceae	3	6.67
Blechnaceae	3	6.67
Dryopteridaceae	6	13.33
Gleichenaceae	1	2.22
Hymenophyllaceae	4	8.89
Lomariopsidaceae	1	2.22
Lycopodiaceae	5	11.11
Ophioglossaceae	1	2.22
Polypodiaceae	10	22.22
Pteridaceae	8	17.79
Selaginellaceae	2	4.44
Thelypteridaceae	1	2.22
TOTAL	45	100%

Tabla 3: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 1, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

FAMILIA	ESPECIE RECOLECTADA	# DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	D.R. (%)
Aspleniaceae	<i>Asplenium auriculatum</i>	7	1.34
	<i>Asplenium harpeodes</i>	9	1.72
	<i>Asplenium sessifolium</i>	4	0.76
Blechnaceae	<i>Blechnum falciforme</i>	20	3.82
Dryopteridaceae	<i>Arachniodes denticulata</i>	2	0.38
	<i>Elaphoglossum erinaceum</i>	4	0.76
	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	97	18.51
Gleichenaceae	<i>Sticherus sp.</i>	24	4.58
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum crassiopetiolatum</i>	78	14.89
	<i>Hymenophyllum tegularis</i>	67	12.79
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cuernavacencis</i>	1	0.18
Polypodiaceae	<i>Pecluma alfredii</i>	1	0.19
	<i>Pecluma plumula</i>	12	2.29
	<i>Pleopeltis angusta</i>	18	3.44
	<i>Terpsichore semihirsuta</i>	9	1.72
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i>	38	7.25
	<i>Cheilantes chaerophylla</i>	7	1.34
Selaginellaceae	<i>Selaginella martensii</i>	107	20.42
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris pilosula</i>	19	3.63
TOTAL		524	100%

Tabla 4: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 2, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

FAMILIA	ESPECIE RECOLECTADA	# DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	D.R. (%)
Blechnaceae	<i>Blechnum falciforme</i>	24	17.27
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum ellipticifolium</i>	2	1.44
	<i>Elaphoglossum muscosum</i>	5	3.6
	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	28	20.14
Gleichenaceae	<i>Sticherus sp.</i>	7	5.04
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i>	9	6.47
Polypodiaceae	<i>Cochlidium rostratum</i>	3	2.16
	<i>Micropolypodium basiattenuatum</i>	2	1.44
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i>	19	13.67
	<i>Adiantum patens</i>	8	5.75
	<i>Mildella intramarginallis</i>	3	2.16
Selaginellaceae	<i>Selaginella martensii</i>	29	20.86
TOTAL		139	100%

Tabla 5: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 3, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

FAMILIA	ESPECIE RECOLECTADA	# DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	D.R. (%)
Aspleniaceae	<i>Asplenium auriculatum</i>	8	1.22
Blechnaceae	<i>Blechnum ensiforme</i>	55	8.37
	<i>Blechnum falciforme</i>	77	11.72
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum muscosum</i>	8	1.22
	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	163	24.81
Gleichenaceae	<i>Sticherus sp.</i>	59	8.98
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum crassiopetiolatum</i>	43	6.54
	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	39	5.94
Lycopodiaceae	<i>Huperzia myrsinites</i>	1	0.15
	<i>Huperzia pithyoides</i>	1	0.15
	<i>Huperzia pringlei</i>	1	0.15
Ophioglossaceae	<i>Botrychium virginianum</i>	19	2.89
Polypodiaceae	<i>Cochlidium rostratum</i>	4	0.61
	<i>Pecluma alfredii</i>	2	0.3
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i>	48	7.31
	<i>Vittaria graminifolia</i>	5	0.76
Selaginellaceae	<i>Selaginella hofmanii</i>	76	11.57
	<i>Selaginella martensii</i>	48	7.31
TOTAL		657	100%

Tabla 6: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 4, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

FAMILIA	ESPECIE RECOLECTADA	# DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	D.R. (%)
Blechnaceae	<i>Blechnum ensiforme</i>	12	7.89
	<i>Blechnum falciforme</i>	21	13.82
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	26	17.11
Ophioglossaceae	<i>Botrychium virginianum</i>	12	7.89
Polypodiaceae	<i>Phlebodium pseudoaureum</i>	12	7.89
	<i>Pecluma plumula</i>	2	1.32
	<i>Pecluma alfredii</i>	1	0.66
Pteridaceae	<i>Adiantum amplum</i>	33	21.71
	<i>Adiantum patens</i>	7	4.61
	<i>Vittaria graminifolia</i>	7	4.61
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris pilosula</i>	19	12.5
TOTAL		152	100%

Tabla 7: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 5, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

FAMILIA	ESPECIE RECOLECTADA	# DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	D.R. (%)
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum ellipticifolium</i>	5	2.59
	<i>Elaphoglossum muscosum</i>	2	1.04
Lomariopsidaceae	<i>Nephrolepis hirsutula</i>	11	5.7
Ophioglossaceae	<i>Botrychium virginianum</i>	7	3.63
Polypodiaceae	<i>Campyloneurom xalapense</i>	3	1.55
	<i>Phlebodium pseudoaureum</i>	5	2.59
	<i>Micropolypodium basiattenuatum</i>	2	1.04
	<i>Pleopeltis angusta</i>	12	6.22
	<i>Pleopeltis mexicana</i>	15	7.77
Pteridaceae	<i>Adiantum amplum</i>	25	12.95
	<i>Adiantum lunulatum</i>	7	3.63
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	19	9.84
Selaginellaceae	<i>Selaginella martensii</i>	44	22.8
	<i>Selaginella hofmanii</i>	28	14.51
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris pilosula</i>	8	4.15
TOTAL		193	100%

Tabla 8: Número de individuos identificados para cada especie encontrada dentro del transepto 6, en el Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

FAMILIA	ESPECIE RECOLECTADA	# DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	D.R. (%)
Blechnaceae	<i>Blechnum appendiculatum</i>	1	1.59
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis erinaceum</i>	6	9.52
	<i>Elaphoglossum erinaceum</i>	2	3.17
	<i>Elaphoglossum muscosum</i>	2	3.17
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes reptans</i>	19	30.17
Ophioglossaceae	<i>Botrychium virginianum</i>	7	11.11
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis angusta</i>	6	9.52
	<i>Pleopeltis mexicana</i>	9	14.29
	<i>Polypodium alansmithii</i>	4	6.35
Pteridaceae	<i>Adiantum amplum</i>	3	4.76
	<i>Mildella intramarginalis</i>	1	1.59
	<i>Vittaria graminifolia</i>	3	4.76
TOTAL		63	fv100%

Tabla 9: Listado general de familias, géneros y especies de helechos encontrados en cada uno de los transeptos realizados dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo junto a su densidad relativa total para cada especie.

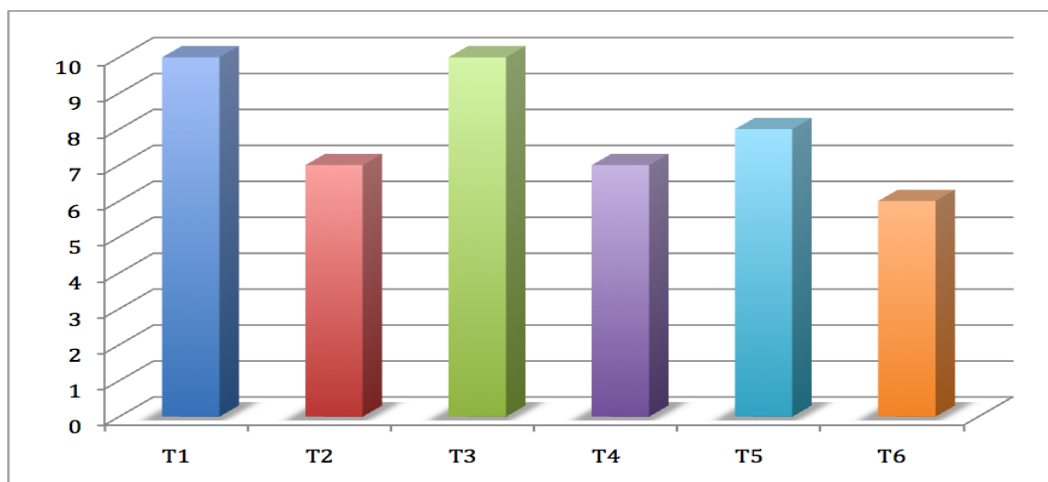
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TOTAL	D.R. (%)
Aspleniaceae	<i>Asplenium auriculatum</i>	7	-	8	-	-	-	15	0.87
	<i>Asplenium harpeodes</i>	9	-	-	-	-	-	9	0.52
	<i>Asplenium sessifolium</i>	4	-	-	-	-	-	4	0.23
Blechnaceae	<i>Blechnum ensiforme</i>	-	-	55	12	-	-	67	3.88
	<i>Blechnum appendiculatum</i>	-	-	-	-	-	1	1	0.06
	<i>Blechnum falciforme</i>	20	22	77	21	-	-	140	8.11
Dryopteridaceae	<i>Arachniodes denticulata</i>	2	-	-	-	-	-	2	0.12
	<i>Ctenitis erinaceum</i>	-	-	-	-	-	6	6	0.35
	<i>Elaphoglossum ellipticifolium</i>	-	2	-	-	5	-	7	0.41
	<i>Elaphoglossum erinaceum</i>	4	-	-	-	-	2	6	0.35
	<i>Elaphoglossum muscosum</i>	-	5	8	-	2	2	17	0.98
	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	97	28	163	26	-	-	314	18.18
Gleichenaceae	<i>Sticherus sp.</i>	24	7	59	-	-	-	90	5.21
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum crassiopetiolatum</i>	78	-	43	-	-	-	121	7.01
	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	-	-	39	-	-	-	39	2.26
	<i>Hymenophyllum tegularis</i>	67	-	-	-	-	-	67	3.88
	<i>Trichomanes reptans</i>	-	-	-	-	-	19	19	1.1
Lomariopsidaceae	<i>Nephrolepis hirsutula</i>	-	-	-	-	11	-	11	0.64
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cuernavascensis</i>	1	-	-	-	-	-	1	0.06
	<i>Huperzia myrsinites</i>	-	-	1	-	-	-	1	0.06
	<i>Huperzia pithyoides</i>	-	-	1	-	-	-	1	0.06
	<i>Huperzia pringlei</i>	-	-	1	-	-	-	1	0.06
	<i>Lycopodium clavatum</i>	-	9	1	-	-	-	10	0.58
Ophioglossaceae	<i>Botrychium virginianum</i>	-	-	19	12	7	7	45	2.61
Polypodiaceae	<i>Campyloneurom xalapense</i>	-	-	-	-	3	-	3	0.17
	<i>Cochlidium rostratum</i>	-	3	4	-	-	-	7	0.41
	<i>Micropolypodium basiattenuatum</i>	-	2	-	-	2	-	4	0.23
	<i>Pecluma alfredii</i>	1	-	2	1	-	-	4	0.23

	<i>Pecluma plumula</i>	12	-	-	2	-	-	14	0.81
	<i>Phlebodium pseudoaureum</i>	-	-	-	12	5	-	17	0.98
	<i>Pleopeltis angusta</i>	18	-	-	-	12	6	36	2.08
	<i>Pleopeltis mexicana</i>	-	-	-	-	15	9	24	1.39
	<i>Polypodium alansmithii</i>	-	-	-	-	-	4	4	0.23
	<i>Terpsichore semihirsuta</i>	9	-	-	-	-	-	9	0.52
Pteridaceae	<i>Adiantum amplum</i>	-	-	-	33	25	3	61	3.53
	<i>Adiantum andicola</i>	38	19	48	-	-	-	105	6.08
	<i>Adiantum lunulatum</i>	-	-	-	-	7	-	7	0.41
	<i>Adiantum patens</i>	-	8	-	7	-	-	15	0.87
	<i>Cheilanthes chaerophylla</i>	7	-	-	-	-	-	7	0.41
	<i>Mioldella intramarginalis</i>	-	3	-	-	-	1	4	0.23
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	-	-	-	-	19	-	19	1.1
	<i>Vittaria graminifolia</i>	-	-	5	7	-	3	15	0.87
Selaginellaceae	<i>Selaginella hofmanii</i>	-	-	76	-	28	-	104	6.02
	<i>Selaginella martensii</i>	107	29	48	-	44	-	228	13.2
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris pilosula</i>	19	-	-	19	8	-	46	2.66
TOTAL		524	139	657	152	193	63	1728	100%

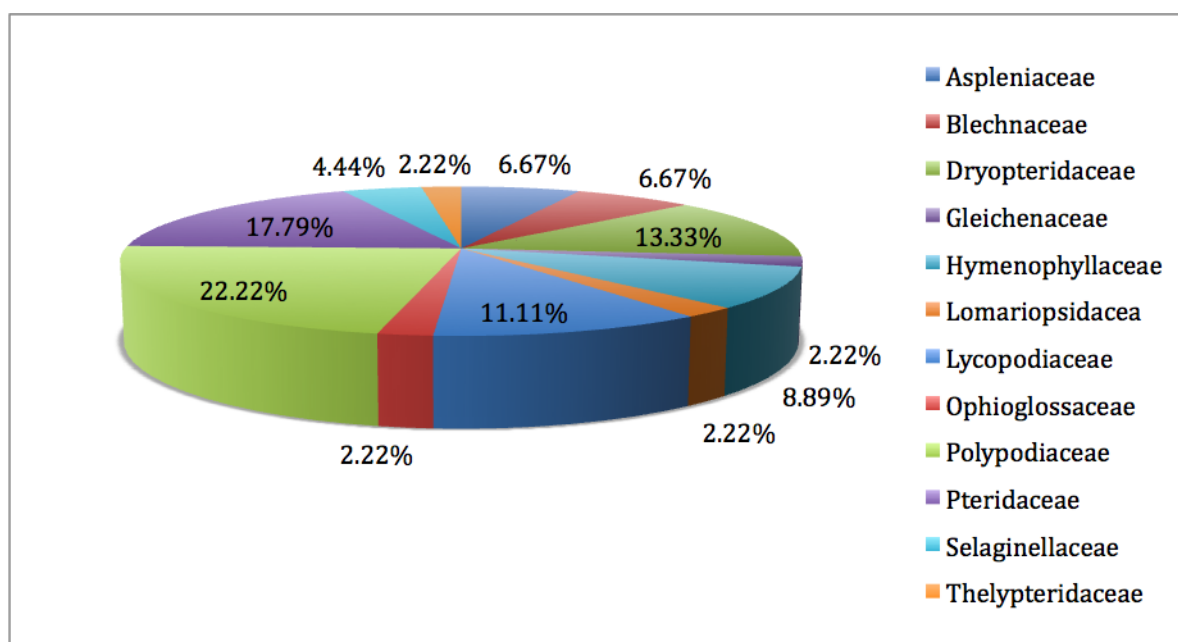
Tabla 10: índice de Diversidad (H') de Shannon Wiener e índice de Diversidad de Simpson (D') de los helechos encontrados en cada transecto realizado dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.

TRANSEPTO	N.E.	N.I.	H'	D'
1	19	524	3.37	0.13
2	12	139	3.06	0.14
3	18	657	3.35	0.12
4	11	152	3.09	0.13
5	15	193	3.41	0.11
6	12	63	3.09	0.15
TOTAL		813		

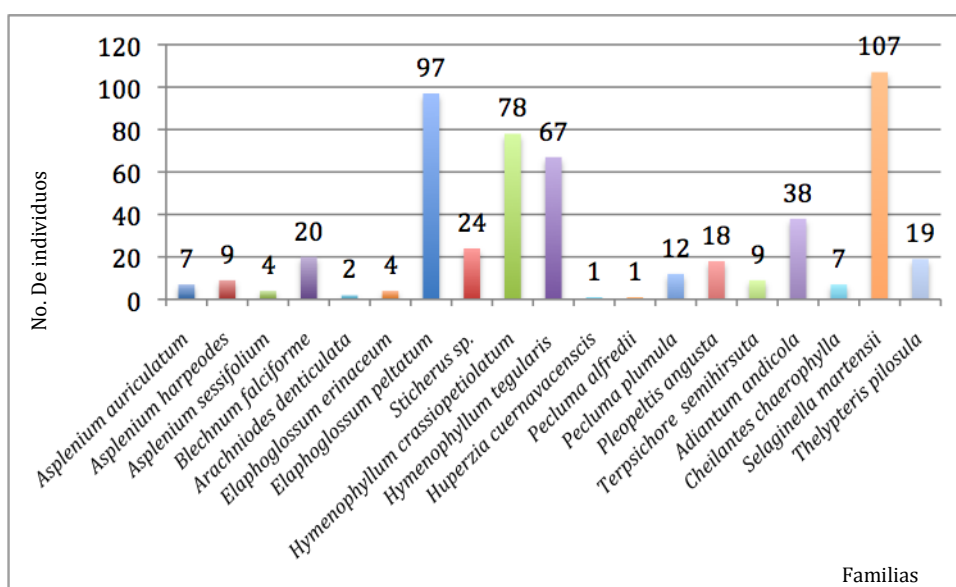
Gráfica 1: Número de familias de Helechos encontrados en cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo durante la época lluviosa del año 2011.



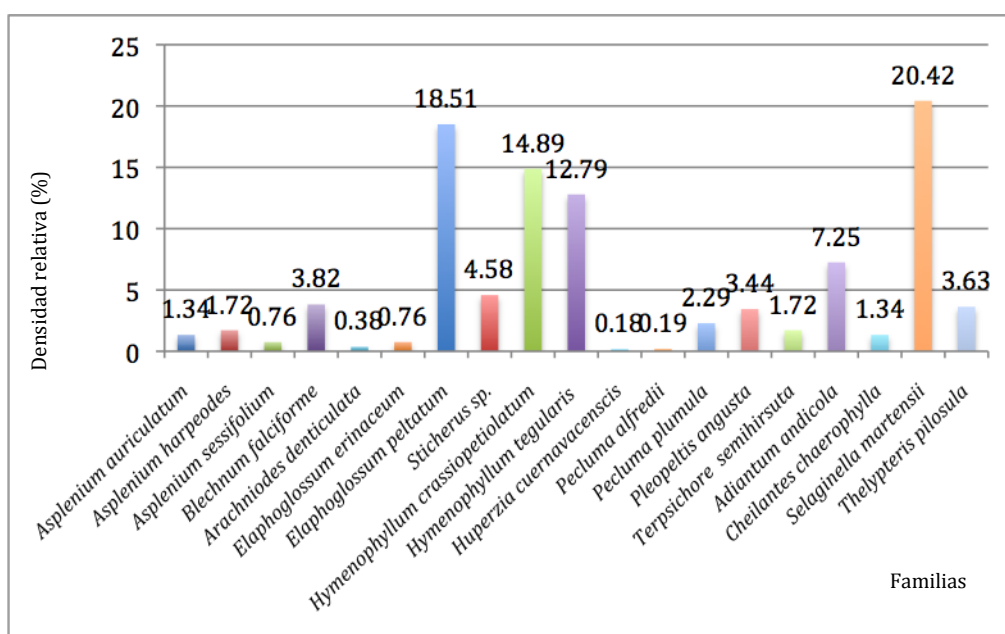
Gráfica 2: Densidad relativa para cada familia de Helechos encontrados en cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo durante la época lluviosa del año 2011.



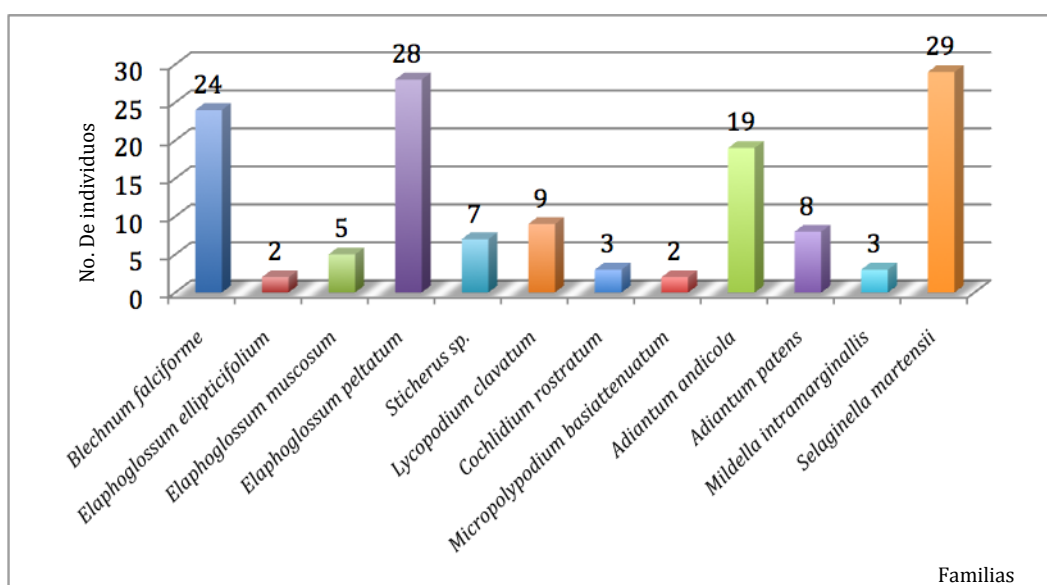
Gráfica 3: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 1, durante la época lluviosa del año 2011.



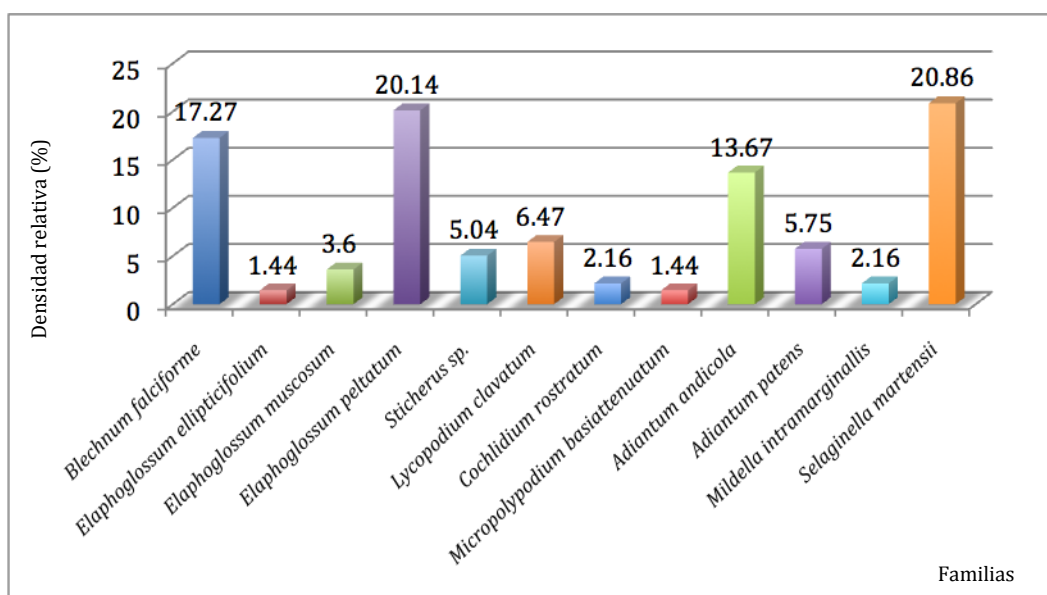
Gráfica 4: Densidad relativa de cada especie encontrada en el transepto 1, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



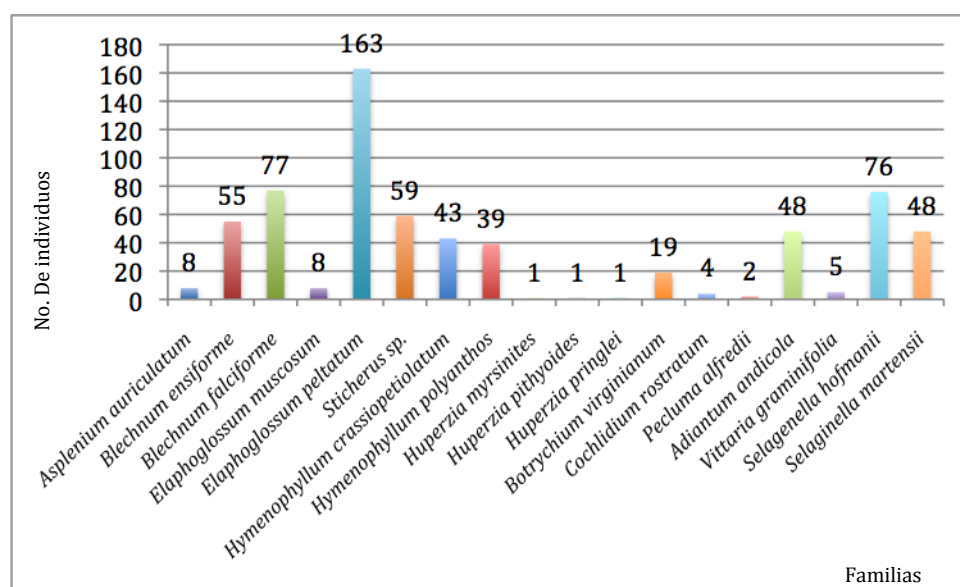
Gráfica 5: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 2, durante la época lluviosa del año 2011.



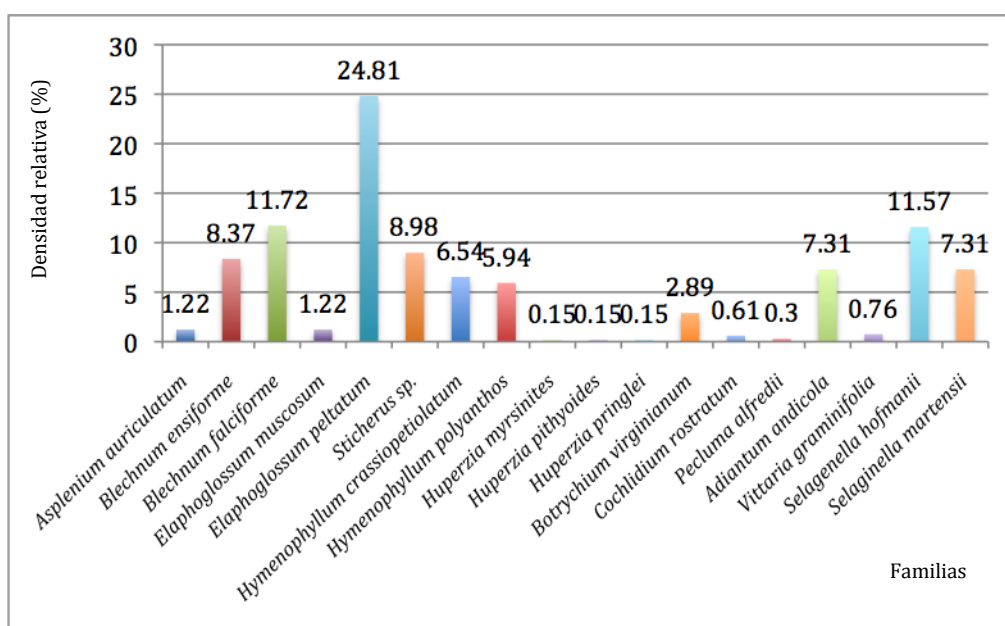
Gráfica 6: Densidad relativa de cada especie encontrada en el transepto 1, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



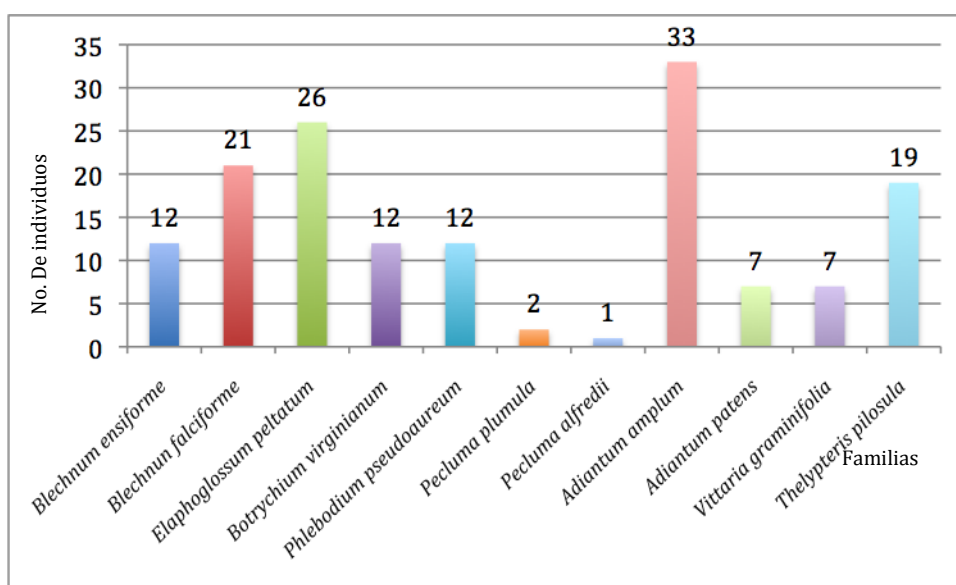
Gráfica 7: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 3, durante la época lluviosa del año 2011.



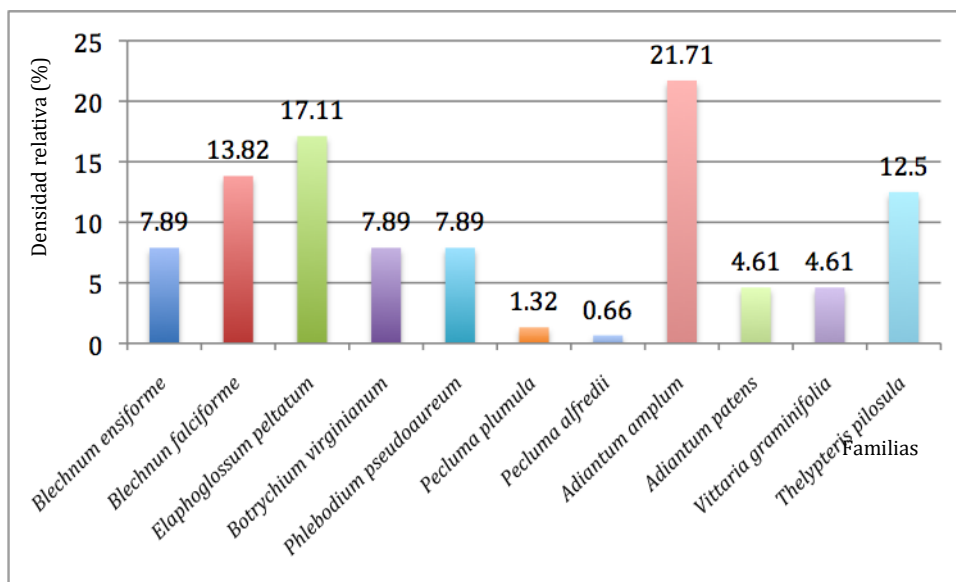
Gráfica 8: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 3, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



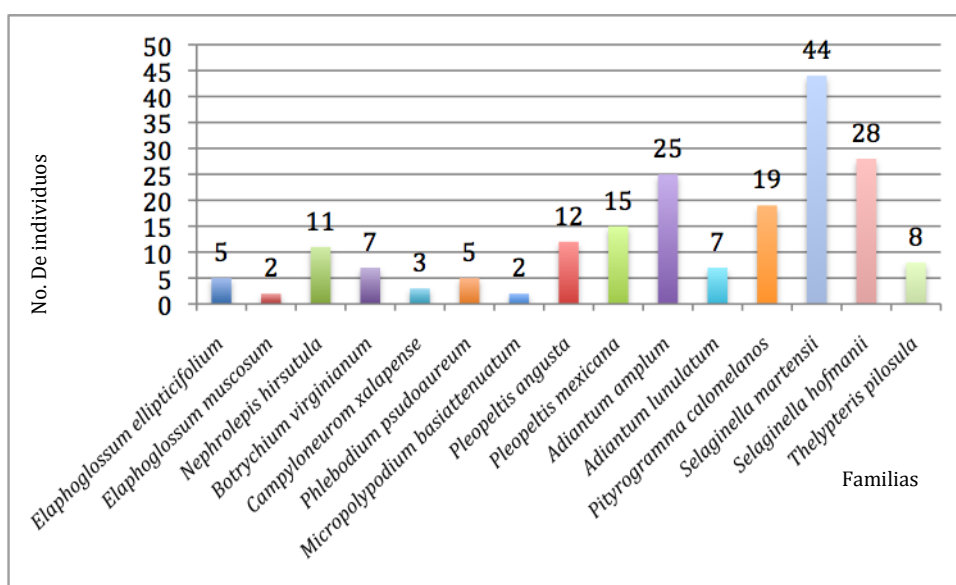
Gráfica 9: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 4, durante la época lluviosa del año 2011.



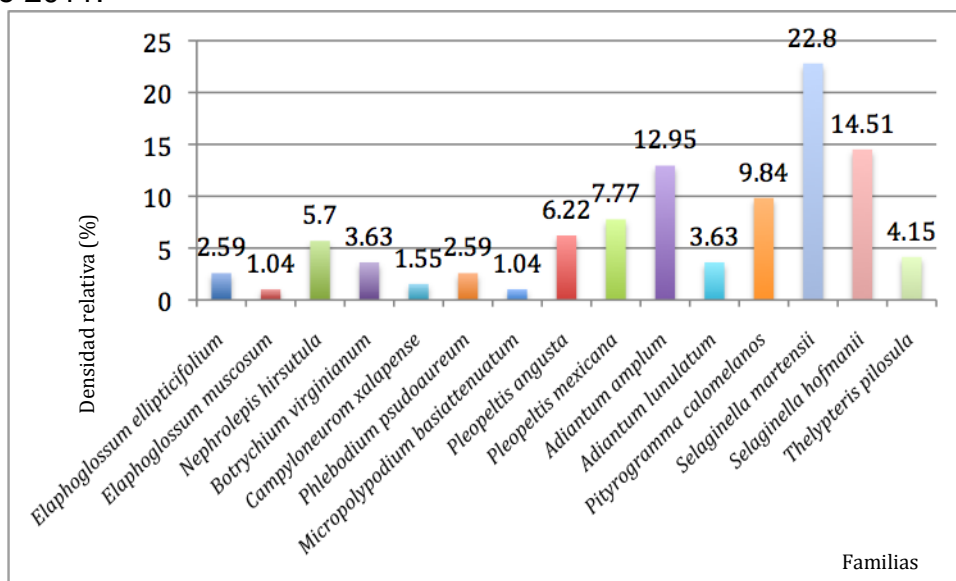
Gráfica 10: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 4, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



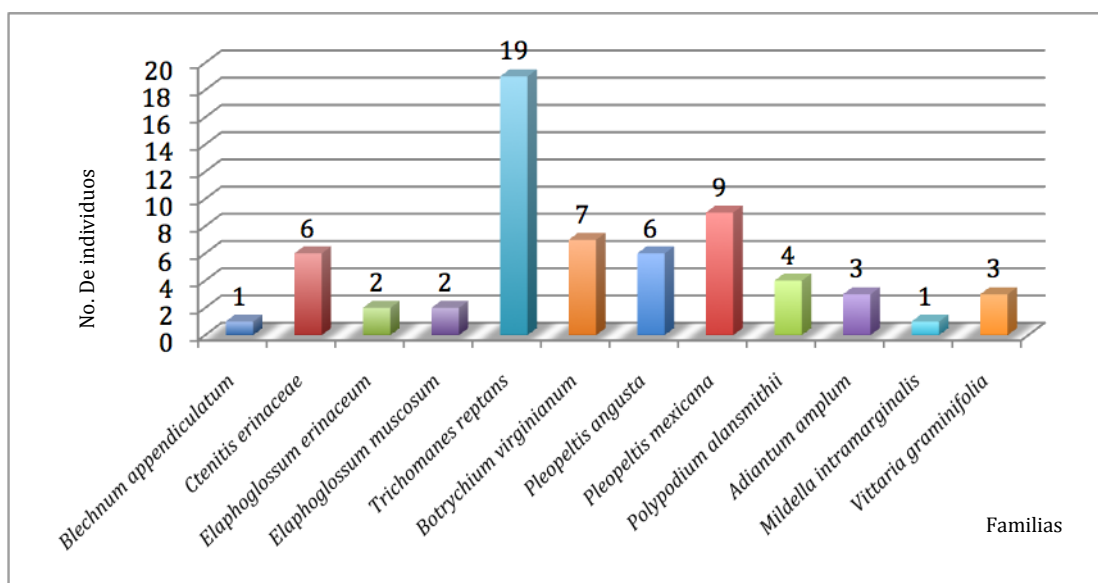
Gráfica 11: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 5, durante la época lluviosa del año 2011.



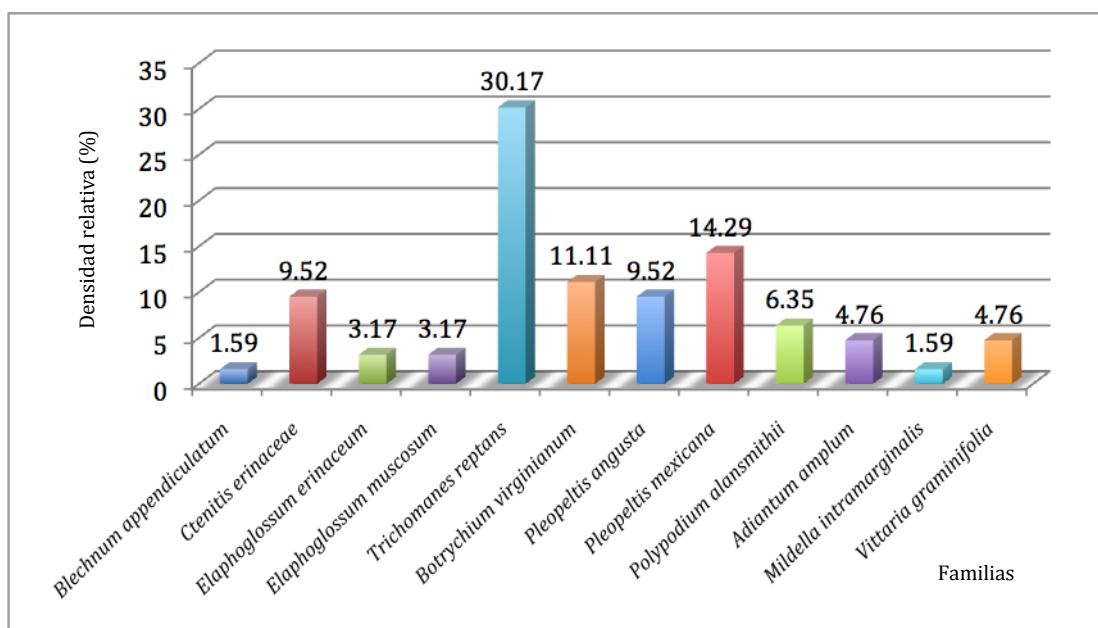
Gráfica 12: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 5, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



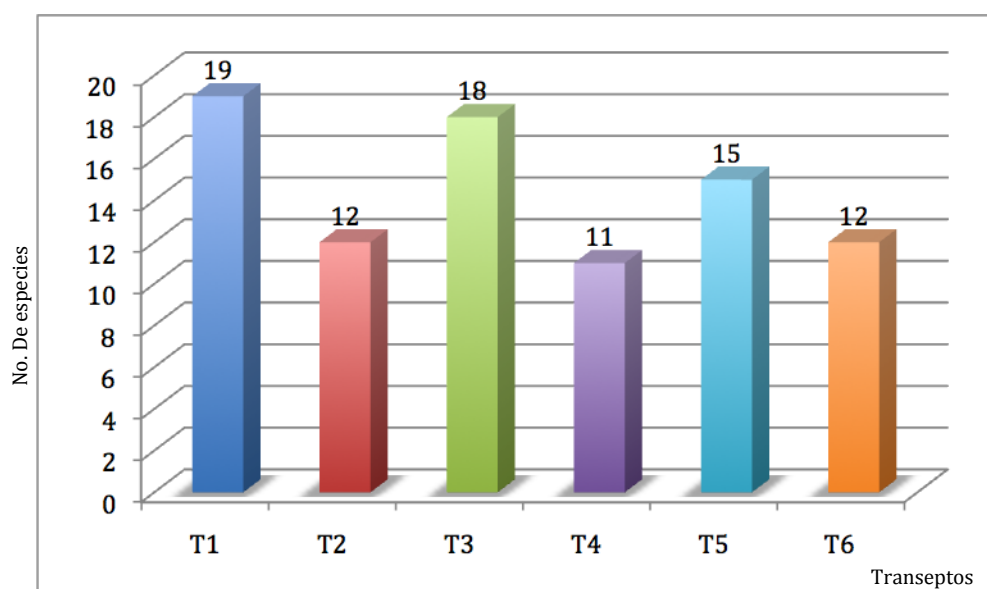
Gráfica 13: Número de individuos de cada especie encontrada dentro del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo en el Transepto 6, durante la época lluviosa del año 2011.



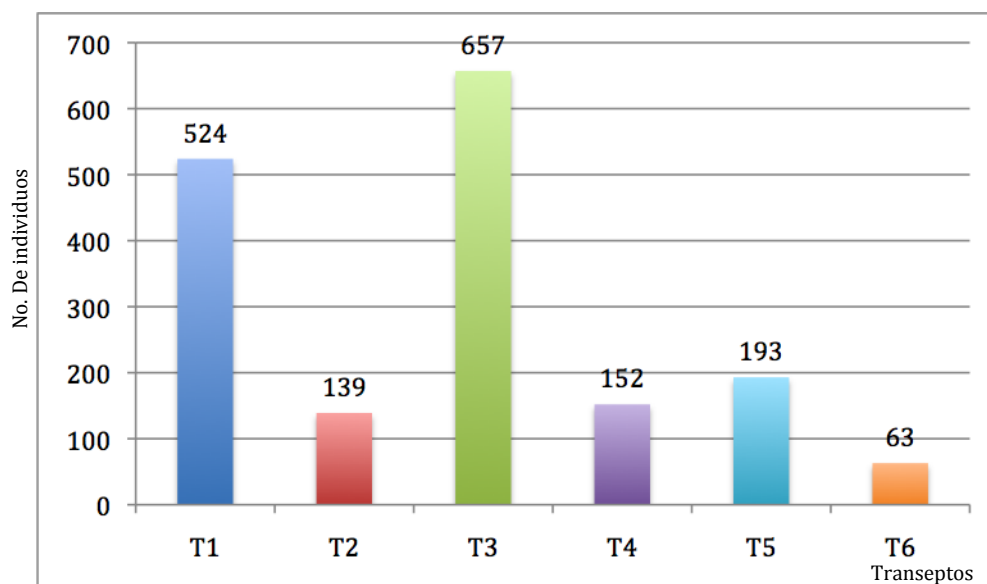
Gráfica 14: Densidad relativa (%) de cada especie encontrada en el transepto 6, realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



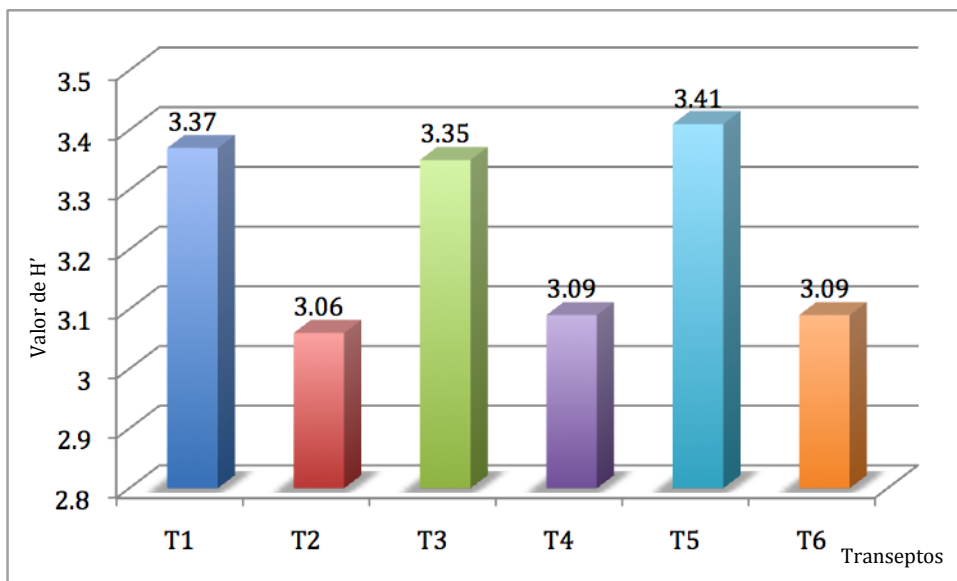
Gráfica 15: Número de especies encontradas dentro de cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



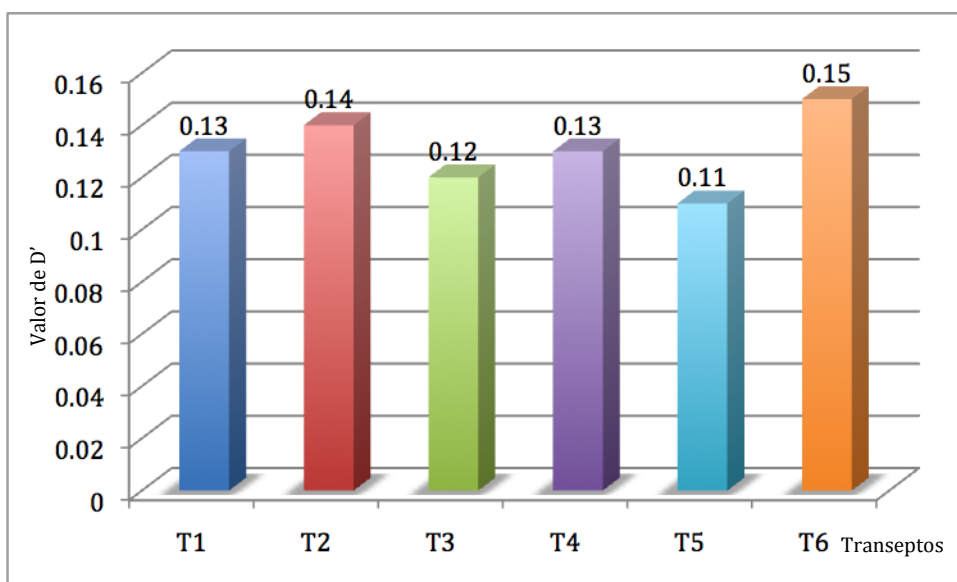
Gráfica 16: Número de individuos encontrados dentro de cada transepto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



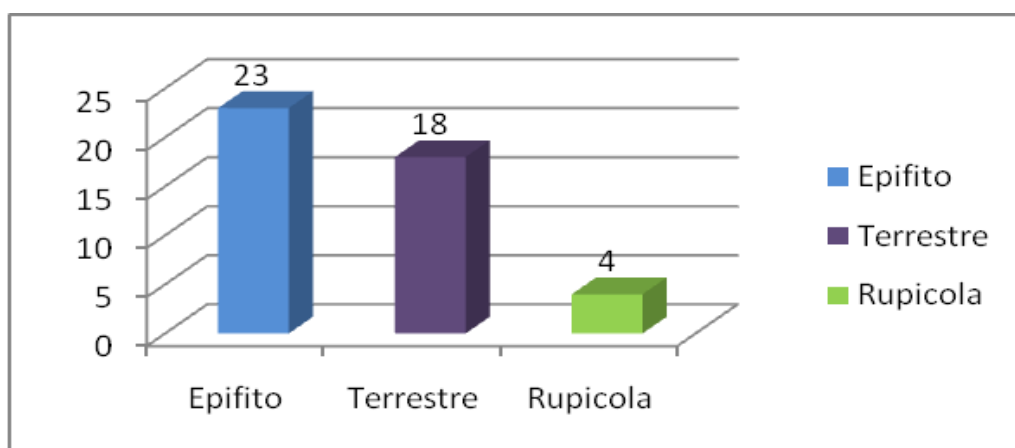
Gráfica 17: índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') calculado para cada transecto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



Gráfica 18: índice de diversidad de Simpson (D') calculado para cada transecto realizado dentro del Bosque Nebuloso del PNM durante la época lluviosa del año 2011.



Grafica 19: Clasificación de las especies identificadas dentro del bosque nebuloso del parque nacional Montecristo de acuerdo a su hábitat de recolección.



6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al finalizar la investigación, se identificó un total de 45 familias pertenecientes a 12 familias diferentes, como se ha mencionado antes, las familias con un mayor Número de especies identificadas fueron: Familia Polypodiaceae (10 especies y densidad relativa de 22.22%), familia Pteridaceae (8 especies y D.R. de 17.9%) y familia Dryopteridaceae (6 especies y 13.33% de densidad relativa), por el contrario de las familias Gleichenaceae, Ophioglossaceae y Lomariopsidaceae, solamente se identificó una especie para cada una y obtuvieron un 2.22% de densidad relativa cada una. Es posible que esta diferencia se deba principalmente al Número de especies reportadas en El Salvador para cada familia, por ejemplo, las Familias para las cuales se identificó una mayor cantidad de especies (Polypodiaceae, Pteridaceae y Dryopteridaceae), poseen un Número elevado de especies reportadas para el país (59, 68 y 60 respectivamente), Monterrosa *et al.* (2009). Al contrario, el mismo autor señala que, para las familias Gleichenaceae, Ophioglossaceae y Lomariopsidaceae solamente se han reportado 7, 4 y 5 especies respectivamente. Por otro lado, para la familia Thelypteridaceae solamente se identificaron dos especies, y a pesar de que para el país se reportan 34, la mayoría de ellas de acuerdo a Monterrosa *et al.* (2009), se encuentran a una altitud menor a los 2000 m.s.n.m.

Por otra parte, los transectos en los cuales se encontró un mayor número de individuos fueron los transectos 1 y 3, que corresponden a las zonas altas del Trifinio y cerro Miramundo, respectivamente, probablemente esto se deba a que poseen una mayor humedad, altos niveles de precipitación, altitud, temperaturas bajas, cobertura boscosa, etc. con respecto a las otras áreas muestreadas, de esta manera, las condiciones mencionadas favorecen la mayor reproducción y supervivencia de los helechos. Por el contrario, el transecto con un menor Número de individuos fue el Número 6, que

corresponde a el lindero oeste del Parque, en esta zona, el cambio de vegetación es notable con respecto a las zonas alta, ya que dicha vegetación es mayormente arbustiva. Junto a esto, por ser un área que colinda con terrenos privados, se pudo observar fácilmente una gran cantidad de basura y signos de perturbación humana, por lo obviamente la vegetación ha sido afectada.

Con respecto a las especies con un número mayor de individuos observados, éstas fueron *Selaginella martensii* (Familia Selaginellaceae) y *Elaphoglossum peltatum* (Familia Dryopteridaceae) con 228 y 314 respectivamente. Esto se debe a que se trata de especies de pequeño tamaño y que se encuentran en grupos grandes, por lo que para su conteo fue necesario tomar en cuenta que éstas especies poseen rizoma rastrero con varias frondas, por lo que una sola planta con múltiples laminas podría confundirse con múltiples plantas diferentes.

Acerca de los índices de diversidad, estos sirven para poder comparar el número de especies dentro de una comunidad con respecto a la equitatividad entre ellas. Mejía (2005). Durante la fase de análisis estadística, se calculo el índice de diversidad de Shannon – Wiener, que, de acuerdo al mismo autor, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y cuando los valores obtenidos se encuentran por encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Ordenando lo transeptos de manera descendente de acuerdo al valor obtenido de H' , estos quedan de la siguiente forma: T5 (3.41), T1 (3.37), T3 (3.37), T4 (3.09) y T6 (3.09) y T2 (3.06), por lo tanto el transepto. Por lo tanto, de acuerdo a este índice, el transepto 5 corresponde a la zona con una mayor igualdad entre las proporciones de individuos por especie.

Por otro lado al ordenar descendentemente los transeptos, de acuerdo a su índice de Simpson, los valores quedan de la siguiente manera, T6 (0.15), T2

(0.14), T4 (0.13), T1 (0.13), T3 (0.12) y T5 (0.11), por lo tanto, ya que a medida que D' aumenta, la diversidad disminuye, de acuerdo a este índice, la zona con la mayor equitatividad de especies es el transecto 5.

Un punto clave en estos resultados se debe a que, como se menciono anteriormente, el tamaño y forma de vida entre las especies influye en el número de individuos encontrados para cada una de ellas, por ejemplo *Elaphoglossum peltatum* y *Selaginella martensii*, son especies pequeñas que se encuentran en grupos con numerosos individuos, al contrario de especies como *Ctenitis erinaceum*, que es una especies arbustiva encontrada solitaria dentro de su hábitat.

7 CONCLUSIONES

- Al finalizar la investigación, dentro de los 6 transeptos realizados dentro del Bosque Nebuloso, se observó un total de 1728 individuos y se identificaron 45 especies pertenecientes a 12 familias diferentes de helechos.
- Los transeptos en los cuales se encontró un mayor número de especies fueron el transepto 1 (Zona alta Trifinio), y transepto 3 (Zona alta Cerro Miramundo) debido a que ambos coinciden con la altitud y condiciones climáticas favorables para la reproducción y abundancia de los helechos,
- Además, el hábitat dentro del cual se encontró una mayor cantidad de individuos fue sobre árboles frondosos mayormente cubiertos por musgos, característica típica de las zonas altas del Bosque Nebuloso.
- Las familias de helechos para las cuales se identificó un mayor número de especies fueron: Familia Polipodiácea (10 especies) y familia Pteridaceae (8 especies) debido a que de las familias identificadas son las que poseen un mayor número de especies reportadas para El Salvador.
- La especie que obtuvo el mayor valor de densidad relativa fueron *Elaphoglossum peltatum* (Familia Dryopteridaceae), con un 18.18% debido a que se adapta fácilmente a diversas altitudes y es de tamaño pequeño y de hábito gregario.
- De acuerdo al resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon – Wiener, el transepto con el valor más alto de diversidad es el Transepto 5, correspondiente a la zona alta del cerro Miramundo.
- De acuerdo al índice de Simpson, el transepto con un mayor valor de equidad entre las especies encontradas durante su recorrido es el transepto 5, el cual se realizó en la parte alta del Cerro Miramundo.

- Debido a la falta de investigaciones acerca de helechos dentro del Parque, fácilmente se identificaron 3 especies nuevas que no habían sido reportadas tanto como para el parque como para el Departamento de Santa Ana. Éstas especies son *Cheilanthes chaerophylla* (Familia Pteridaceae), *Huperzia cuernavascensis* (Familia Lycopodiaceae) y *Nephrolepis hirsutula* (Familia Lomariopsidaceae).
- Los helechos forman parte importante dentro de los ecosistemas a los que pertenecen debido a que son un excelente nicho ecológico para diversas especies de animales.
- A pesar de poseer una diversidad de beneficios para el hombre y para el medio ambiente, en El Salvador dichos beneficios son desconocidos hasta la actualidad y su utilidad más conocida es como plantas ornamentales.

8 RECOMENDACIONES

- Debido a la poca información obtenida hasta la actualidad dentro de El Salvador acerca de los helechos, es necesario ampliar las investigaciones en este campo para así lograr un mayor conocimiento acerca de la diversidad de especies con las que cuenta el país.
- Es necesario profundizar las investigaciones acerca de los helechos dentro de El Salvador con respecto no solo a su importancia ecológica, sino también a sus posibles beneficios para el ser humano, ya que en el país, dichos beneficios son aun desconocidos entre la población.
- Establecer puntos de monitoreo de las especies de helechos ya identificadas dentro del Bosque Nebuloso para así lograr registrar los cambios dentro de la población de dichos organismos debido a los efectos del cambio climático y a la perturbación constante.
- Ampliar las investigaciones acerca de la importancia ecológica de los helechos ya que juegan un papel importante en la lucha contra el cambio climático al ser excelentes absorbentes de Carbono y otros gases tóxicos presentes en la atmósfera.
- Debido a su importancia, es necesario establecer medidas de protección hacia las especies de helechos presentes El Salvador, y a los hábitats a los que estos pertenecen.
- Fortalecer la Ley de Protección de Vida Silvestre con el objetivo de proteger las especies presentes de helechos no solo dentro del parque nacional Montecristo, sino dentro de todas las áreas boscosas de El Salvador.

9 LITERATURA CITADA

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Metodología de la Investigación, 2008, Cuarta Edición, McGraw Hill, México, 859 págs.

Delgado García, Sonia Verónica, 2010, Diversidad y abundancia de macromicetos del bosque las Lajas del área natural Complejo San Marcelino, Santa Ana - Sonsonate, El Salvador. (Tesis Licenciatura en Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador), 75 p. Ilus. 27.5 cms.

Hernández Cibrián, Hardy & Sutharland (2003). *Etnobotánica de los helechos de Honduras*. Vol. 48. Editorial Ceiba. Tegucigalpa, Honduras.

Hoffman, Allison. *The new Magazine*, marzo 2010, No 2146.

Jensen, William A. & Kalvaljian, Leroy G. (1968). *La Biología vegetal en nuestros días: avances y problemas*. Traducido al español por Ana María Palazón Mayoral, Revisión Técnica por Sergio Martínez Cano. 1ª Edición, Herrero Hermanos Sucesores, México D.F. 249 p. Ilus.

Jørgensen, P. M. & León-Yáñez, S. (1999) *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Missouri Botanical Press. St. Louis, EUA.

Melgar Ceballos, Marvin. (2002). *Informe "Diagnóstico de Evaluación Rural Participativa del Área del Parque Nacional Montecristo"*.

- Mickel J.T. & Smith A.R. (2004). *Pteridophyte flora of Mexico*. New York Botanical Garden. New York. EUA.
- Monro, Alex., Monterrosa, Jorge., Ventura, Nohemy., Godfrey, David., Alexander, Diccon., Peña Chocarro, María del Carmen. (2002). 1ª. Edición Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador, 72 p. Ilus
- Monterrosa Salomón, Jorge Alberto., Peña-Cachorro, María del Carmen., Knapp, Sandra., Lechuga, Roberto Escobar. (2009). *Guía de identificación de helechos en El Salvador*. 1a. Edición, Jardín Botánico la Laguna y The Natural History Museum San Salvador, El Salvador 558 p. Ils.
- Mostacedo B. F., 2000, Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR: Santa Cruz, Bolivia. 87 págs.
- Reina Vásquez, María Luisa. (1979). Vegetación arbórea del Bosque Nebuloso de Montecristo. (Tesis Licenciatura en Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador).
- Ricklefs, R. (1998). Invitación a la Ecología, la economía de la naturaleza. Editorial Medina Panamericana, Argentina, 692 páginas.
- Salisbury, Frank B., Parker, Robert V., (1954). *Las Plantas vasculares; forma y función*. 1ª edición, Herreros Hnos. S. A., México D.F., 198 70p. Ils.
- Seiler, Ralph. (1980). *Helechos de El Salvador*; 1ª edición, Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones, San Salvador, 58 páginas.

Sinnott, Edmund W. & Wilson Katherine (1965). *Botánica: Principios y problemas*. 1a. Edición, Compañía Editorial Continental, México, 584 p. IIs.

Stilling, P. (1999). *Ecology, theories and application*. 3rd Edition. Prentiss-Hall, Inc. EUA.

Veliz, Mario & Vargas, Jorge. (2006). *Helechos Arborescentes de Guatemala*, Litografias, S. A, Guatemala, 94 p. IIs.

Vereschi, V. (1968). *Flora de Venezuela, Helechos, Volumen 8*, Instituto Botánico. Michigan, EUA.

7.1 Páginas web citadas

<http://www.aguasinfronteras.net/>

<http://www.fao.org/fo/>

<http://www.gestiopolis1.com/recursos7/Archivos/deger/sostenibilidad-y-diagnostico-de-areas-naturales.zip>

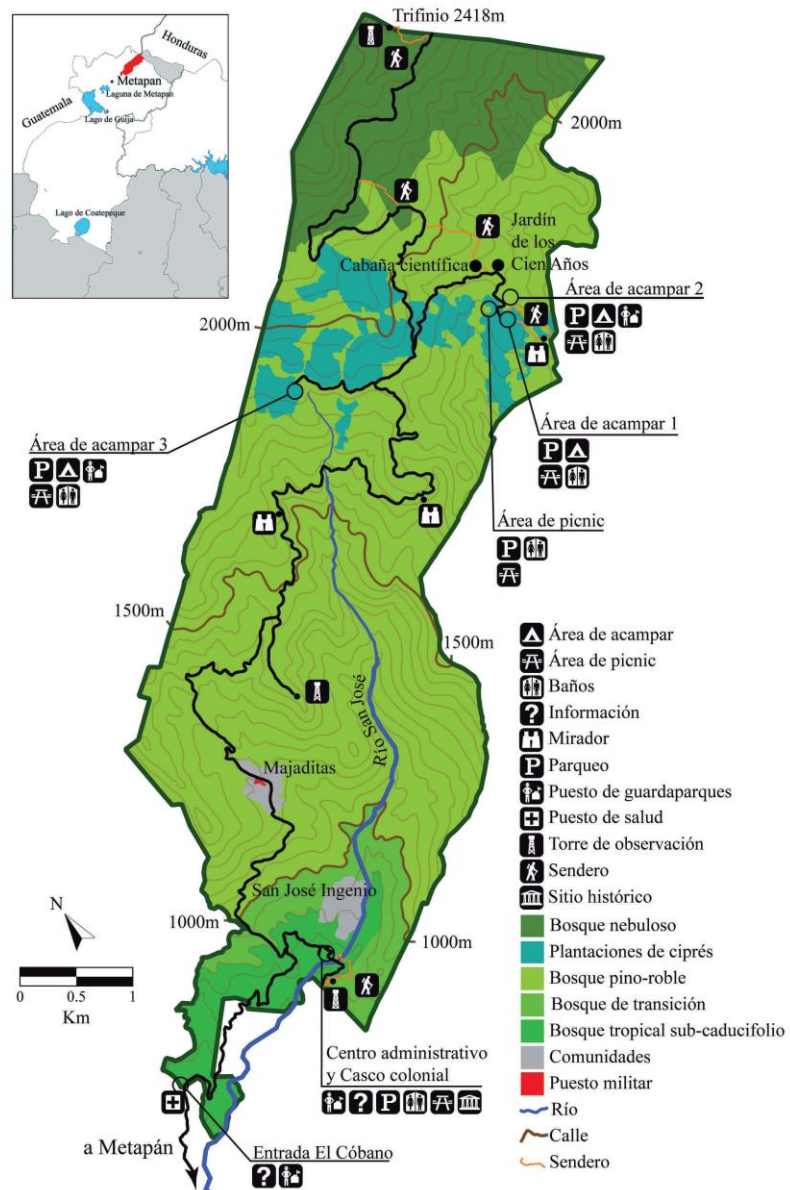
<http://www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm>

<http://www.marn.gob.sv>

ANEXOS

Anexo I

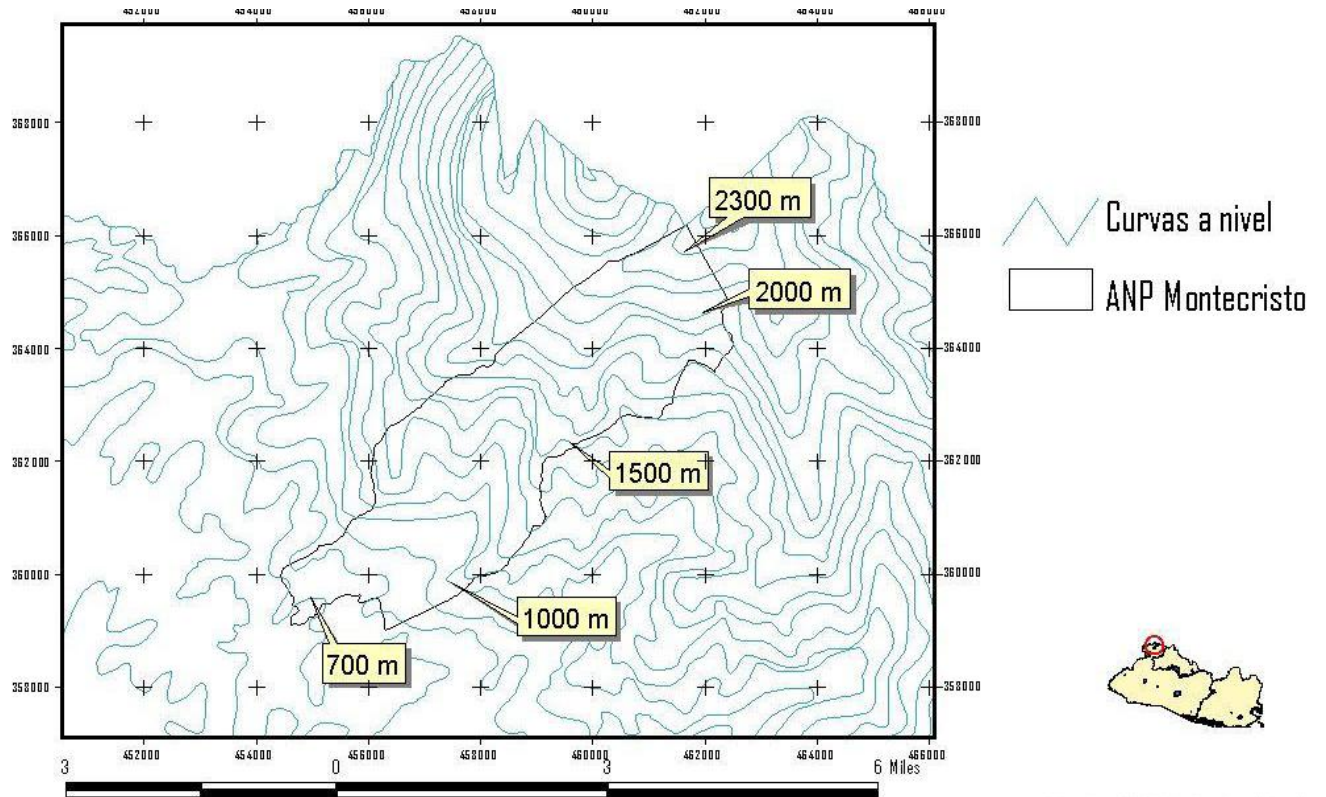
Mapa de ubicación del Parque Nacional Montecristo



FUENTE: Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010)

Anexo II

Mapa de curvas a nivel del Parque Nacional Montecristo



Fuente: MAG –PAES. CATIE 2002

Anexo III

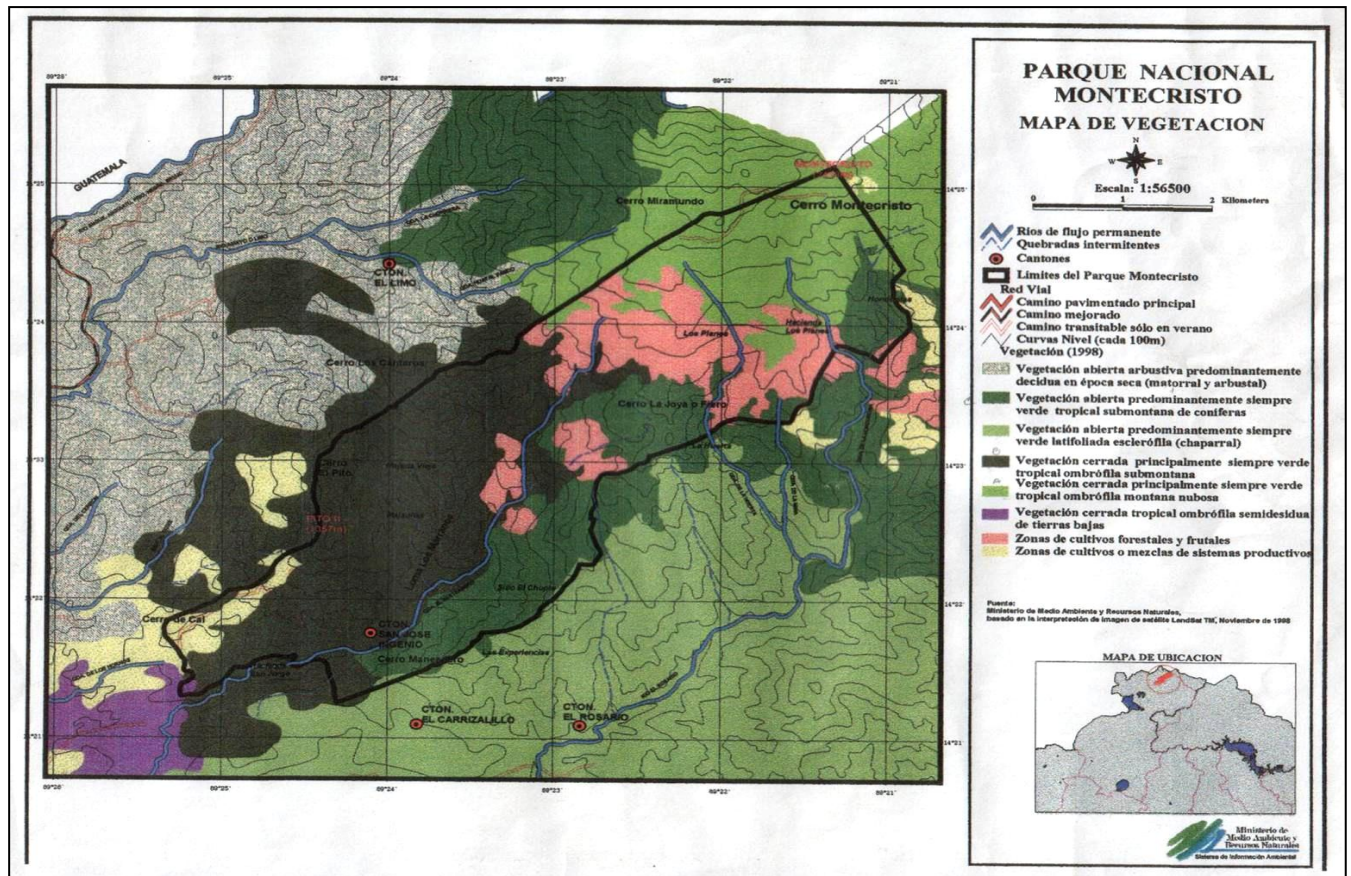
Red hídrica del Parque Nacional Montecristo



Fuente: MAG-PAES. CATIE (2002)

Anexo IV

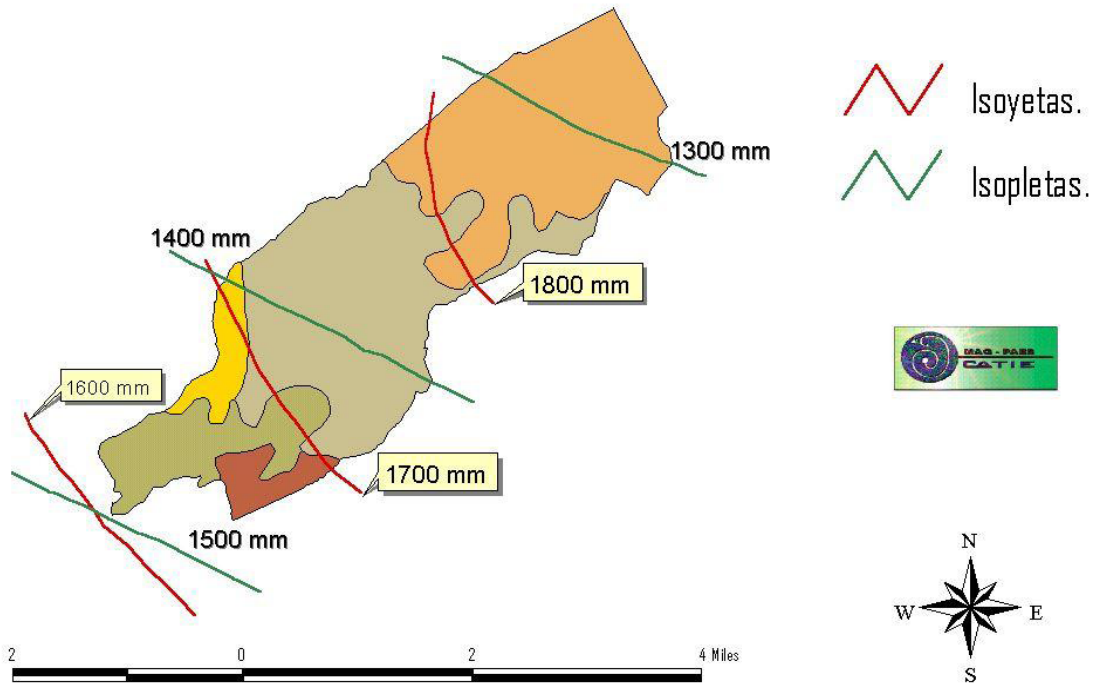
Mapa de vegetación del Parque Nacional Montecristo



Fuente: MARN

Anexo V:

Precipitación y Evapotranspiración del Parque Nacional Montecristo



Fuente:

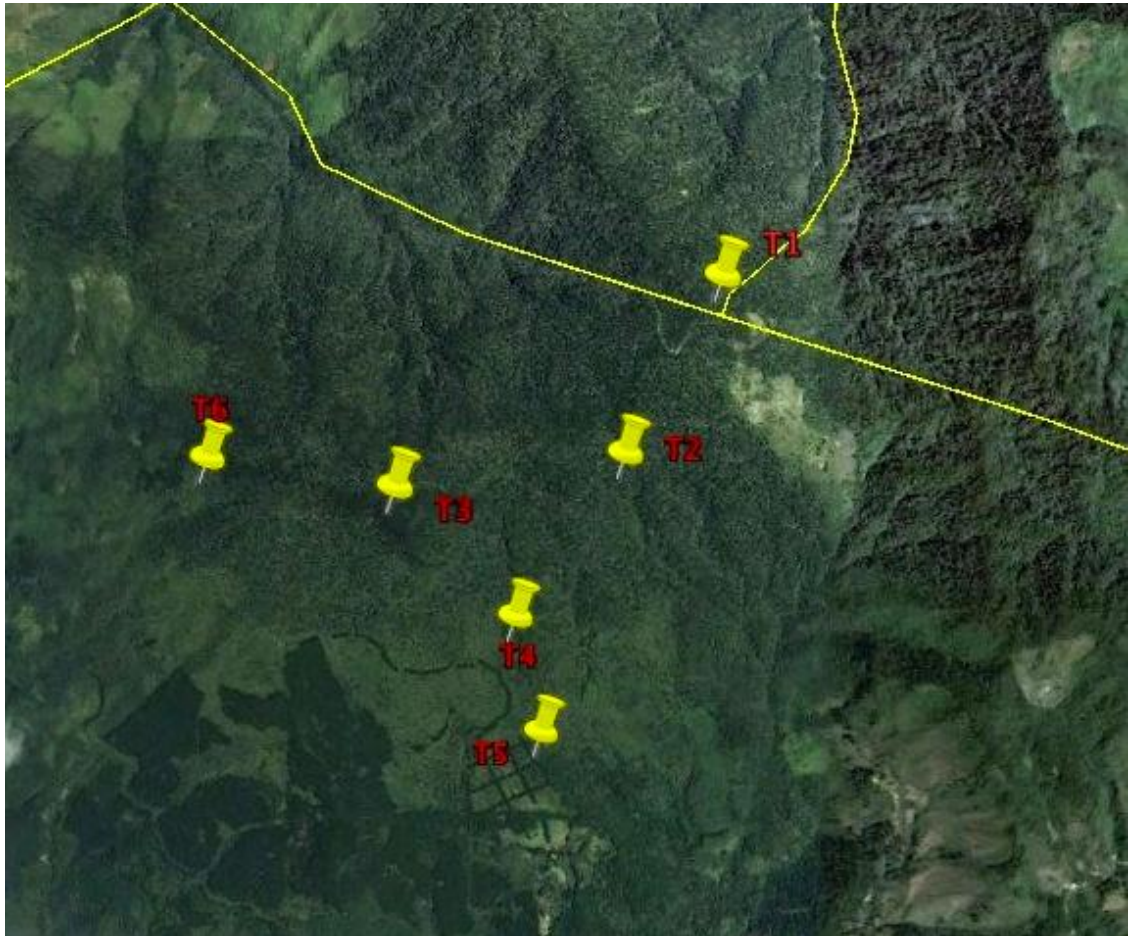
MAG-PAES.

CATIE

(2002)

Anexo VI

Mapa de ubicación de los transeptos realizados



T1: Transepto 1, zona alta El Trifinio

T2: Transepto 2, zona baja El Trifinio

T3: Transepto 3, zona alta Cerro Miramundo

T4: Transepto 4, zona baja Cerro Miramundo

T5: Transepto 5, zona ex parqueo

T6: Transepto 6, linderero Oeste del Parque Nacional Montecristo

Anexo VII

Ficha técnica utilizada durante la recolecta de muestras de helechos

Datos de recolección:	
Fecha de recolección: _____	Transecto No.: _____
No. De muestra _____	No de fotografía _____
Altitud: _____msnm	Latitud _____N
Longitud _____W	Habitat de recolección _____

Tipo de rizoma: Caudice _____ Erecto _____ Sub erecto _____ Estolonífero _____ Cortamente rastrero _____ Medianamente rastrero _____
Largamente rastrero _____ Inciso _____ Aserrado _____ Lobado _____
Tipo de escamas en rizoma, láminas o estípites: Lanceoladas _____ Bicolores _____ Clatradas _____ Dentadas _____
Peltadas _____ Abultadas _____ Setíferas _____ Subuladas _____
Presencia de filopodio: Si _____ No _____
Forma de las frondas: Bifurcada _____ Simple _____ Pinnatífida _____ I-Pinnada _____ 2-pinnada _____ 3-pinnada _____ 1-Pinnada pinnatífida _____ 2-pinnada pinnatífida _____
Tipo de tricomas: Simples y aciculares _____ Septados _____ Hamados _____ Simples y adpresos _____ Glandulares _____
Forma del margen de la lámina: Entero _____ Crenado _____ Ciliado _____ Dentado _____ Inciso _____
Aserrado _____ Lobado _____
Patrón de venación de las láminas: Libre _____ Libre y bifurcada _____ Libre y pinnada _____ Areolada con venas incluidas _____
Tipo de soros: Acrosticoides _____ Paralelos a las venas _____ Marginales discontinuos _____ Sinangio _____ Sub-marginales _____
En forma de espigas _____ Estróbilo _____ Alargados con indusio _____ En forma de copa o tubo _____
Redondeados con indusio _____ Alargados con indusio _____ Redondeados sin indusio _____ Marginales continuos _____
Presencia de indusio: Si _____ No _____ Falso indusio _____
Tipo de indusio: Circular _____ Reniforme _____ Elongado en la vena _____ Forma de trompeta _____ Discontinuos en margen _____
Continuos en margen _____ Valvado _____
Recolectado por: _____

Anexo VIII

Soros y esporangios de diferentes especies de helechos encontradas dentro del bosque nebuloso del parque nacional Montecristo



Imagen 1: Vista microscópica a 40X de esporas de *Huperzia pringlei*, Familia Lycopodiaceae.

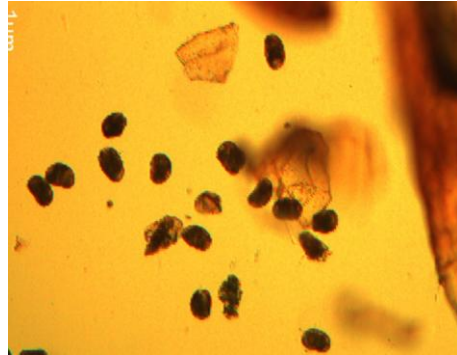


Imagen 2: Vista microscópica a 40X de esporas de *Vittaria graminifolia*, familia Pteridaceae.



Imagen 3: Vista microscópica a 40X de esporas de *Elaphoglossum ellipticifolium*, Familia Dryopteridaceae.



Imagen 4: Vista microscópica a 40X de espóra de *Hymenophyllum crassiopetiolatum*, familia Hymenophyllaceae.

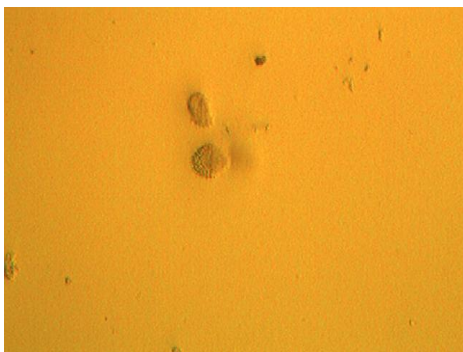


Imagen 5: Vista microscópica a 40X de esporas de *Lycopodium clavatum*, familia Lycopodiaceae.



Imagen 6: Vista microscópica a 40X de esporangio de *Micropolypodium basiattenuatum*, familia Polypodiaceae.

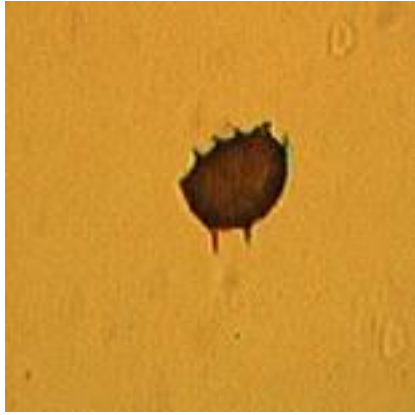


Imagen 7: Vista microscópica a 40X de esporas de *Asplenium auriculatum*, familia aspleniaceae.

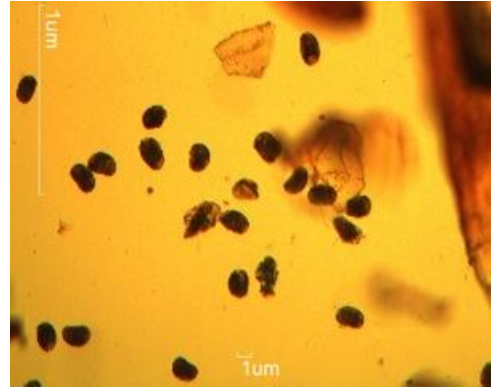


Imagen 8: Vista microscópica a 40X de esporas de *Elaphoglossum muscosum*, familia dryopteridaceae.

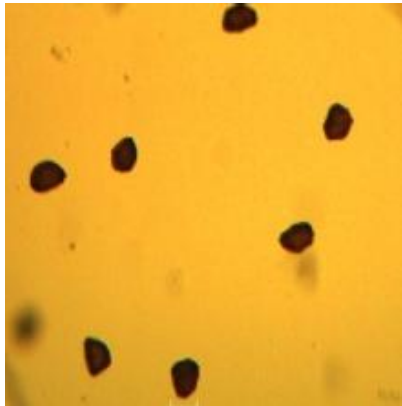


Imagen 9: Vista microscópica a 40X de esporas de *Elaphoglossum peltatum*, familia dryopteridaceae.

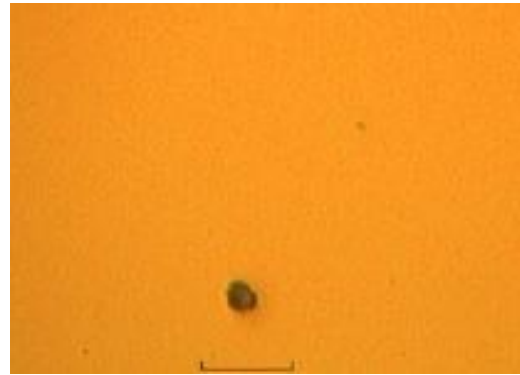


Imagen 10: Vista microscópica a 40X de esporas de *Tersipchore semihirsuta*, familia polypodiaceae.

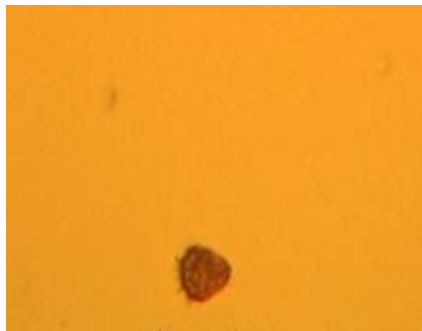


Imagen 11: Vista microscópica a 40X de esporas de *Selaginella hofmanii*, familia Selaginellaceae.

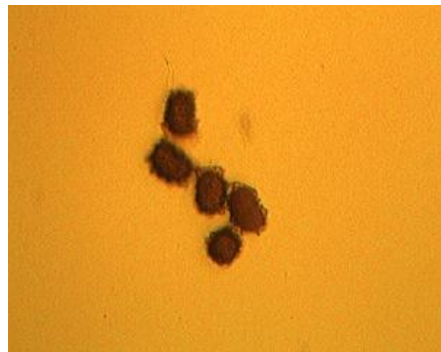


Imagen 12: Vista microscópica a 40X de esporas de *Asplenium harpeodes*, familia aspleniaceae.

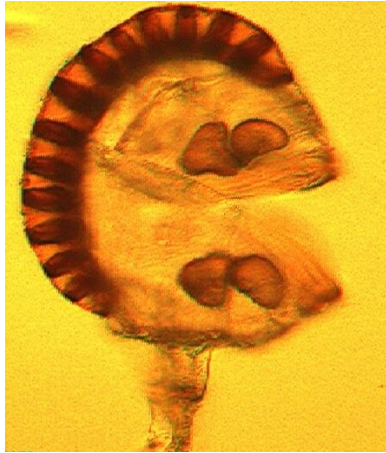


Imagen 13: Vista microscópica a 10X de esporangio de *Adiantum lunulatum*, familia Adiantaceae

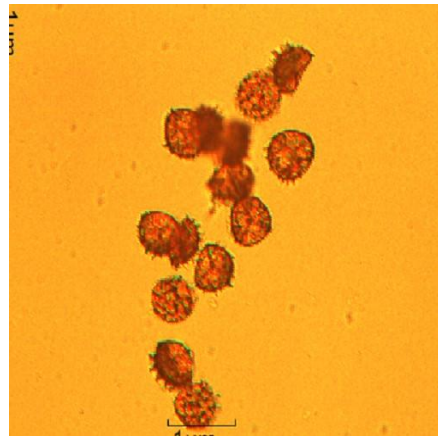


Imagen 14: Vista microscópica a 40X de esporas de *Selaginella martensii*, familia Selaginellaceae



Imagen 15: Vista microscópica a 40X de esporas de *Blechnum ensiforme*, familia Blechnaceae

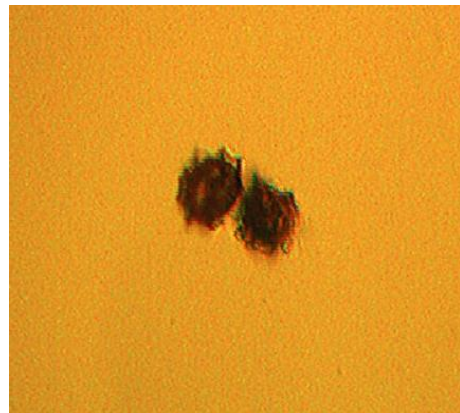


Imagen 16: Vista microscópica a 40X de esporas de *Asplenium sessiforme*, familia Aspleniaceae



Imagen 17: Vista microscópica a 40X de esporas de *Ctenitis erinaceae*, familia Dryopteridaceae.

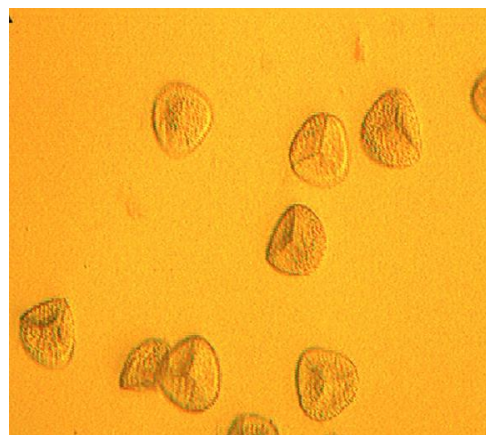


Imagen 18: Vista microscópica a 40X de esporas de *Huperzia cuernavascensis*, Familia Lycopodiaceae.

Anexo IX

Fotografías de algunas especies identificadas dentro de bosque nebuloso del parque nacional Montecristo.



Imagen 1: Hábito de *Blechnum falciforme*, familia Blechnaceae



Imagen 2: Detalle de la lámina de *Blechnum falciforme*, familia Blechnaceae



Imagen 3: Planta completa de *Asplenium auriculatum*, Familia Aspleniaceae



Imagen 4: Detalle de soros de *Asplenium auriculatum*, Familia Aspleniaceae



Imagen 5: Frondas estériles de *Elaphoglossum peltatum*, familia Dryopteridaceae



Imagen 6: Fronda fértil de *Elaphoglossum peltatum*, familia Dryopteridaceae



Imagen 7: Hábitat de *Asplenium harpeodes*, familia Aspleniaceae.



Imagen 8: Detalle de los soros de *Asplenium harpeodes*, familia Aspleniaceae.



Imagen 9: Hábitat de *Elaphoglossum erinaceum*, familia Dryopteridaceae



Imagen 10: Detalle de las escamas en las laminas de *Elaphoglossum erinaceum*, familia Dryopteridaceae



Imagen 11: Planta completa de *Arachniodes denticulata*, familia Dryopteridaceae.



Imagen 12: Detalle de los soros de *Arachniodes denticulata*, familia Dryopteridaceae.



Imagen 13: Planta completa de *Mildella intramarginalis*, familia Pteridaceae.



Imagen 41: detalle de lamina completa de *Mildella intramarginalis*, familia Pteridaceae.



Imagen 15: Planta completa de *Phlebodium pseudoaureum*, familia Polypodiaceae



Imagen 16: detalle de rizoma de *Phlebodium pseudoaureum*, familia Polypodiaceae



Imagen 17: Habitat de *Pleopeltis mexicana*, familia lycopodiaceae



Imagen 18: detalle de soros de *Pleopeltis mexicana*, familia lycopodiaceae



Imagen 19: Habitat de *Polypodium alansmithii*, familia polypodiaceae.



Imagen 20: Habitat de *Polypodium alansmithii*, familia polypodiaceae.



Imagen 21: Habitat de *Adiantum andicola*, familia pteridaceae.



Imagen 22: Rizoma de *Adiantum andicola*, familia Pteridaceae.



Imagen 23: Planta completa de *Vittaria graminifolia*, familia Pteridaceae.



Imagen 24: fronda fértil de *Vittaria graminifolia*, familia Pteridaceae.



Imagen 25: Habitat de *Huperzia phthyoides*, familia lycopodiaceae



Imagen 27: Habitat de *Huperzia pringlei*, familia lycopodiaceae



Imagen 29: Habitat de *Selaginella martensii*, familia Selaginellaceae.



Imagen 26: Habitat de *Huperzia pithyoides*, familia lycopodiaceae



Imagen 28: Esporofilos de *Huperzia pringlei*, familia lycopodiaceae



Imagen 30: esporofilos de *Selaginella martensii*, familia Selaginellaceae.