

Relación de la riqueza de hongos conidiales con factores ambientales y de la hojarasca, en la Reserva Ecológica Cayalá, Guatemala

Relationship of the richness of conidial fungi with environmental and leaf litter factors in the Cayalá Ecological Reserve, Guatemala

Ricardo Figueroa¹, Osberth Morales¹, María del Carmen Bran¹, Rafael Castañeda-Ruiz²

¹Departamento de Microbiología, Escuela de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

²Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt (INIFAT), Santiago de Las Vegas, C. Habana, Cuba, C.P.
figueroaricard@gmail.com

Recibido: 19 de septiembre 2016 • Aceptado: 13 de enero 2017

Resumen

Los hongos conidiales se desarrollan en ambientes muy variados en los que influye la temperatura, la humedad y la profundidad de la hojarasca. En esta investigación se analizó la influencia que tiene la humedad del ambiente, microambiente y hojarasca; la temperatura del ambiente y microambiente y la profundidad de la hojarasca, en el desarrollo de 14 especies de hongos anamórficos encontrados en la Reserva Ecológica Cayalá, un bosque urbano ubicado en la Ciudad de Guatemala. Este análisis se realizó por medio de muestreos durante la época lluviosa de julio a noviembre de 2013 y por estadística multivariada para asociar las distintas variables con las especies fúngicas. Se encontró que la presencia de *Bactrodesmium longisporum* MB Ellis, *Beltrania rhombica* Penz, *Michelia*, *Junewangia globulosa* (Thoth) WA Baker & Morgan - Jones y *Neopodocodis megasperma* (Boedijin) Rifai fueron influenciadas por la profundidad de la hojarasca y la temperatura del microambiente mientras que el resto de especies lo fueron por la humedad del ambiente, microambiente y hojarasca. Es importante conocer la forma en que las variables evaluadas afectan la presencia de estos hongos, por su acción en la dinámica de remanentes boscosos urbanos, para contribuir a su conservación.

Palabras clave: bosques urbanos, hongos microscópicos, hongos asexuales.

Abstract

Conidial fungi develop in distinct habitats with several environmental conditions in which influences the temperature, humidity and depth of litter. In this research the influence of the humidity, temperature, microenvironment and litter moisture and temperature and depth of litter, was analyzed in the development of 14 species of anamorphic fungi found in the Reserva Ecológica Cayalá, located in Guatemala City. This analysis was performed by sampling during the rainy season from July to November 2013 and using multivariate statistics for different variables associated with the species. It was found that the presence of *Bactrodesmium longisporum* MB Ellis, *Beltrania rhombica* Penz, *Michelia*, *Junewangia globulosa* (Thoth) WA Baker & Morgan - Jones, and *Neopodocodis megasperma*(Boedijn) Rifai, was influenced by the depth of litter and microenvironment temperature while the other species were for the environmental humidity, microenvironment moisture and litter moisture. It is important to know how the evaluated variables affect the presence of these fungi, by the roleits action on the dynamics of urban forest remnants, to contribute to their conservation.

Keywords: urban forests, microscopy fungi, asexual mushrooms.

Introducción

Los hongos conidiales son un grupo de microorganismos que se encuentra repartidos mayoritariamente en el Phylum Ascomycota y una menor parte en Basidiomycota. Se caracterizan por reproducirse a través de mitosis por vía asexual, así como por la producción de conidios y cuerpos fructíferos microscópicos (Seifert, Morgan-Jones, Gams, & Kendrick, 2011). Según Kirk, Cannon, Minter y Stalpers (2008) se considera que hay tres grupos morfológicos dentro de los hongos anamórficos: Hyphomycetes, que producen conidios sobre hifas o agregaciones de hifas conocidas como conidiomas sinemáticos o esporodoquios; Agonomycetes, que son estériles pero producen clamidosporas, esclerocios y/o estructuras vegetativas similares y Coelomycetes, cuyo micelio produce conidios en picnidios, acérvulos o conidiomas estromáticos o cupulares. Durante la producción de conidios se distinguen cinco etapas: conidiogénesis o iniciación, maduración, delimitación, separación del conidio y proliferación de la célula conidiógena

o conidióforo para formar conidios (Webster & Weber, 2007). La conidiogénesis puede ocurrir de dos modos básicos blástico o tálico (Hoog & Guarro, 1995).

Estos hongos microscópicos se cuentan dentro de los principales agentes de la descomposición de la materia orgánica en el suelo (Cannon & Sutton, 2004). Una considerable cantidad de hongos anamórficos produce lacasas extracelulares, las cuales pueden estar implicadas en procesos de degradación y transformación de compuestos vegetales recalcitrantes como lignina, taninos y otros compuestos fenólicos. La producción de estas enzimas les permite desarrollarse sobre la hojarasca de una manera eficiente y los vuelve muy importantes en su función como degradadores (Rodríguez, Falcon, Carnicero, Perestelo, De La Fuente, & Trojonowski, 1996).

En Guatemala, existe un vacío de información con respecto a estos hongos ya que solamente se ha realizado un estudio en el

que se describieron 12 especies que fueron encontradas en la Reserva Ecológica Cayalá ubicada en la Ciudad de Guatemala (Figueroa, Bran, Morales, & Castañeda, 2016). Por esta razón, se desconocen los factores ambientales que se asocian con la presencia de conidiales en la hojarasca a nivel local. Este trabajo tuvo como finalidad buscar relaciones entre la humedad y profundidad de la hojarasca, la temperatura y la humedad ambiental y del microambiente en los sitios de muestreo, con la presencia de especies de hongos conidiales en la Reserva Ecológica Cayalá, uno de los pocos bosques urbanos de la ciudad de Guatemala.

Materiales y métodos

Recolección de muestras de hojarasca

La Reserva Ecológica Cayalá es uno de los pocos bosques urbanos que posee la ciudad de Guatemala y cuenta con un área de 97 823.46 m² dominada por *Quercus* sp. En este lugar se delimitó al azar una parcela de 25 m² (N 14°37'7.57" y O 90°29'33.35") y se subdividió en 25 subparcelas de 1 m². Cada mes se seleccionaron aleatoriamente 10 subparcelas, por cuatro meses (agosto a noviembre). En cada subparcela se tomaron 15.0 g de la hojarasca más próxima al suelo (hojas, ramitas y semillas) y se transportaron al laboratorio en bolsas de papel. Se tomaron mediciones del grosor de la capa de hojarasca, así como de la humedad y temperatura del microambiente y de la humedad relativa y temperatura ambiental del área con un higrómetro digital marca Hygro-Thermometer®. Las muestras se transportaron al laboratorio para su análisis, en un lapso no mayor a 24 h, según lo descrito por Heredia, Castañeda-Ruiz, Becerra y Arias (2006).

Medición de la humedad del sustrato

Se tomaron 5.0 g de la hojarasca recolectada de cada una de las subparcelas y se colocaron

durante 48 horas en un horno a 85 °C, hasta alcanzar peso constante. Posteriormente, el porcentaje de humedad se calculó por medio de la siguiente fórmula: % humedad = (peso seco del sustrato/ peso húmedo del sustrato) x 100 (Ulloa & Hanlin, 1978).

Determinación de las especies

Las especies se determinaron al comparar las descripciones microscópicas con literatura especializada, entre ellas Ellis (1976), Nawawi, Kuthubutheen, & Sutton (1990), Seifert y otros (2011) entre otras.

Riqueza específica (S)

Se define como el número total de especies obtenidas por un censo de la comunidad. En este estudio se elaboró un listado de las especies identificadas, el total de las cuales constituyó la riqueza específica (S) de la parcela muestreada. Asimismo, a través de una curva de acumulación y el índice de Chao 2, se estimó la riqueza esperada de especies para el sitio muestreado, el cual se basó en la incidencia (presencia/ausencia) de una especie en una muestra dada (Moreno, 2001), para lo cual se utilizó el programa EstimateS®.

Análisis multivariados

Se recurrió a estos análisis para encontrar patrones en los datos, los cuales no era posible analizar con variables separadas. Para comparar las condiciones ambientales medidas en las sub-parcelas en los cuatro muestreos (julio, agosto, septiembre, noviembre) se realizó un análisis de conglomerados, en el programa Past®. Para relacionar la presencia o ausencia de las especies con las variables (temperatura y humedad del microambiente, profundidad y humedad de la hojarasca, temperatura y humedad del ambiente), se realizó un análisis de correspondencia canónica (Moreno, 2001), con el programa R®.

Resultados

La riqueza específica encontrada fue de 12 especies y dos géneros. Las primeras fueron descritas con detalle por Figueroa, Bran, Morales y Castañeda (2016). Las especies incluidas en este estudio fueron: *Bactrodesmium longisporum* M B. Ellis, *Beltrania rhombica* Penz, M., *Cacumisporium pleuroconidiophorum* Davidkina & Melnik, *Cryptophiale guadalcanalensis* Matsush, *Ellisembia* sp., *Helicosporium* sp., *Junewangia globulosa* (Tóth) WA Baker & Morgan-Jones, *Synnemacrodictys stilboidea* (J. Mena

& Mercado) WA Baker & Morgan-Jones, *Mariannaea elegans* (Corda) Samson, *Neopodoconis megasperma* (Boedijn) Rifai, *Physalidiella matsushimae* (R.F Castañeda & W.B. Kendr.) M. Morelet, *Thozetella nivea* (Berk.) Kuntze, *Vermiculariopsiella immersa* (Desm.) Bender y *Yuccamyces cubensis* (RF Castañeda) Castañeda RF. La curva de acumulación de especies evidenció que el número aumentó desde el primer muestreo hasta el número 31 (julio a septiembre), a partir del cual ya no se encontraron nuevos registros y se alcanzó la asíntota (Figura 1).

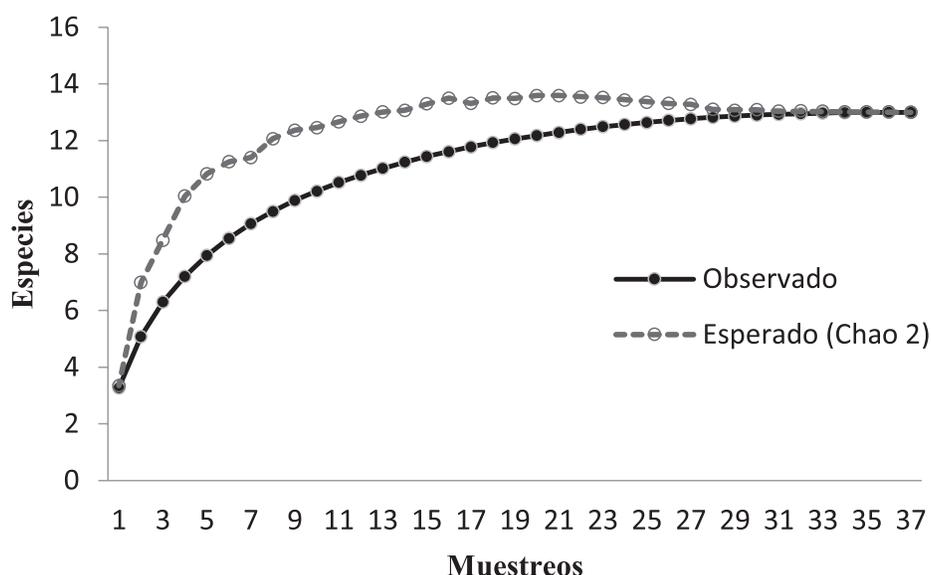


FIGURA 1. Curva de acumulación de especies. La línea discontinua describe la riqueza esperada, calculada por el índice Chao 2, la línea continua describe la riqueza observada (95 % de intervalo de confianza).

La humedad del microambiente fue mayor que la del ambiente en los meses de julio, agosto y noviembre; mientras que la humedad de la hojarasca fue menor que la del microambiente y del ambiente. La temperatura del microambiente fue siempre superior a la del ambiente. La profundidad de la hojarasca aumentó de julio a septiembre y disminuyó en noviembre (Tabla 1).

Al relacionar las variables ambientales con los muestreos por medio de un análisis de

conglomerados, éste mostró la formación de dos grupos claramente separados. El primero fue constituido por los muestreos realizados en los meses de julio-septiembre, con valores de humedad del ambiente y microambiente por arriba del 83% y temperaturas entre 19-22°C. El segundo grupo lo conforma el muestreo realizado del mes de noviembre, que se caracterizó por valores de humedad y temperatura menores comparado con los meses anteriores (Tabla 1, Figura 2).

Tabla 1. Variables ambientales registrados durante los muestreos

Parámetro ¹	Mes			
	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre
Humedad del microambiente (%)	85.7 (3.2)	83.7 (2.2)	84.1 (0.8)	79.5 (1.3)
Temperatura del microambiente (°C)	22.8 (0.6)	21.5 (0.6)	20.4 (0.4)	20.7 (1.2)
Humedad del ambiente (%)	85.0 (0.0)	83.0 (0.0)	87.0 (0.0)	78.0 (0.0)
Temperatura ambiente (°C)	22.0 (0.0)	20.0 (0.0)	19.0 (0.0)	18.0 (0.0)
Humedad de la hojarasca (%)	72.2 (4.3)	75.4 (3.6)	79.2 (2.2)	53.7 (1.7)
Profundidad de la hojarasca (cm)	1.8 (0.8)	2.7 (0.7)	3.4 (1.0)	3.1 (0.9)

¹ Media (desviación estándar)

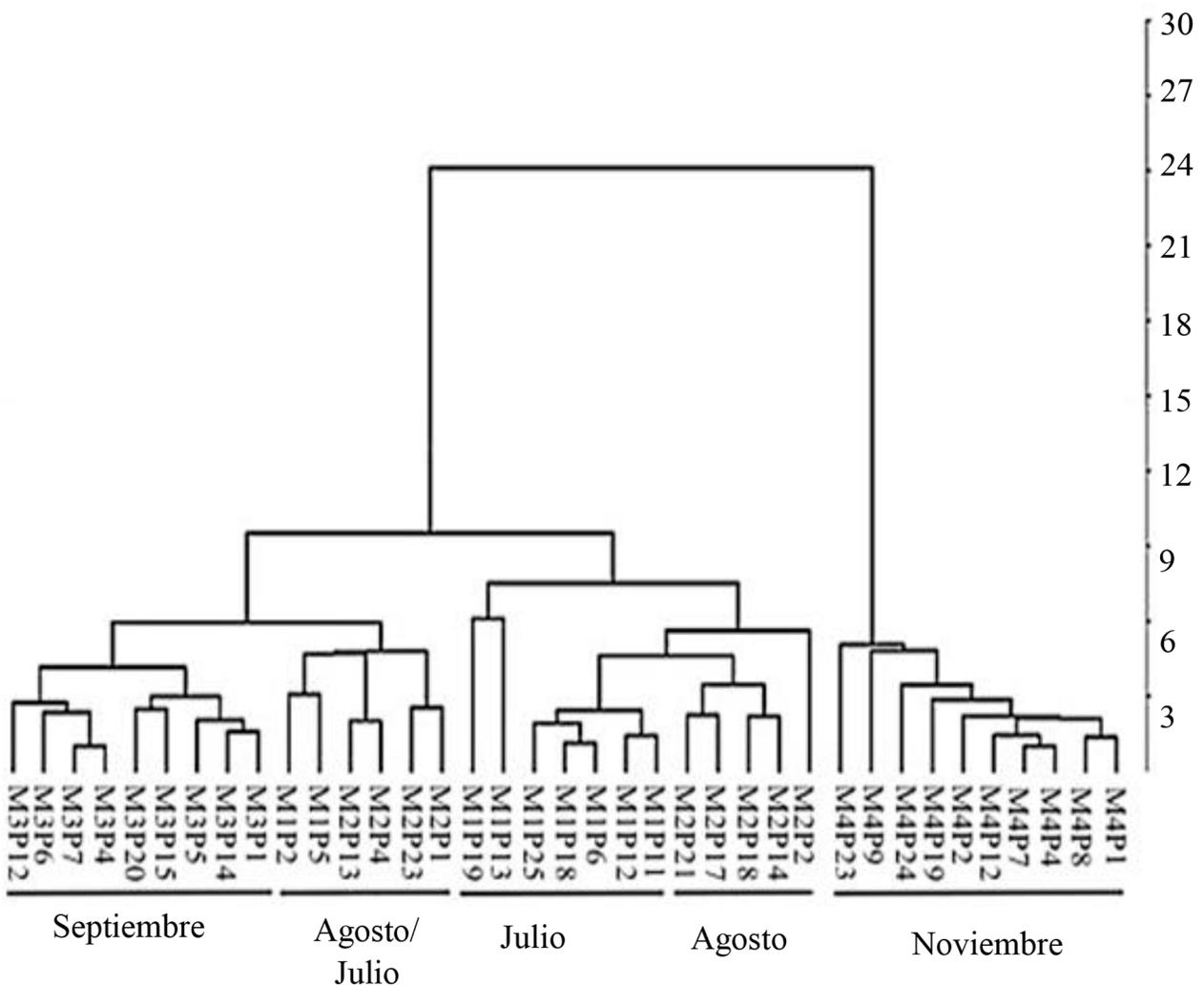


FIGURA 2. Análisis de conglomerados de las variables ambientales medidas en los muestreos. El dendrograma fue construido con base en distancias euclidianas. M: muestreo, P: Parcela.

El análisis de correspondencia canónica en el que se relacionaron variables ambientales y especies encontradas mostró que la fructificación de *B. longisporum*, *B. rhombica*, *N. megasperma* y *J. globulosa* estuvo principalmente asociada a la temperatura del microambiente, la profundidad de la hojarasca, además que se desarrollaron

únicamente en el mes de noviembre. El resto de especies se encontraron en condiciones similares de temperatura, humedad de la hojarasca, humedad ambiente y humedad del microambiente y la mayoría fructificó durante todo el muestreo (Figura 3).

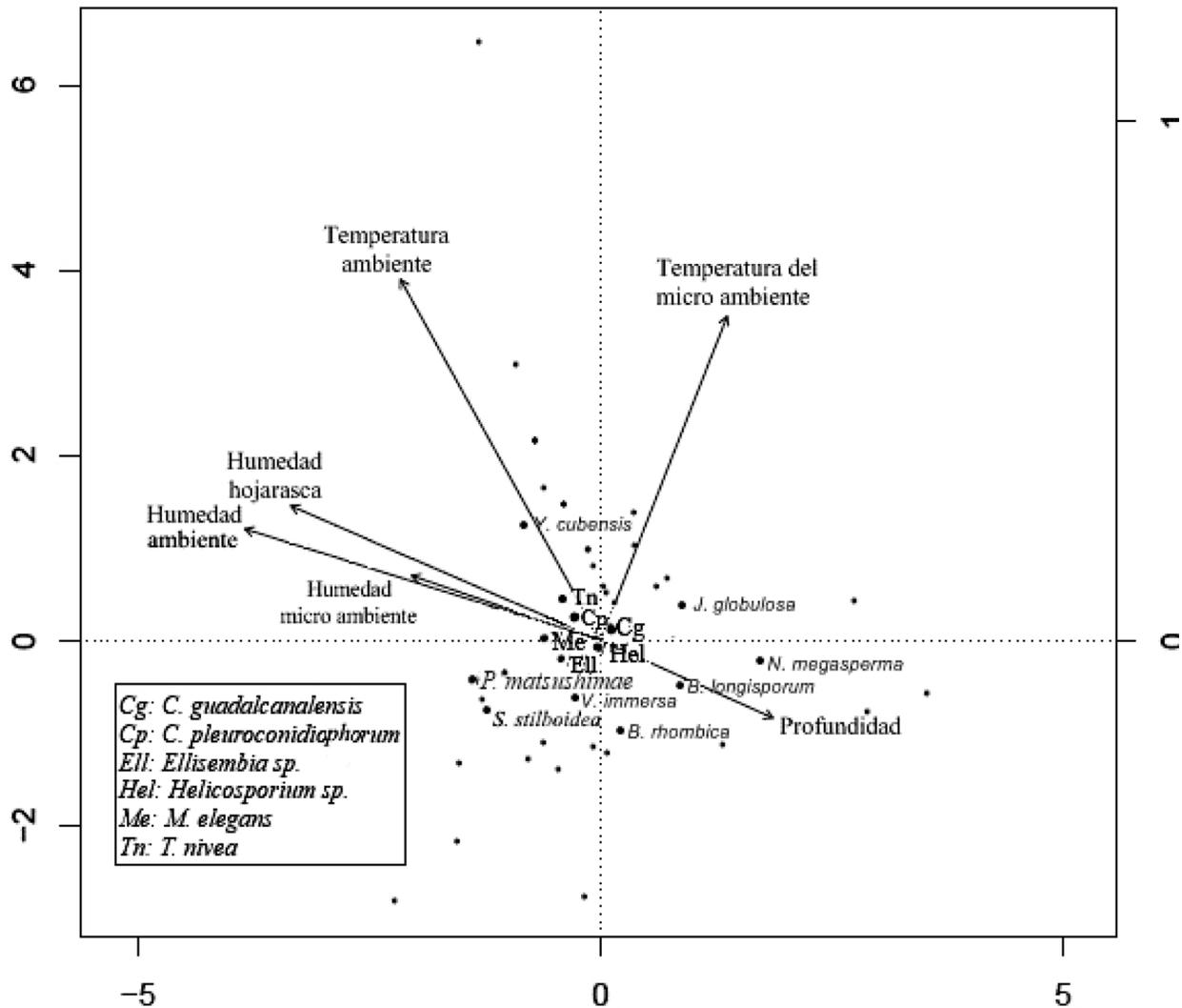


FIGURA 3. Análisis de correspondencia canónica. Las flechas describen las variables ambientales y de la hojarasca, los puntos pequeños describen las sub-parcelas, los puntos grandes describen las especies y las líneas punteadas representan los ejes (componente 1, 38 % de la varianza, componente 2, 33 % de la varianza).

Discusión

La riqueza de especies encontradas en este estudio fue menor a la encontrada en otra investigación similar en Costa Rica (Bills & Polishook, 1994). Sin embargo, de acuerdo con la curva de acumulación de especies, en este estudio se logró encontrar la cantidad esperada, debido a la cantidad de muestreos realizados y el tamaño de la parcela utilizada (Ludwing & Reynolds, 1988; Ulloa & Hanlin, 1978). Es importante anotar que las especies corresponde a hongos asociados a hojarasca de encino (*Quercus* sp), pero la cantidad de especies podría ser mayor al aumentar la diversidad vegetal (Castañeda, Osorio, Canal, & Galeano, 2010).

Con respecto a la temporalidad de aparición la mayoría de especies se desarrollaron durante los meses de julio, agosto y septiembre cuando las condiciones climáticas y del microambiente fueron similares. Además, *Y. cubensis* y *V. immersa* ya no se observaron en noviembre, cuando hay descenso de la temperatura y humedad del ambiente y microambiente. Lo anterior concuerda con Castañeda y otros (2010) quienes indicaron que la presencia de células conidiógenas, conidios hialinos y paredes delgadas, los hace más vulnerables a la disminución de la humedad y temperatura.

Los hongos *B. longisporum*, *B. rhombica*, *J. globulosa* y *N. megasperma* se encontraron únicamente en el mes de noviembre y poseen hifas de color oscuro, por lo que se considera que son *más resistentes a la desecación y a la exposición a la luz solar, ya que sus paredes celulares contienen melanina, lo que les confiere la capacidad de absorber y disipar la luz ultravioleta* (Heredia, Alarcón, Hernández, Ferrera, & Almaraz, 2014).

Las observaciones anteriores fueron comprobadas por el análisis de correspondencia canónica el cual mostró que la presencia de *B. longisporum*, *B. rhombica*, *N. megasperma* y *J. globulosa* fueron influenciadas por la profundidad de la hojarasca y la temperatura del microambiente. Lo anterior pudo deberse a que el porcentaje de humedad más alto se observa cuando la capa de hojarasca es mayor, aun cuando la temperatura ambiente disminuya (Cannon & Sutton, 2004), lo cual se evidenció en este trabajo durante el mes de noviembre. Sin embargo, también se debe considerar la influencia de la disponibilidad de nutrientes, pH, tensión de oxígeno, entre otros, sobre la presencia de determinadas especies en los substratos (Valenzuela, Leiva, & Godoy, 2001).

Además, es probable que las especies más comunes y que aparecieron durante todo el lapso de muestreo (*C. guadalcanalensis*, *C. pleuroconidiophorum*, *Helicosporium* sp., *M. elegans*, *T. nivea*), podrían exhibir una estrategia de vida tolerante al estrés, lo que les permite crecer en condiciones ambientales adversas y con pocos nutrientes, comparado con *B. longisporum*, *B. rhombica*, *J. globulosa* y *N. megasperma* que pueden considerarse especies ruderales, con periodos de vida cortos pero con un alto potencial reproductivo (Cannon & Sutton, 2004).

En cuanto a preferencia de substrato, las diferencias entre las especies puede deberse a que la distribución de estos hongos en los restos vegetales no es homogénea, ya que algunas se especializan en colonizar substratos con determinadas características físico-químicas, de manera que las diferentes comunidades fúngicas puedan realizar los procesos de degradación de forma eficiente (Lodge, 1997; Cannon & Sutton, 2004). Asimismo, la preferencia de substrato podría contribuir

a la heterogeneidad espacial de la comunidad fúngica (Lodge & Cantrell, 1995).

Agradecimientos

Este trabajo formó parte del proyecto “Diversidad de macrohongos y microhongos de Guatemala” que se ejecuta en la Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos, a la que se agradece por el apoyo otorgado. A la Reserva Ecológica Cayalá, por avalar la realización de este trabajo. A los revisores, por las mejoras y sugerencias realizadas a este manuscrito.

Referencias

- Bills, G., & Polishook, J. (1994). Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. *Mycologia*, 86(2), 187- 198.
- Cannon, P., & Sutton, B. (2004). Microfungi on wood and plant debris (Pp. 217-239). In G. Mueller, G. Bills & M. Foster. *Biodiversity of fungi, inventory and monitoring methods*. Burlington: Elsevier Academic Press.
- Castañeda, M., Osorio, A., Canal, N., & Galeano, P. (2010). Especies, distribución y hospederos del género *Anastrepha schiner* en el departamento del Tolima, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 28(2), 265-271.
- Ellis, M. (1976). *Dematiaceous Hyphomycetes*. Surrey: Commonwealth Mycological Institute.
- Figuroa, R., Bran, M., Morales, O., & Castañeda-Ruiz, R. (2016). Nuevos registros de hongos anamórficos para Guatemala. *Revista Científica*, 26(1), 40-50.
- Heredia, C., Alarcón, A., Hernández, L., Ferrera, R., & Almaraz, J. (2014). Diversidad, ecología e importancia potencial de los hongos endófitos septados oscuros en México. *Botanical Sciences*, 92(3), 321-333.
- Heredia, G., Castañeda-Ruiz, R. F., Becerra C., & Arias, R. (2006). Contribución al conocimiento de los hongos conidiales saprobios del estado de Tabasco. *Revista Mexicana de Micología*, 23, 53-62.
- Hoog, G. & Guarro, J. (1995). *Atlas of clinical fungi*. Baarn: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Kirk, P., Cannon, P., Minter, D. & Stalpers, J. (2008). *Dictionary of the fungi*. (10th Ed.). London: CABI.
- Lodge, D., & Cantrell, S. (1995). Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Canadian Journal of Botany*, 73(1), 1391-1398.
- Lodge, D. (1997). Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 6(5), 681-688.
- Ludwing, J., & Reynolds, J. (1988). *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, & Sons.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis.
- Nawawi, A., Kuthubutheen, A., & Sutton, B. (1990). New species and combinations in *Vermiculariopsiella* (Hyphomycetes). *Mycotaxon*, 37, 173–182.

Rodríguez, A., Falcon, M., Carnicero, A., Perestelo, F., De La Fuente, G. & Trojanowski, J. (1996). Laccase activities of *Penicillium chrysogenum* in relation to lignin degradation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 45, 399-403.

Seifert, K., Morgan-Jones, G., Gams, W. & Kendrick, B. (2011). *The genera of Hyphomycetes*. Hong Kong: APS press.

Ulloa, M., & Hanlin, R. (1978). *Atlas de Micología Básica*. México: Concepto, S.A.

Valenzuela, E., Leiva, S., & Godoy, R. (2001). Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de hojarasca de *Nothofagus pumilio*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74(4), 737-749.

Webster, J. & Weber, R. (2007). *Introduction to fungi*. (3rd Ed.). Cambridgeshire: Cambridge University Press.