

Diversidad de Helechos en el Sendero La Esperanza del Parque Nacional La Tigra, Honduras

Ruth Karina Hernández Cibrián¹, Cyril H. Nelson Sutherland², Thelma M. Mejía Ordóñez³ y Gerardo A. Borjas Machado⁴

Resumen. La investigación se realizó en el parque nacional La Tigra, en el sendero La Esperanza, ubicado en la zona núcleo que tiene una altura 1,940 y 2,120 msnm; tiene una longitud de 2.5 km y se caracteriza por tener una vegetación latifoliada muy diversa. Durante esta investigación se muestrearon 12 parcelas (20 × 20 m), de septiembre a diciembre de 2002 y de febrero a marzo de 2003, los cuales coincidieron con la estación lluviosa y seca que se da en Honduras, fenómeno que afecta de manera significativa la etapa fenológica de las especies de helechos. Se encontró una diversidad taxonómica de 54 especies, tres variedades distribuidas dentro de 22 géneros y 16 familias. Dentro de los datos obtenidos destacan la frecuencia, dominancia, abundancia, riqueza de especies y los índices de diversidad y sus respectivas igualdades, obteniéndose para el índice de Shannon-Weaver ($H' = 2.202$, $E = 0.426$) y Simpson ($D = 0.517$, $1-1/s = 0.531$). Con la caracterización de los helechos según su hábitat se encontró el mayor número de individuos dentro del hábitat epífita y terrestre, siendo los helechos epífitos los que presentaron mayor riqueza de especies. Las familias más abundantes fueron: Polypodiaceae y Dennstaedtiaceae cada una con cuatro géneros. Dentro de la familia Polypodiaceae sobresale *Polypodium ursipes*, el cual es un nuevo récord para Honduras. También se reportaron 38 nuevos registros para el parque nacional La Tigra. La mayor parte de los helechos arborescentes encontrados están en la lista de plantas en peligro de extinción para Honduras.

Palabras clave: Abundancia, arborescente, diversidad, epífita, epipétrico, frecuencia, riqueza, terrestre.

Abstract. The investigation was carried out in La Tigra National Park on the path La Esperanza, located in the nucleus zone at an altitude between 1,940 and 2,120 m above sea level; it measures 2.5 km with a diverse broadleaf vegetation. During the investigation, 12 plots (20 × 2 m), from September through December, 2002, and from February through March, 2003, were studied, which coincided with the rainy and dry seasons in Honduras, which affects significantly the phenologic stage of the fern species. A taxonomic diversity of 54 species, and three varieties was found distributed in 22 genera and 16 families. In the data obtained, frequency, dominance, abundance, richness of species, diversity indices, and their respective equalities were noted, obtaining $H' = 2.202$, $E = 0.426$ for the Shannon-Weaver Index, and $D = 0.517$, $1-1/s = 0.531$, for the Simpson Index. Most of the ferns found were epiphytic and terrestrial; of these, the epiphytes showed the greatest number of species. The most abundant families were Polypodiaceae and Dennstaedtiaceae, each with four genera. In the Polypodiaceae, *Polypodium ursipes* is outstanding, for it is a new record for Honduras. Also, 38 new records were found for La Tigra National Park. Most of the tree ferns found are on the endangered species list for Honduras.

Key words: Abundance, arborescent, diversity, epiphytic, epipetric, frequency, richness, terrestrial.

Introducción

¹ Apartado U-9369, Tegucigalpa, Honduras. Correo electrónico: sphagnum1@yahoo.com

² Depto. de Biología, UNAH, Tegucigalpa, Honduras. Correo electrónico: chnelsons@yahoo.com

³ Depto. de Biología, UNAH, Tegucigalpa, Honduras. Correo electrónico: mejiaordoftez@yahoo.com

⁴ Depto. de Biología, UNAH, Tegucigalpa, Honduras. Correo electrónico: gerardo_borjasunah@yahoo.com

Introducción

El parque nacional La Tigra, es un bosque nublado el cual posee un gran valor biológico, hidrológico y patrimonial; además, constituye un remanente de vegetación nativa, con una amplia biodiversidad considerándose un gran banco genético (Kappelle y Brown, 2001).

Aunque no se ha registrado totalmente la flora vascular de Honduras, se estima que puede representar aproximadamente el 2.5% de las 300,000 especies de plantas vasculares reportadas a nivel mundial (SERNA 2001). Dentro de esta flora vascular se encuentran los helechos, que son plantas con un gran número de especies, adaptadas a diferentes hábitats, y se encuentran con mayor abundancia en las regiones húmedas y templadas. Los helechos, a pesar de tener una gran diversidad de formas y tamaños, no han sido objeto de mucho estudio (especialmente en Honduras).

Los helechos han despertado mucho interés como plantas ornamentales de interiores y jardines, en los arreglos florales y como plantas medicinales. Diferentes culturas alrededor del mundo han utilizado los helechos como fuente de energía, alimento, grasa, medicina, tintes, fibra, condimento, sustrato y otros usos (Wile 1979).

En Honduras destacan las siguientes publicaciones acerca de los helechos:

- Hondurensis Plantarum Vascularium Catalogus. Pteridofita (Nelson *et al.* 1996).
- Guía ilustrada para la identificación de 31 especies de helechos encontrados en la reserva de la montaña Uyuca, Escuela Agrícola Panamericana (EAP) (Chang 2002).
- Estudio de la factibilidad técnico financiero para la exportación del helecho hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis*), a mercados de Europa y Estados Unidos (Vargas 1992).

Es necesario estimular investigaciones hacia este grupo de plantas debido a que la disminución de la diversidad es una pérdida para la humanidad porque estas especies que hoy pasan inadvertidas en un futuro podría descubrirseles diferentes aplicaciones. Esta investigación persigue los siguientes objetivos.

Objetivo General:

- Conocer la diversidad de helechos que se encuentran en el sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra.

Objetivos Específicos:

- Registrar e identificar las especies de helechos en el sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra.
- Caracterizar las especies de helechos de acuerdo a su hábitat.
- Estimar la abundancia de las poblaciones de helechos registrados.
- Determinar si la etapa fenológica de los helechos es afectada por la estación lluviosa y seca.

Se contribuirá así al conocimiento de la diversidad de Polypodiopsida con que cuenta el bosque nublado y Honduras.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el parque nacional La Tigra que tiene una extensión de 240.4 km², de los cuales 164.5 corresponden a la zona de amortiguamiento y 75.9 corresponden a la zona núcleo. Dentro de la zona núcleo se encuentra el sendero La Esperanza, ubicado entre 1,940 y 2,120 msnm, con una longitud de 2.5 km, y la vegetación predominante es latifoliada muy diversa.

Para analizar ecológicamente el área se establecieron y delimitaron 12 parcelas (no permanentes) de 20 × 20 m ubicadas aleatoriamente a lo largo del sendero. Cada parcela fue dividida en cuatro subparcelas de 10 × 10 m para un total de 48 subparcelas. A las parcelas de 20 × 20 m se les asignó un número del uno al 12 y las subparcelas se identificaron con las letras del abecedario a, b, c y d.

Se realizaron dos tipos de muestreo:

a - Muestreo sistemático.

En las 12 parcelas 20 × 20 m se registraron y contabilizaron únicamente los helechos arborescentes y terrestres mayores de 40 cm de altura. Los helechos epífitos, terrestres y epipétricos menores de 40 cm de altura se registraron y contabilizaron en una de las

cuatro subparcelas (10 × 10 m), seleccionadas al azar de cada una de las 12 parcelas 20 × 20 m.

b - Muestreo no sistemático.

Las especies de helechos epífitos, terrestres y epipétricos que se encontraron en las subparcelas en donde no se realizó el muestreo sistemático se incluyeron en la colecta no sistemática. Además, se colectó a la orilla del paso del sendero, tomando en cuenta que los helechos a coleccionar no estuviesen presentes en las parcelas y subparcelas muestreadas.

Para el registro de datos se diseñó un formato con los siguientes parámetros:

- 1 - Altura del helecho.
- 2 - Etapa fenológica (definida por la presencia y ausencia de soros):
 - ESP = Planta madura o esporofítica
 - PI = Planta inmadura
- 3- Estado (en parcelas y subparcelas):
 - Rara (R) = 0–10 individuos
 - Común (C) = 10–20 individuos
 - Abundante (A) = 20 individuos o más
- 4- Hábitat:
 - Arborescente (AR)
 - Terrestre (T)
 - Epífita (E)
 - Epipétrico (EP)
- 5- Altura sobre el nivel del mar y coordenadas geográficas del lugar con la ayuda de un GPS Magellan 315.
- 6- Fotografía de cada especie utilizando una cámara Canon AE-1.

La identificación de las especies de helechos se realizó utilizando claves taxonómicas, comparando los especímenes con los que se encuentran depositados en el Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, cuyo acrónimo internacional es TEFH, y con la ayuda del Dr. Cyril Hardy Nelson, del herbario de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, y del Dr. John T. Mickel, investigador retirado del Jardín Botánico de Nueva York.

Los duplicados de algunos de los ejemplares se encuentran depositados en el New York Botanical Garden (NY), en el Herbario Nacional Colombiano

(COL). Los ejemplares de referencia se encuentran depositados en el Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (TEFH).

Para este análisis se tomó en consideración los siguientes parámetros:

- a - Riqueza: número de especies (Krebs 1978).
- b - Frecuencia relativa: se ha utilizado como una medida de la abundancia para determinar en cuántos cuadrantes estaba presente una determinada especie (Leosmith y Smith 2001).

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia de la especie } x}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}} \times 100 \quad [1]$$

Para comprobar si la etapa fenológica de los helechos se ve afectada por la estación lluviosa y seca, se aplicó la prueba de X^2 y se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 = La presencia (ESP) y ausencia (PI) de soros son independientes de la estación lluviosa y seca.

H_1 = La presencia (ESP) y ausencia (PI) de soros no son independientes de la estación lluviosa y seca.

Fórmula utilizada para una tabla de contingencia de 2×2 :

$$X^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)} \quad [2]$$

$$\alpha = 0.01$$

$$G1 = (r-1)(c-1)$$

R = número de renglones

C = número de columnas (Daniels 1977)

- c - Índice de Shannon- Weaver (Duran 1995).

Función Shannon-Weaver:

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i)(\text{Log}_2 P_i) \quad [3]$$

Donde:

H = índice de diversidad de la especie.

S = número de especie.

Pi = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i.

Igualdad: $E = H/H_{max}$ [4]

Donde:

E = equidad (gama de 0-1)

H = diversidad de la especie observada

Hmax = diversidad de la especie máxima = $\text{Log}_2 S$ (Krebs, 1978).

f- Índice de Simpson:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (P_i)^2 \quad [5]$$

Donde:

D = índice de diversidad de Simpson

Pi = proporción de individuos de la especie i en la comunidad (Durán 1995).

Igualdad: la gama de valores va de 0 (diversidad baja) hasta un máximo de (1-1/s) en que S es el número de especies (Krebs 1978). [6]

Para calcular los índices de diversidad y sus respectivas igualdades se utilizó el programa de Análisis multivariado MVSP Plus versión 3.1.

Resultados

A - Muestreo sistemático

En este muestreo se encontraron 14 familias, 22 géneros, 36 especies y dos variedades. La familia más representativa de este muestreo fue la de las Polypodiaceae, con cuatro géneros (*Phlebodium*, *Pleopeltis*, *Pectuma* y *Polypodium*). Los géneros con mayor número de especies fueron: *Cyathea* (cuatro), *Polypodium* (tres) y *Diplazium* (tres).

De acuerdo a la clasificación de los helechos según su hábitat, se encontraron dos especies de helechos epipétricos, cinco especies arborescentes, 13 especies terrestres y 21 especies epífitos.

Elaphoglossum latifolium y *Pectuma alfredii* fueron las únicas especies que se encontraron en forma epipétrica; además, se les encontró creciendo en forma epífita y terrestre.

B - Muestreo no sistemático

En este tipo de muestreo se encontraron 11 familias, 15 géneros, 18 especies y una variedad. Las familias con mayor número de géneros fueron las Dennstaedtiaceae, con cuatro géneros (*Dennstaedtia*, *Hypolepis*, *Histiopteris* y *Saccoloma*), y Polypodiaceae, con dos géneros (*Polypodium* y *Pleopeltis*).

Los géneros con mayor número de especies fueron *Asplenium*, con *A. radicans* y *A. cuspidatum*; y *Blechnum*, con *B. l'herminieri* y *B. schiedeanaum*.

Se encontraron cinco especies en estado inmaduro y 13 en estado esporofítico. Se encontró 1 helecho epipétrico, 1 helecho arborescente, 11 helechos terrestres y 5 helechos epífitos. Para el análisis ecológico no se tomaron en cuenta las especies encontradas en este tipo de muestreo.

En el muestreo (sistemático y no sistemático) se obtuvo un incremento de 38 especies de helechos en comparación al número de helechos encontrados por Cruz y Erazo (1997). Dentro de estas 38 especies de helechos sobresale *Polypodium ursipes*, el cual es un nuevo registro para Honduras.

C - Análisis ecológico

1 - Riqueza

El sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra tuvo una riqueza taxonómica de 16 familias, 29 géneros, 54 especies y tres variedades (Cuadro 1).

En el muestreo no sistemático se repiten las familias, exceptuando dos (Dennstaedtiaceae y Lophosoriaceae), y los géneros, exceptuando siete (*Adiantum*, *Dennstaedtia*, *Histiopteris*, *Hypolepis*, *Lophosoria*, *Saccoloma* y *Terpsichore*), encontrados en el muestreo sistemático.

Para analizar las parcelas en base a la clasificación de los helechos según su hábitat, se compararon la riqueza de especies (S) y abundancia de los mismos.

Cuadro 1. Resultados taxonómicos registrados en el sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

Descripción	Muestreo		Total
	Sistemático	No Sistemático	
Familia	14	11	25
Género	22	15	37
Especie	36	18	54
Variedad	2	1	3

Helechos Epipétricos:

La única parcela que presentó helechos epipétricos fue la número cuatro, y las especies presentes fueron *Pecluma alfredii* y *Elaphoglossum latifolium*.

Helechos Arborescentes:

La parcela que presentó mayor abundancia de helechos arborescentes fue la número siete; a pesar de esto, la abundancia en esta parcela es dominada completamente por una sola especie, *Cyathea salvinii*.

Las parcelas que presentaron mayor riqueza de helechos arborescentes fueron las número dos, 11 y 12, cada una con tres individuos. Es importante hacer notar que en la parcela número uno no se encontró ningún helecho arborescente (Figura 1).

Los helechos arborescentes que pertenecen a las familias Cyatheaceae, Dicksoniaceae y Lophosoriaceae (Cuadro 2) se encuentran incluidos en la lista de plantas en peligro de extinción a nivel nacional e internacional debido a su comercialización (UICN 2003).

Helechos Terrestres:

En este grupo de helechos las parcelas con mayor abundancia fueron las número 4, 11 y 12, cada una con 39, 28 y 34 especies, respectivamente (Figura 2).

La parcela con mayor riqueza de helechos terrestres fue la número cuatro, aquí se encontraron seis especies, seguida por las parcelas 11 y 12, cada una con cinco especies.

Cuadro 2. Helechos arborescentes en peligro de extinción.

Familia	Nombre Científico
Cyatheaceae	<i>Cyathea divergens</i> Kunze var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R.M. Tryon
	<i>Cyathea salvinii</i> (Hook) Domin
	<i>Cyathea schiedeana</i> (C. Presl) Domin
	<i>Cyathea valdecrenata</i> Domin
	<i>Dicksoniaceae</i> <i>Dicksonia gigantea</i> H. Karst.
Lophosoriaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr. var. <i>quadripinnata</i>

La abundancia y la riqueza de especies son directamente proporcionales en casi la mayoría de las parcelas, exceptuando las parcelas tres y nueve, en donde no se encontró ningún helecho terrestre.

Helechos Epífitos:

Las parcelas con mayor abundancia de helechos epífitos fueron la cuatro (29 individuos) y la nueve (28 individuos); no obstante, esta abundancia se encuentra distribuida entre cuatro y cinco especies, respectivamente (Figura 3).

La mayor riqueza de especies se encontró en las parcelas 10 y 11, en cada una se encontraron siete y 10 especies, respectivamente (Figura 3).

Dentro de los helechos epífitos sobresale *Phlebodium pseudoaureum* que es una de las especies que actualmente está siendo muy comercializado a nivel nacional e internacional (SERNA 2001).

Considerando la riqueza de especies (S), se determinó que ésta se incrementa de acuerdo a la altitud (msnm) que tengan las parcelas en el sendero La Esperanza. A 1,940 msnm la riqueza de especies tiene un valor de siete, y en alturas intermedias fluctúa de un valor a otro, mientras que a partir de 2,110 msnm la riqueza aumenta, y presenta un valor de 18 especies a 2,120 msnm (Figura 4).

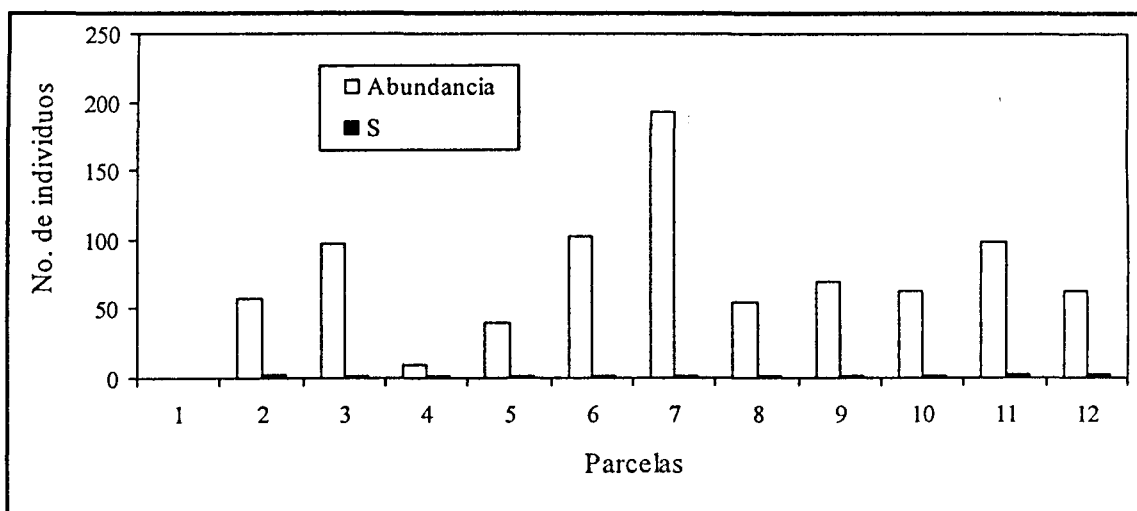


Figura 1. Riqueza (S) y abundancia de los helechos arborescentes del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

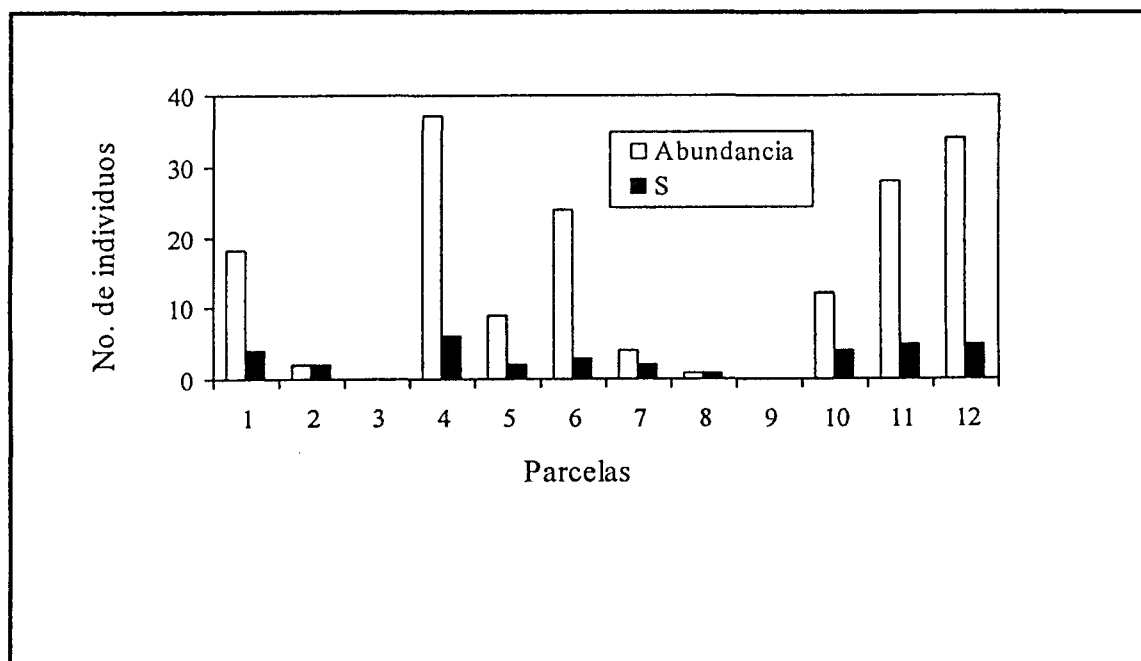


Figura 2. Riqueza (S) y abundancia de los helechos terrestres de las parcelas y subparcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

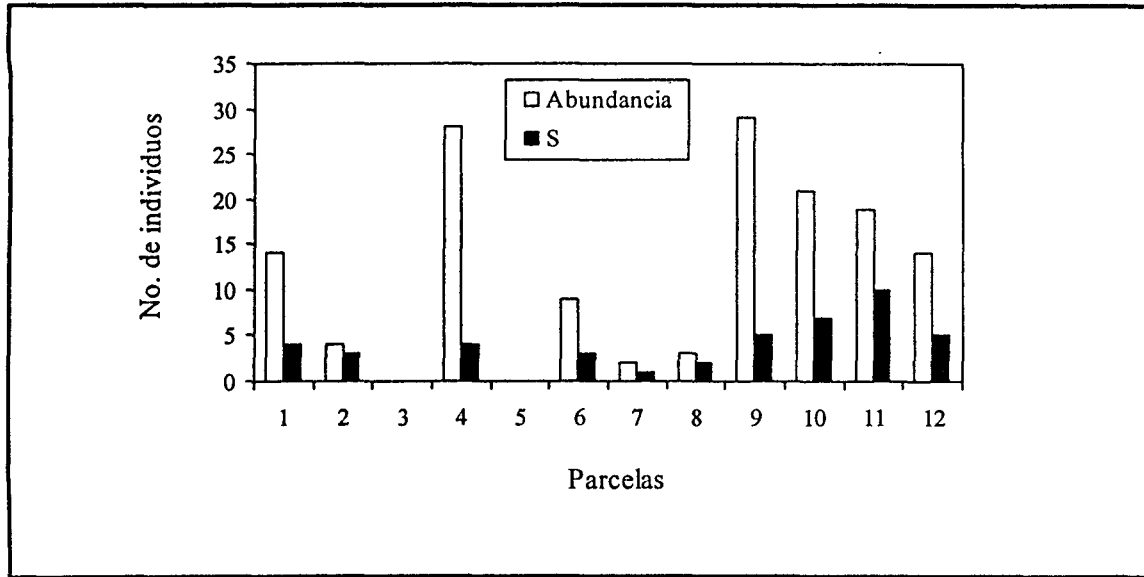


Figura 3. Riqueza (S) y abundancia de los helechos epífitos de las parcelas y subparcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

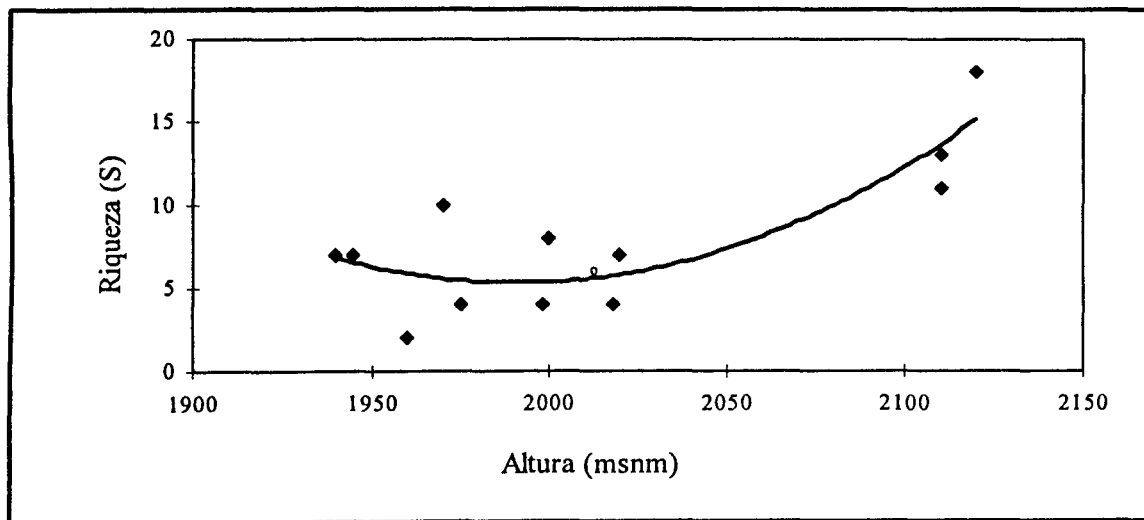


Figura 4. Relación entre la altitud y la riqueza (S) de especies en las parcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

2 - Frecuencia.

El 13.9% de las especies se presentó solamente en una parcela, el 5.6 % se presentó entre cinco y seis veces en las diferentes parcelas y, finalmente, el 2.8% se presentó en 11 de las 12 parcelas (Figura 5). Además, la especie más frecuente resultó también ser la más abundante, *Cyathea salvinii*.

3 - Dominancia.

La dominancia de cada especie se graficó en orden de mayor a menor (escala logarítmica), y la especie que dominó por su abundancia en las parcelas fue *Cyathea salvinii*, seguida por *Elaphoglossum latifolium* y *Ctenitis hemsleyana* (Figura 6).

4 - Abundancia.

Se realizó un conteo de 1,162 individuos, pertenecientes a las 36 especies de helechos encontradas durante el muestreo sistemático, dentro del cual se obtuvo un total de 846 helechos arborescentes (72.8%), 169 helechos terrestres (14.5%), 143 helechos epífitos (12.3 %) y cuatro epipétricos (0.3%).

Cyathea salvinii fue la especie más abundante de los helechos arborescentes con un total de 802 individuos (94.8%), seguido por *Cyathea valdecrenata* con 23 individuos (2.7%) y las tres especies restantes forman un total de 21 individuos, los cuales representan el 2.5% de los helechos arborescentes.

Ctenitis hemsleyana fue la especie más abundante de los helechos terrestres, hubo 47 individuos (27.8%), seguido por *Diplazium drepanolobium* con 36 individuos (21.3%) y las 11 especies restantes forman un total de 86 individuos, representando el 50.9% de los helechos terrestres.

Antrophyum ensiforme fue la especie más abundante de los helechos epífitos, con un total de 35 individuos (24.5%), seguido por *Elaphoglossum latifolium*, con 26 individuos (18.2%), y las 19 especies restantes forman un total de 82 individuos que representan 57.3% de los helechos epífitos.

Plecluma alfredii fue la especie más abundante de los helechos epipétricos, con un total de tres individuos (75%), seguido por *Elaphoglossum latifolium*, con un individuo, que representa 25%.

Basada en la riqueza de especies, se calculó el

estado (A = abundante, C = Común y R = rara) de los helechos en las parcelas; se puede observar que las especies abundantes (20 individuos o más) se mantienen casi estables en la mayoría de las parcelas (Figura 7), con excepción de la número cuatro donde no hubo ninguna especie abundante.

En siete de las 12 parcelas no se encontró ninguna especie común (10-20 individuos) y en las parcelas que estaban presentes, por ejemplo la cuatro, seis, nueve y 11, su abundancia no fue tan elevada, diferenciándose por uno o dos individuos (Figura 7).

El número de especies raras (1-10 individuos) en las parcelas presenta fluctuaciones marcadamente variables (Figura 7), observándose el menor valor en la parcela número tres con una especie, y el valor más elevado en la parcela número 11, con 15 especies.

Durante los meses de septiembre a diciembre (estación lluviosa) del año 2002, se encontró un 89.7% de los helechos en etapa inmadura (PI) y 10.3% en etapa esporofítica (ESP). Para los meses de febrero y marzo (estación seca) del año 2003, el 87.5% de los helechos se encontró en etapa esporofítica y el 12.5% se encontró en etapa inmadura (Figura 8).

Para febrero y marzo de 2003 se observa un leve descenso en el número de helechos en estado esporofítico (ESP). Esto es debido a que 46 individuos de diferentes especies fueron extraídos para la identificación taxonómica.

Al aplicar la prueba X^2 se obtuvo un valor de 1356.51 para un grado de libertad, lo que indica que la presencia (ESP) y ausencia (PI) de soros no son independientes de la estación lluviosa y seca.

5 - Índices de Diversidad.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver, Índice de diversidad de Simpson y sus respectivas igualdades tomando en cuenta la riqueza de cada una de las parcelas.

a - Índice de Shannon-Weaver: El índice de Shannon-Weaver fue el que presentó los valores más elevados de diversidad en comparación a los valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson (Figura 9). Las parcelas que obtuvieron los valores más elevados de diversidad con este índice fueron la cuatro, la 11 y la 12.

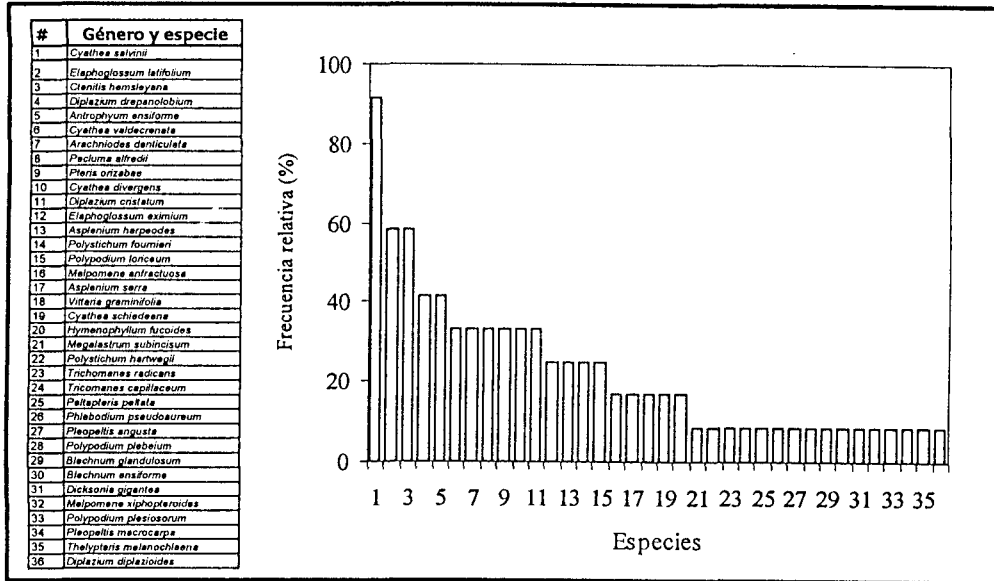


Figura 5. Frecuencia relativa de las 36 especies de helechos encontradas en el sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

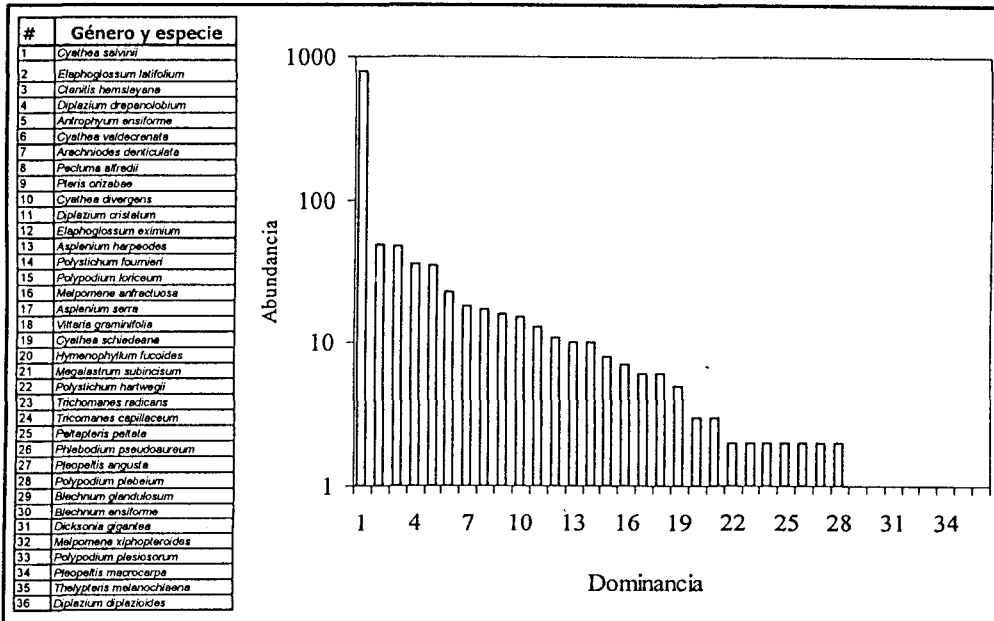


Figura 6. Dominancia de las diferentes especies de helechos del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

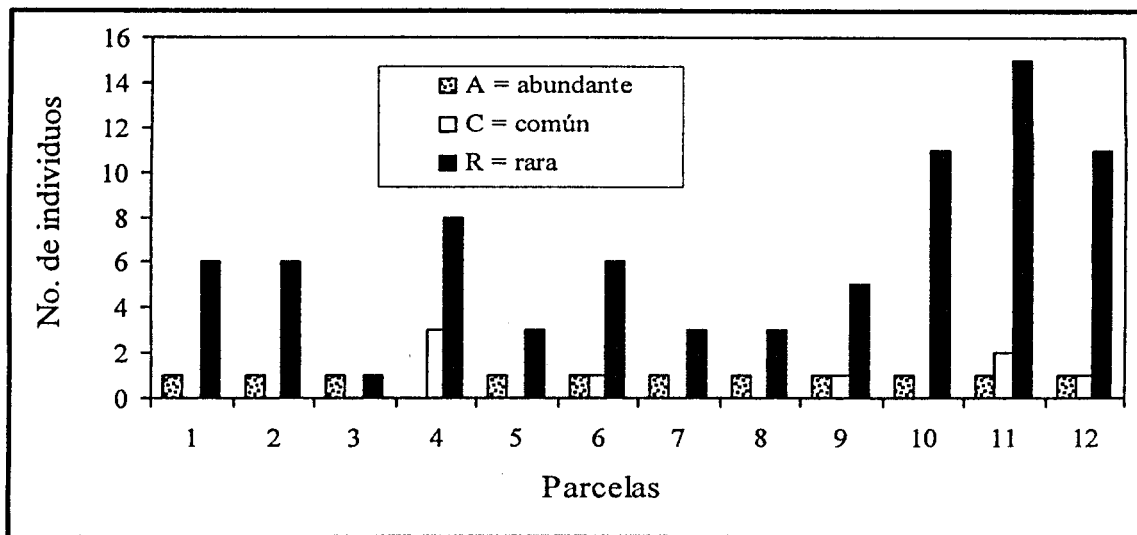


Figura 7. Estado de las diferentes especies de helechos en cada una de las parcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

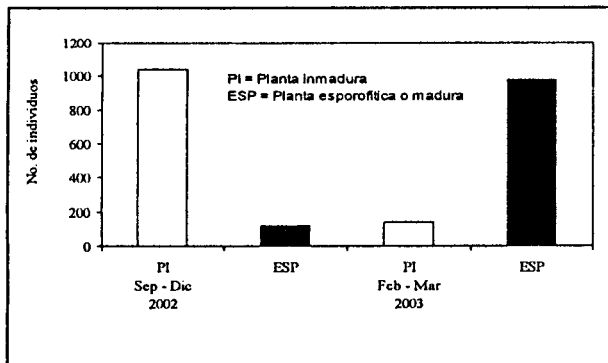


Figura 8. Etapa fenológica de los helechos encontrados en las parcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

b - Índice de Simpson. Las parcelas que obtuvieron los valores más elevados de diversidad con respecto a este índice fueron la cuatro, la 11 y la 12, las mismas que para el índice de Shannon-Weaver (Figura 9).

c - La igualdad. La igualdad (E) del índice de Shannon-Weaver y la igualdad (1-1/s) del índice de

Simpson (Figura 10) en las diferentes parcelas se comportó de una manera similar en ambos, encontrando los valores más elevados en las parcelas cuatro, 11 y 12.

A partir de los datos de las 36 especies de helechos encontrados, se calcularon los índices de diversidad y sus respectivas igualdades: Índice de Shannon-Weaver ($H' = 2.202$, $E = 0.426$); Índice de Simpson ($D = 0.517$, $1-1/s = 0.531$).

Discusión

En el sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra se encontró una riqueza taxonómica de 54 especies, tres variedades, 29 géneros y 16 familias. A pesar de que el área muestreada era pequeña (4,800 m²), presentó una riqueza elevada en comparación al registro nacional de helechos (Cuadro 3). Esta riqueza de helechos puede deberse a que las condiciones medioambientales requeridas por las diferentes especies de helechos se encuentran presentes en el sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

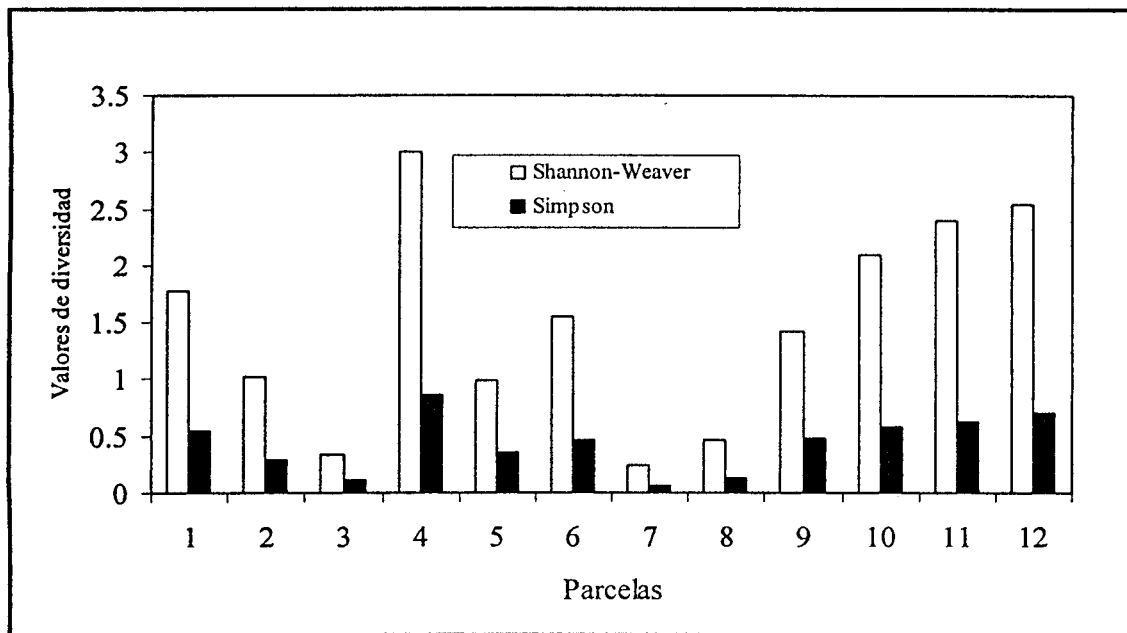


Figura 9. Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson para las diferentes parcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

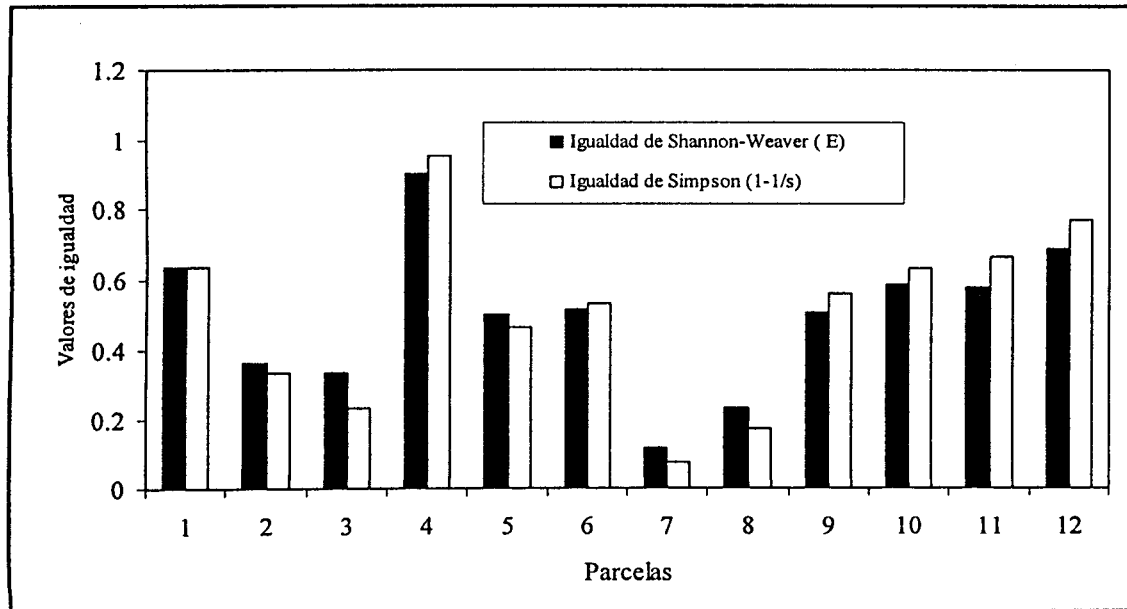


Figura 10. Igualdad de los índices de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson en las parcelas del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra, Honduras.

Cuadro 3. Diversidad de helechos del sendero La Esperanza del parque nacional La Tigra y la diversidad de helechos a nivel nacional.

Lugar	Año	Familia	Género	Especie
Honduras	1975 [§]	11	68	310
Honduras	1996 [§]	22	102	589
SLE	2002	16	29	54

SLE = Sendero La Esperanza.

[§]Datos obtenidos de Nelson *et al.* 1996.

De acuerdo a la clasificación de los helechos según su hábitat, los helechos epífitos presentaron:

- a - Mayor riqueza de especies en comparación a los helechos terrestres y arborescentes.
- b - Aumento de su riqueza a medida que lo hacía la altitud (msnm) a la que estaban ubicadas las parcelas.
- c - Mayor número de especies raras.

Las dos primeras cualidades pueden estar relacionadas a que dichas especies de helechos están bien adaptadas a las condiciones medioambientales del lugar, lo que les permite una mayor diversificación, y la última puede ser debido a que su capacidad de dispersión y reproducción no es muy elevada, además de que las poblaciones de especies que tienen pocos individuos no obtienen la cantidad de recursos (nutrientes) suficientes como las poblaciones que son abundantes y, por consecuencia, esto conduce a su rareza. También puede decirse que su rareza puede ser el resultado de no haber muestreado el dosel superior.

La familia Polypodiaceae presentó 10 especies de helechos obteniendo así la mayor riqueza de especies de toda la investigación y esto puede ser debido a que los miembros de esta familia se les puede encontrar creciendo en forma epífita, terrestre y epipétrica. Además poseen una distribución cosmopolita convirtiéndose así en una familia grande y diversa.

En las parcelas donde no se encontraron helechos epipétricos, arborescentes, terrestres ni epífitos, o en las que se encontró un elevado número de ellos, esto pudo estar influenciado por los requerimientos de humedad, temperatura, intensidad de luz, cobertura del suelo, cantidad de hojarasca, disponibilidad de

nutrientes, disturbios antropogénicos que tienen las especies de helechos.

Cyathea salvinii fue la especie más abundante, y junto a *Ctenitis hemsleyana*, fue la especie con mayor frecuencia en las parcelas. Por lo que se puede decir que poseen una muy buena capacidad de dispersión. Además, es probable que la abundancia local que presentan estas especies influya en su frecuencia y esto puede estar relacionado a procesos como una elevada producción de esporas y fertilidad de las mismas o poseer una acelerada reproducción vegetativa. Por lo general, se considera que la vegetación de cualquier área es producto del clima de la misma, lo cual implica que los factores climatológicos, primordialmente la temperatura y la humedad, regulan la abundancia de la vegetación (Krebs 1978).

La etapa fenológica de las especies de helechos cambió conforme a la estación lluviosa (elevado número de helechos en etapa inmadura = PI) y seca (elevado número de helechos en etapa esporofítica = ESP) que se da en Honduras. Durante los meses de septiembre a diciembre la nubosidad es abundante (presencia frecuente de nubes), la temperatura desciende y la cantidad de luz que penetra hacia el sotobosque es muy escasa por lo que la fotosíntesis se ve limitada por la baja luminosidad. Durante los meses de febrero y marzo pasa lo contrario: la nubosidad es poca, la temperatura asciende y la cantidad de luz que penetra hacia el sotobosque es mayor. La fotosíntesis se realiza con mayor eficacia y por ello se producen estas variantes en la presencia y ausencia de soros en las diferentes especies de helechos.

De acuerdo a Krebs (1978), la reproducción en la mayor parte de las especies (vegetales y animales) en una determinada época del año, debe necesariamente tener un estímulo que de manera confiable desencadene la activación de los fenómenos fisiológicos de la reproducción en tales especies. Además de que la periodicidad en la reproducción varía en gran manera conforme a su ciclo vital.

Los valores más elevados de diversidad se obtuvieron con el índice de Shannon-Weaver. Este resultado puede deberse a que este índice presta mucha importancia a las especies que no son abundantes, con lo cual la presencia de especies raras puede ser importante. Los valores obtenidos con el índice de

Simpson fueron menores en comparación a los obtenidos con el índice de Shannon-Weaver y esto puede ser debido a que el índice de Simpson concede relativamente poca importancia a las especies no abundantes y mayor significado a las especies que son abundantes (Durán 1995).

Según los datos obtenidos mediante los índices de Shannon-Weaver y Simpson, se compararon las parcelas para determinar cuál de ellas presentaba la mayor diversidad, la que se encontró en las parcelas cuatro, 11 y 12, para ambos índices. Se esperaba un valor elevado de diversidad en las parcelas 11 y 12, ya que presentaron la mayor riqueza de especies (18 y 13, respectivamente), pero esto no fue así, ya que para el cálculo de estos índices de diversidad, la abundancia que posee cada especie juega un papel muy importante para determinar la diversidad de un lugar específico.

Las parcelas uno, dos y nueve presentaron una riqueza de especies igual a siete, pero al obtener los resultados de los índices de diversidad, tanto el de Shannon-Weaver como el Simpson, éstos son totalmente diferentes, ya que la abundancia de cada una de las especies en las parcelas cambia. Es evidente cómo la abundancia juega un papel muy importante para el cálculo de los índices de diversidad.

De acuerdo a A. Hurtado, Univ. Autón. Metropolitana, Iztapalapa, México (2003, com. pers.), la igualdad, tanto del índice de Shannon-Weaver (E) como la del índice de diversidad de Simpson ($1-1/s$), nos dice cómo sería la diversidad si la distribución de la abundancia entre las especies fuera igual.

a - Si existe una distribución uniforme o equitativa entre las especies (igualdad cercana a 1) la diversidad es elevada.

Las parcelas número cuatro y 12 presentaron los valores más elevados de diversidad, según los cálculos de igualdad obtenidos para el índice de Shannon-Weaver ($E = 0.903$ y 0.686 , respectivamente), y el índice de Simpson ($1-1/s = 0.954$ y 0.768 , respectivamente).

b - Si la distribución no es uniforme (igualdad menor que uno y se aproxima a 0) la diversidad es menor.

Las parcelas siete y ocho presentaron los valores más bajos de diversidad según los cálculos de igualdad obtenidos para el índice de Shannon-Weaver ($E = 0.12$ y 0.233 , respectivamente) y para el índice de Simpson ($1-1/s = 0.079$ y 0.175 , respectivamente).

Bibliografía

- Chang, P. 2002. Guía ilustrada para la identificación de 31 especies de helechos encontrados en la reserva de la montaña Uyuca. Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Tesis. 42 p.
- Cruz, G. y M. Erazo. 1997. Análisis de la vegetación del bosque nebuloso "La Tigra" (reserva forestal San Juancito). *Ceiba* 21(2): 19-66.
- Daniel, W. 1977. Bioestadística. México: Edit. Limusa. 1-484 p.
- Durán, R. 1995. Diversidad florística de los petenes de Campeche. *Acta Bot. Mexic.* 31: 73-84.
- Kappelle, M. y A. Brown. 2001. Bosques nublados del neotrópico. San José, Costa Rica: Edit. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). 1-698 p.
- Krebs, C. 1978. Ecología. México: Edit. Harla. 1-753 p.
- Leosmith, R. y T.M. Smith. 2001. Ecología. Barcelona: Edit. Isabel Capella. 1-642 p.
- Nelson, C., R. Gamarra y J. Fernández. 1996. Hondurensis plantarum vascularium catalogus. *Pteridophyta. Fontqueria.* 43: 1-223.
- Odum, E.P. y F. Sarmiento. 1997. Ecología. México: Edit. McGraw-Hill. 1-343 p.
- SERNA. 2001. Estudio sobre la biodiversidad biológica de la República de Honduras. Tegucigalpa: Edit. Multiprint. 1-158 p.
- UICN. 2003. Apéndices I, II y III. En línea. Consultado 6 de noviembre de 2003. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/append/index.shtml>
- Vargas, R. 1992. Estudio de la factibilidad técnico-financiera para la exportación del helecho hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis*) a mercados de Europa y Estados Unidos. Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Tesis. 174 p.
- Wile, M.L. 1979. The economic uses and associated folklore of fern and fern allies. *Bot. Review.* 44:491-528.

Recibido para publicación el 12 de abril de 2005