

Análisis de la composición de
HELECHOS (Monilophyta)
y **Licofitas** de tres remanentes
boscosos del **Corredor
Ecológico Metropolitano
(CEM)**

Lourdes del Rosario Rodas Duarte¹, Jorge Benjamín Jiménez Barrios² y Pablo José López Morales³.

Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Avenida Reforma 0-63 Zona 10. Apartado Postal 01010, Ciudad de Guatemala, Guatemala. Teléfono (502) 2332 2985. ¹rodas.lourdes@usac.edu.gt, ²jimenez.jorge@usac.edu.gt,

³Escuela de Biología, Edificio T-10, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12. Apartado Postal 01012, Ciudad de Guatemala, Guatemala. Teléfono (502) 2418 9422. kukuzaru@yahoo.com.

RESUMEN

Se estudió la composición de helechos y licofitas en remanentes boscosos del Corredor Ecológico Metropolitano, específicamente en Ciudad Nueva, Cerro El Naranjo, Cayalá Zona 16 y el Río Yumar. Se registró la composición de helechos y licofitas en cada bosque por medio de un muestreo preferencial, ubicando transectos en cada remanente seleccionado. Se encontró un total de 21 especies de helechos pertenecientes a 11 familias. Se calculó una riqueza estimada de 33.75 especies en las localidades visitadas. Se compararon las localidades utilizando un índice de similitud, el cual osciló en las localidades entre 0.68 y 0.52, siendo los remanentes que presentaron mayor similitud el Río Yumar y Ciudad Nueva, lo cual posiblemente se relaciona con la conexión que presentan. El remanente boscoso Cerro El Naranjo es el complejo que se diferencia más de los otros. Es importante registrar las especies presentes en los barrancos en el tiempo actual debido a la vulnerabilidad de este ecosistema, provocada por el cambio de uso del suelo. Los estudios en áreas en conservación permiten conocer la diversidad biológica y proveen fundamentos para su manejo.

Palabras clave: Monilophyta, helechos, Lycophyta, licofitas, Corredor Ecológico Metropolitano (CEM).

ABSTRACT

Fern and lycophyte composition was studied on four remnant forests at the Corredor Ecológico Metropolitano, specifically on Ciudad Nueva, Cerro el Naranjo, Cayalá Zona 16 and Yumar River. Preferentially sampled transects were used to register fern and lycophyte composition on each selected forest. Registered richness included 11 families and 21 species. An estimate of 33.75 expected species was calculated. Similarity index was used to compare localities, with values between 0.68 and 0.52; high similarity was found between the Yumar River and Ciudad Nueva remnant forests, probably due to their geographical connection. Cerro El Naranjo was the more dissimilar remnant forest. Ravine species study is an urgent task, due to the ecosystem's high vulnerability related to vegetal cover change. This kind of assessments allows knowing the biological diversity and provides basis to its management.

INTRODUCCIÓN

El departamento de Guatemala constituye parte del altiplano guatemalteco y se encuentra ubicado en la región fisiográfica de tierras altas volcánicas. En el valle de Guatemala, por efectos de la erosión del suelo y otros factores del medio externo, se encuentran varios barrancos. Las características de relieve y la fragilidad de los suelos hacen que las zonas montañosas sean muy susceptibles a la erosión, lo cual aumenta al perderse la cobertura vegetal en dichas áreas. Dentro del perímetro metropolitano existen más de 10000 hectáreas de bosques remanentes y, de estas, más de 5000 se encuentran ubicadas en terrenos no aptos para la urbanización.

En el valle de Guatemala se encuentran bosques puros de pino o encino, y bosques latifoliados en donde los encinos (*Quercus* spp.) se combinan con otras especies, como el aliso (*Alnus* spp.). Existen por lo menos diez especies diferentes de encino, cuatro especies de pino y un buen número de especies forestales introducidas, como el eucalipto y la casuarina. Los remanentes boscosos del CEM que fueron estudiados pertenecen a los complejos: a) Ciudad Nueva / El Zapote y Colonia Lo de Bran; b) El Granizo y Cerro El Naranjo; c) complejo de barrancos zona 16.

En este trabajo se estudia la diversidad de plantas vasculares sin semillas -helechos y licofitas-, las cuales no son analizadas en la mayoría de investigaciones florísticas. Tanto los helechos (Monilophyta), como las licofitas (Lycophyta), constituyen grupos naturales de plantas que se dispersan y reproducen por esporas (Smith, Pryer, Schuettpelz, Korall, Schneider y Wolf, 2006). Por varios siglos, esta característica provocó que se las llamara "pteridofitas", de forma genérica. Los

helechos y las licofitas son plantas altamente especializadas que se distribuyen en amplia diversidad de ecosistemas, con especies relacionadas a las condiciones ambientales de estos (Mehltreter, 2010; Richardson y Walker, 2010). Los remanentes de bosques proveen a la ciudad los invaluable servicios ambientales de: recarga hídrica; regulación del microclima urbano; purificación del aire; protección contra desastres naturales; áreas verdes recreativas; refugios de biodiversidad metropolitana; y paisajes. En la actualidad, es importante registrar las especies presentes en los barrancos, porque estos son ecosistemas vulnerables debido al cambio de uso del suelo, especialmente en lo referente al desarrollo de lotificaciones y zonas industriales, las cuales, por lo general, reemplazan a las áreas verdes. Los estudios en áreas de conservación permiten conocer la diversidad biológica y proveen fundamentos para su manejo.

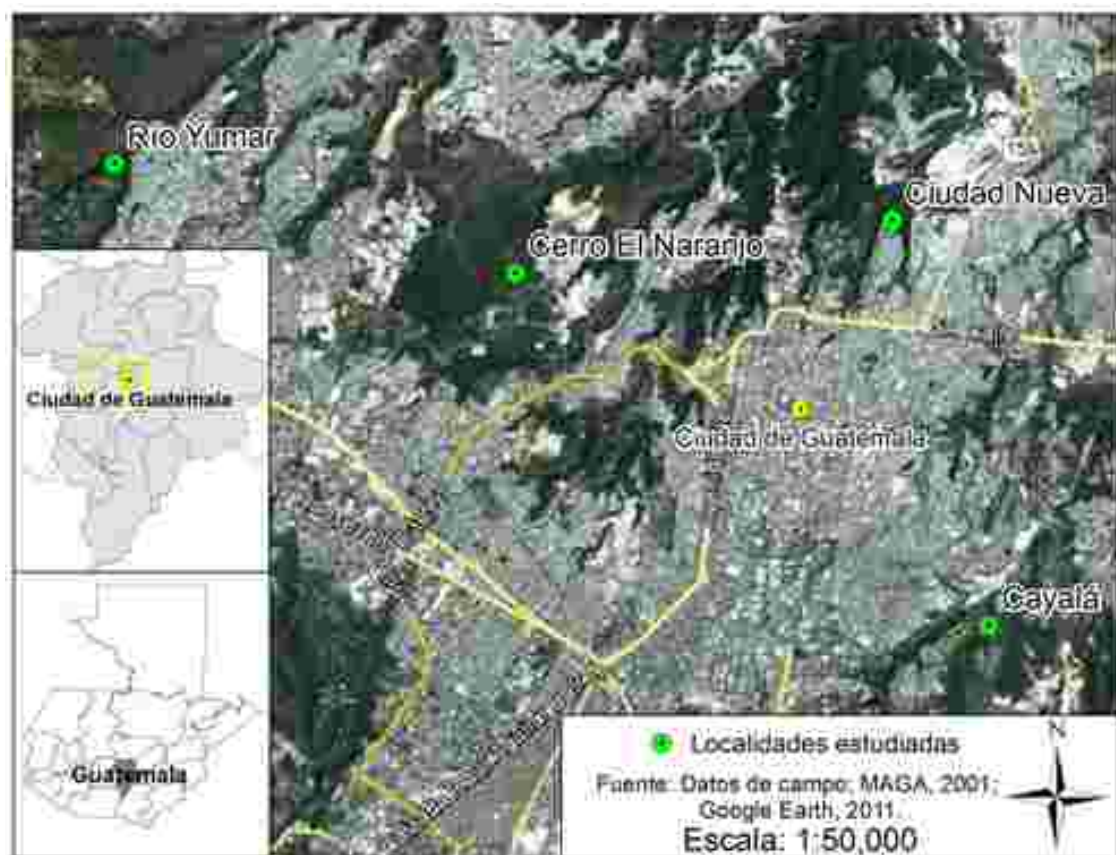
MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el primer trimestre de 2009, cuatro remanentes boscosos del CEM fueron seleccionados y visitados para estudiar su diversidad de helechos. Las cuatro localidades fueron seleccionadas con base en la presencia de cobertura forestal y en la accesibilidad. La ubicación política y geográfica de las cuatro localidades se lista en el cuadro 1 y se representa en la figura 1. En cada una de las localidades, se realizó un muestreo preferencial, realizando un transecto de 400 m de largo por 2 m de ancho, según la metodología seguida por varios autores que trabajan con el mismo taxón (Kluge y Kessler, 2006; Watkins, Cardelús, Colwell y Moran, 2006). En cada transecto se colectaron muestras de especímenes de helechos y licofitas, que se registraron con un número de colecta y se herborizaron. También se

Cuadro No. 1. Ubicación política y geográfica de los remanentes de bosques estudiados

Remanente	Complejo	Municipio	Coordenadas
Río Yumar	Ciudad Nueva / El Zapote y	Mixco	N 14.677° O 90.594°
Ciudad Nueva	Colonia Lo de Bran	Guatemala	N 14.668° O 90.503°
Cayalá Zona 16	Barrancos Zona 16	Guatemala	N 14.619° O 90.490°
Cerro El Naranjo	El Granizo y Cerro El Naranjo	Mixco	N 14.662° O 90.548°

Figura No. 1. Mapa básico de ubicación de los remanentes de bosques estudiados



colectaron otros helechos encontrados fuera de los transectos y que pertenecían a especies que no habían sido detectadas previamente en el estudio. Los especímenes colectados fueron secados e identificados en el Herbario USCG, donde también fueron depositadas las muestras. La riqueza total esperada se calculó con el estimador de Jackknife de segundo orden (Colwell y Coddington, 1994). Se compararon las localidades utilizando el índice de similitud de Sorensen, el cual calcula las coincidencias en la composición de especies entre dos muestras o transectos, dándoles mayor peso a estas que a las especies no coincidentes (Jongman,

Ter Braak y Van Tongeren, 1995). Se realizó un análisis de agrupación promedio, observando las similitudes entre muestras, a partir de una matriz de valores de coeficientes de similitud de Sorensen (Jongman, Ter Braak y Van Tongeren, 1995).

RESULTADOS

Se colectó un total de 65 especímenes de helechos y licofitas fértiles que se incluyen en 11 familias y 21 especies (anexo 1). Las familias con más especies son Polypodiaceae, Pteridaceae y

Thelypteridaceae. Las especies comunes a los cuatro remanentes fueron *Adiantum concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Anemia phyllitidis* (L.) Sw. y *Selaginella pallescens* var. *pallescens* (C. Presl) Spring. La riqueza esperada calculada con el estimador de Jackknife de segundo orden es de 33.75 especies en las localidades visitadas; las especies detectadas en los transectos corresponden al 62%. Se detectaron 13 especies en las mismas localidades fuera de los transectos (anexo 2). El análisis de similitud entre las localidades varía de 0.68 a 0.52 (figura 2).

Anexo 1. Especies de helechos y licofitas registradas en transectos en cuatro localidades del Corredor Ecológico Metropolitano. RY: Río Yumer, CN: Ciudad Nueva, Cy: Cayalá zona 16, Nar: Cerro El Naranjo

Familia	Especies	RY	CN	Cy
ANEMIACEAE	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	•	•	•
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.	-	-	-
BLECHNACEAE	<i>Blechnum glandulosum</i> Kaulf. ex Link	•	•	-
CIBOTIACEAE	<i>Cibotium regale</i> Verschaff. & Lem.	-	•	-
DRYOPTERIDACEAE	<i>Polystichum</i> sp.	-	•	-
POLYPODIACEAE	<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.	-	•	-
	<i>Polypodium platylepis</i> Mett. ex Kuhn	•	•	-
	<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	-	-	-
PTERIDACEAE	<i>Adiantum braunii</i> Mett. ex Kuhn	•	-	-
	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	•	-	-
	<i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	•	•	•
	<i>Mildella intramarginalis</i> var. <i>intramarginalis</i> (Kaulf. ex Link) Trevis.	•	-	-
	<i>Pityrogramma ebenea</i> (L.) Proctor	•	•	-
	<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	•	•	•
SELAGINELLACEAE	<i>Selaginella pallescens</i> var. <i>pallescens</i> (C. Presl) Spring	•	•	•
TECTARIACEA	<i>Tectaria mexicana</i> (Fée) C.V. Morton	-	-	•
THELYPTERIDACEAE	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	•	•	•
	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) C.F. Reed	•	•	-
	<i>Thelypteris puberula</i> var. <i>puberula</i> (Baker) C.V. Morton	•	-	-
	<i>Thelypteris resinifera</i> (Desv.) Proctor	•	-	-
WOODSIACEAE	<i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston	•	-	-

Anexo 2. Especies de helecho y licofitas registradas fuera de los transectos del Corredor Ecológico Metropolitano. RY: Río Yumar, CN: Ciudad Nueva, Cy: Cayalá zona 16, Nar: Cerro El Naranjo.

Familia	Especies	R Y	CN	Cy	Na
ANEMIAEAE	<i>Anemia guatemalensis</i> Maxon	*	-	-	-
BLECHNACEAE	<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.	-	-	*	-
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon	*	-	-	-
EQUISETACEAE	<i>Equisetum myriochaetum</i> Schldl. & Cham.	-	-	*	-
POLYPODIACEAE	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	-	*	*	*
	<i>Pecluma divaricata</i> (E. Fourn.) Mickel & Beitel	-	*	-	-
	<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. et Bonpl. ex Willd.	-	*	-	-
	<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.	-	-	-	*
	<i>Polypodium fuscopetiolatum</i> A.R. Sm.	-	*	-	-
	<i>Polypodium platylepis</i> Mett. ex Kühn	-	-	*	-
	<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	-	-	*	-
	<i>Polypodium polypodioides</i> var. <i>polypodioides</i> (L.) Watt	-	-	-	*
PTERIDACEAE	<i>Cheilanthes kaulfusii</i> Kunze	*	-	-	-
	<i>Cheilanthes lerstenii</i> Mickel & Beitel	*	-	-	-
	<i>Mildella intramarginalis</i> var. <i>intramarginalis</i> (Kaulf. ex Link) Trevis.	-	-	-	*
	<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	-	-	-	*
	<i>Pteris vittata</i> L.	-	*	-	-
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris concinna</i> (Willd.) Ching	*	-	-	-
	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) C.F. Reed	-	-	*	-
	<i>Thelypteris oligocarpa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ching	*	-	-	-

DISCUSIÓN

Se observó heterogeneidad en los lugares de colecta en relación con el grado de deterioro ecológico, debido a la perturbación originada principalmente por la construcción de zonas urbanas cerca del perímetro de los remanentes boscosos. La humedad también varió entre sitios, lo cual podría estar relacionado con la geomorfología del lugar.

El remanente que presentó mayor deterioro fue Cayalá Zona 16; en este lugar se registró el menor número de especies de helechos. La vegetación dominante estaba poco desarrollada y podría clasificarse como un guamil: una asociación vegetal inmadura, resistente a la sequía provocada por el sol y el viento. Las condiciones que presenta un guamil no son las requeridas para el desarrollo de los helechos (Richardson y Walker, 2010), por lo que la baja riqueza reportada en este lugar podría relacionarse con la falta de constancia en la humedad. En los bosques maduros el ambiente es más húmedo y constante para los helechos, y la vegetación provee más materia orgánica que facilita su crecimiento, tanto para los epífitos como para los terrestres.

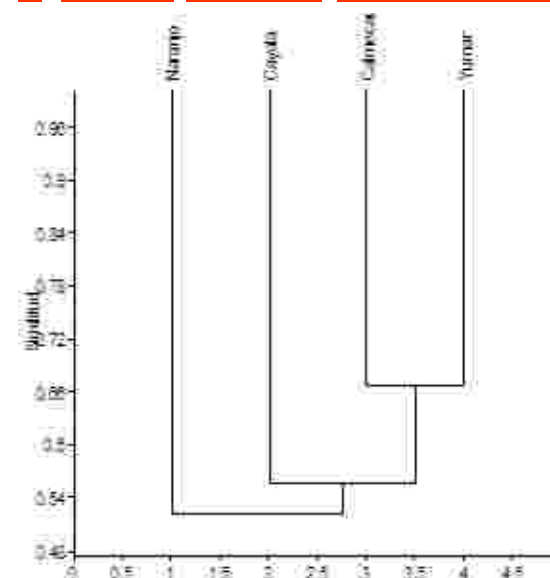
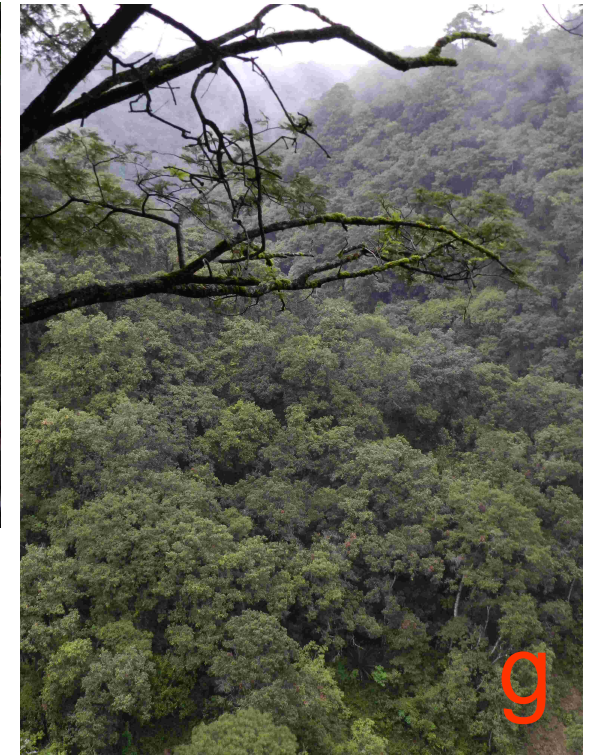


Figura 2. Análisis de agrupación de las localidades con base en el índice de similitud de Sorensen.

El remanente localizado en Cerro El Naranjo se caracteriza por un ambiente estacional, con un bosque caducifolio. Los helechos encontrados pertenecen a lugares perturbados o semiáridos con afinidades fitogeográficas al norte de América, como las zonas semiáridas de México. Este lugar es el segundo con menos especies reportadas, lo que podría relacionarse con los mismos factores discutidos respecto al remanente de Cayalá Zona 16. Los remanentes en que se registraron más especies fueron los de Río Yumar y Ciudad Nueva, que son parte del Complejo Ciudad Nueva / El Zapote y Colonia Lo de Bran. En estos dos remanentes, la colecta se realizó cerca del río, donde el ambiente es más húmedo y más constante, por las características de la geomorfología quebrada del lugar. Las especies compartidas por los lugares de colecta fueron tres: *A. concinnum*, *A. phyllitidis* y *S. palleescens* var. *palleescens*. Las tres habitan laderas, pendientes pronunciadas y quebradas rocosas, y por lo regular están reportadas en áreas donde hay bastante luz y poca humedad.

El cálculo del estimado de Jackknife de segundo orden indica que se esperaría encontrar 33.75 especies en los lugares de colecta, por lo que la efectividad estimada del muestreo es del 62.22 % de especies esperadas (21 especies observadas). Atendiendo al supuesto de que al aumentar la muestra se detectarían más especies, podría esperarse que las 13 especies de helechos detectadas fuera de los transectos (anexo 2) formaran parte de la lista del estudio, lo que rendiría 34 especies, el 100% de lo esperado según el estimador. Se encontró una similitud del 66% de las especies compartidas entre los remanentes Río Yumar y Ciudad Nueva. Esta similitud podría deberse a que los remanentes se encuentran conectados: pertenecen al Complejo Ciudad Nueva / El Zapote - Colonia Lo de Bran. Además, en ambos remanentes la colecta se realizó a la orilla de ríos: Río Yumar y Río El Zapote. Los remanentes compartían similares características microclimáticas y de cobertura vegetal. En estos sitios se registraron dos especies poco frecuentes: *Cibotium regale* en el transecto Ciudad Nueva, y *Diplazium cristatum* en el Río Yumar.



Leyendas.

- a. *Adiantum concinnum* Humb. et Bonpl. ex Willd. (PTERIDACEAE) Helecho común a todas las áreas estudiadas. Fotografía en Parque Cayalá, zona 16.
- b. *Pteris quadraurita* Retz. (PTERIDACEAE) Helecho de los barrancos de la ciudad de Guatemala, encontrado frecuentemente cerca de los ríos. Fotografía en Parque Cayalá, zona 16.
- c. *Anemia phyllitidis* (L.) Sw. (ANEMIACEAE) Helecho común a todas las áreas estudiadas. Fotografía en Parque Cayalá, zona 16.
- d. *Blechnum appendiculatum* Willd. (BLECHNACEAE) Helecho común a todas las áreas estudiadas. Fotografía en Parque Cayalá, zona 16.
- e. Bosque de encinos en Cerro el Naranjo.
- f. Bosque de encinos y pastizal en Cerro el Naranjo.
- g. Barranco de Ciudad Nueva, zona 2.

Normalmente, estas especies no se encuentran en lugares con alta perturbación y poca humedad (Stolze, 1981; Moran y Riba, 1995), por lo que estas especies podrían indicar las condiciones previas de los bosques que poblaron esta región.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los vecinos de la colonia Ciudad Nueva, zona 2, por la conservación de su bosque y por permitir estudiar los helechos de su localidad. También se agradece al personal del Parque Ecológico Cayalá por confiar en los investigadores y permitir que esta localidad se incluyera en el estudio.

LITERATURA CITADA

Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society B*, 345, 101-118.

FUNDAECO. (2005). Propuesta Técnica para el establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano de la Ciudad de Guatemala. Guatemala: FUNDAECO.

Gómez, L. D. (1982). The origin of the pteridophyte flora of Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69 (3), 548-556.

Jongman, R. H., Ter Braak, C. J., & Van Tongeren, O. F. (1995). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kluge, J., & Kessler, M. (2006). Fern endemism and its correlates: contribution from an elevational gradient in Costa Rica. *Diversity and Distributions*, 12.

Mehltreter, K. (2010). Interactions of ferns with fungi and animals. En K. Mehltreter, R. L. Walker, & J. M. Sharpe, *Fern ecology* (págs.

220-254). Nueva York: Cambridge University Press.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2001). Mapa fisiográfico geomorfológico de la República de Guatemala - Memoria Técnica -. Guatemala: MAGA.

Moran, R. C., & Riba, R. (1995). Vol. 1 Psilotaceae a Salviniaceae. En G. Davidse, M. Sousa, & S. Knapp, *Flora Mesoamericana* (págs. 1-470). México: UNAM.

Richards, P. W. (1996). *The tropical rain forest, an ecological study*. (Segunda ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Richardson, S. J., & Walker, L. R. (2010). Nutrient ecology of ferns. En K. Mehltreter, L. R. Walker, & J. M. Sharpe, *Fern ecology* (págs. 111-139). Cambridge: Cambridge University Press.

Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., & Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55 (3), 705-731.

Stolze, R. G. (1981). Ferns and fern allies of Guatemala, Part II. *Fieldiana Botany New Series*, 6, 1-522.

Watkins, J. E., Cardelús, C., Colwell, R. K., & Moran, R. C. (2006). Species richness and distribution of ferns along an elevation gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany*, 93 (1), 73-83.