

Primer registro de *Hemitrichia calyculata* (Speg.) M.L. Farr 1974 (Trichiida, Trichiidae) para el departamento de Santander, Colombia

First report of *Hemitrichia calyculata* (Speg.) M.L. Farr 1974 (Trichiida, Trichiidae) for Department of Santander, Colombia

César Augusto Pinzón-Osorio¹, Andrea Castiblanco-Zerda²,
Jonás Pinzón-Osorio³, Nubia Ladino Ospina¹

Resumen

Objetivo: Confirmar la presencia de *Hemitrichia calyculata* para el departamento de Santander, Colombia. **Metodología:** El nuevo registro se fundamenta en la observación de esporangios colectados mediante un protocolo de muestreo oportunista en un bosque muy húmedo subtropical con alto impacto antrópico. **Resultados:** Se presenta un nuevo registro de la especie para el corregimiento de Olival, municipio de Suaita, Santander. La presencia de *H. calyculata* en la vertiente oriental de los Andes, constituye una adición significativa en la distribución geográfica de la especie en Colombia, porque solo se había registrado en 7 departamentos y desde el siglo XX no se conocen nuevos reportes en otras zonas del país. **Conclusión:** El análisis macro y microscópicos de esporangios permitió confirmar la presencia de *H. calyculata* al tiempo que se aporta información ecológica y notas sobre su taxonomía.

Palabras clave: Ampliación de distribución, *Hemitrichia calyculata*, Myxomycetes, Trichiales.

Abstract

Objective: To confirm the presence of *Hemitrichia calyculata* for the Department of Santander, Colombia. **Methodology:** The new record is based on the observation of sporangia collected through an opportunistic sampling protocol in a very humid subtropical forest with high anthropic impact. **Results:** A new record of the species is presented for the township of Olival, Municipality of Suaita, Santander. The presence of *H. calyculata* in the eastern slope of the Andes, constitutes a significant addition in the geographical distribution of the species in Colombia, given that it had only been recorded in 7 departments and since last century no new reports are known in other areas of the country. **Conclusion:** Our macro and microscopic analysis of sporangia allowed us to confirm the presence of *H. calyculata* while providing ecological information and notes on its taxonomy.

Keywords: Expansion of distribution, *Hemitrichia calyculata*, Myxomycetes, Trichiales.

Introducción

Los myxomycetes son un grupo monofilético de protistas ameboides (Pawlowski y Burki 2009). Se caracterizan por proliferar en la mayoría de los ecosistemas terrestres del planeta (Stephenson 2003), colonizando variedad de microhábitats (Stephenson y Stempen 1994, Stephenson *et al.* 2000), estructuras

vegetales vivas y muertas, lianas, hojas, inflorescencias, estiércol de herbívoros y basura (Ko Ko *et al.* 2010).

Las investigaciones actuales sobre este grupo han posibilitado la ampliación de su distribución y ocurrencia a nivel regional (Ndiritu *et al.* 2009) y local, como lo muestra el trabajo de Ko Ko *et al.* (2010). Además, han permitido conocer que de las

¹ Programa de Licenciatura en Biología, Herbario, Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, Sede Bogotá, Colombia. Autor correspondencia: e-mail: cesar.fungi20@gmail.com

² Programa de alfabetización, básica y media, tutora Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Sistema Nacional de Educación Permanente (SINEP).

³ Program Human Ecology, College of the Atlantic, Bar Harbor, Maine, USA.

Fecha recepción: Septiembre 6, 2016

Fecha aprobación: Junio 4, 2018

Editora Asociada: Torres-Torres M

aproximadamente 900 especies de myxomycetes reportadas a nivel mundial (Lado 2001), 431 se encuentran registradas en el neotrópico (Lado y Wrigley de Basanta 2008), aumentado este número en los estudios de Rojas *et al.* (2010a) y Rojas *et al.* 2010b). Sin embargo, Colombia, a pesar de ser el segundo país que exhibe la mayor biodiversidad del planeta (Rangel 2005), es escasamente estudiado como lo constata la reducida literatura tanto nacional como internacional, que reporta 96 especies de mixomicetos con investigaciones del XX (Uribe-Meléndez 1995). El inventario más reciente fue realizado por Uribe-Meléndez (1995) y en los últimos años se conocen los trabajos de Lado y Wrigley de Basanta (2008), Herrera *et al.* (2011) y Rojas *et al.* (2012), aumentado a 108 las especies de myxomycetes para el país.

El género *Hemitrichia* Rostaf. (Trichiales, Trichiaceae), caracterizado por presentar un capilicio de forma tubular, enredado

y entrecruzado entre sí, ornamentado con 2 a 5 bandas en espiral que pueden ser de textura lisa o espinosa (Martin y Alexopoulos 1969, Ing 1999), contiene 26 especies, 13 se encuentran en la región neotropical (Lado, 2001, Hernández-Crespo y Lado 2005, Lado y Wrigley de Basanta 2008), 5 de las cuales se reportan para Colombia (Uribe-Meléndez 1995, Rojas *et al.* 2012). *Hemitrichia calyculata* (Speg.) M.L. Farr 1974, es una de ellas, con una distribución delimitada en los departamentos de Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Chocó, Meta, Risaralda y Valle (Uribe-Meléndez 1995). A pesar de lo anterior, no se conoce información actualizada sobre la biogeografía de la especie en el país.

El objetivo del presente estudio es confirmar la presencia de *H. calyculata* para el departamento de Santander, a partir de esporangios colectados en áreas agrícolas, aporta información ecológica y notas sobre su taxonomía, porque cualquier esfuerzo para impulsar estudios de este grupo de organismos, por pequeño que sea como el que aquí se presenta, parece tener gran importancia, debido a que son un grupo de organismos poco conocido, pero con un gran valor ecológico dentro de los ecosistemas.

Metodología

Área de estudio. La zona de muestreo se ubica en el corregimiento de Olival, a 1.500 msnm, coordenadas 6°09'08,07" N y 73°20'24,29" O, municipio de Suaita, departamento de Santander, Colombia (Figura 1).

Los esporangios fueron hallados en un bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST) (Holdridge 1971) comprendido por 4 hectáreas, con variedad de plantaciones dispersas de *Saccharum officinarum* L., *Manihot esculenta* Crantz., *Musa paradisiaca* L., *Inga spuria* Humb. & Bonpl. ex Willd., y *Coffea* sp. La zona presenta períodos secos y de lluvia, con una preci-

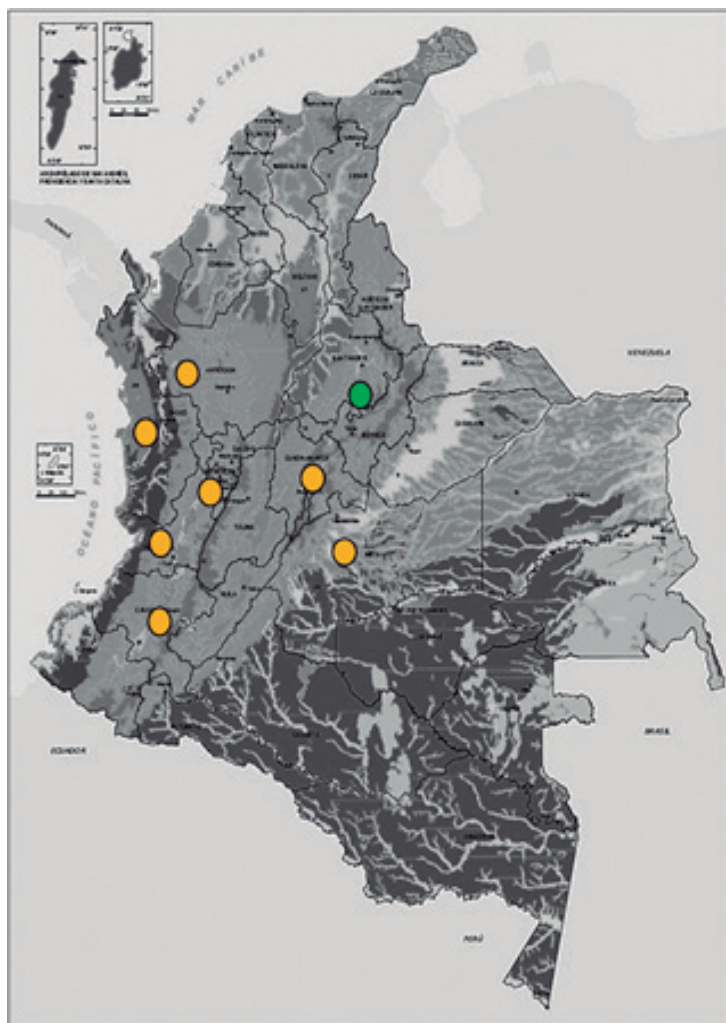


Figura 1. Distribución actual de *Hemitrichia calyculata* para Colombia (Uribe-Meléndez 1995) (círculos amarillos), nuevo reporte (círculo verde).

pitación promedio anual de 2.850 mm³, con la mayoría de lluvias concentradas en los meses de mayo, septiembre, octubre y noviembre, temperatura media anual entre 20°C y 19°C. La zona presenta impacto antrópico por actividad ganadera de tipo extensivo y la fragmentación del bosque en áreas agrícolas por pisoteo y potrerización.

Recoleta y determinación. Los esporangios se rastrearon y colectaron aplicando un muestreo oportunista siguiendo lo sugerido por Cannon y Sutton (2004). Fueron evaluados, descritos y fotografiados macro y microscópicamente de acuerdo con Moreno *et al.* (2012) en estereoscopio AmScope SE305R-PZ y microscopios Olympus CX31 y DMS 653 (sistema digital), rehidratando las estructuras con KOH al 3% y etanol 94% con agua destilada. La identificación macroscópica y microscópica se sustentó en las características morfológicas generales de las fructificaciones y el concepto de especie de Martin y Alexopoulos (1969) y Stephenson (2003), además se usaron las claves taxonómicas de Martin y Alexopoulos (1969), Martin *et al.* (1983) y Chin-Hui *et al.* (2006). La sistematización de datos microscópicos se realizó siguiendo la metodología de Digilio (1950) y Moreno *et al.* (2012), donde las esporas se evaluaron en todos sus perfiles.

Los esporangios fueron acompañados con etiquetas de referencia y se depositaron en la colección del Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional, sede Bogotá, Colombia. Para la citación del nombre científico se siguió el sistema de clasificación Index Fungorum.

Resultados

***Hemitrichia calyculata* (Speg.) M.L. Farr, Mycologia 66 (5): 887 (1974)** **Plasmodio:** no observado; **Esporangios:** 1,0-4,4 mm de altura luego de deshidratados, 0,9-1,7 mm de ancho en la parte superior, subglobosos (Figura 2 A, B) (Figura 3 C); **Peridio:** íntegro cuando joven (Figura 2 A, B) y en forma de copa, cónico e incompleto cuando madura (Figura 3 C, D, E), membranoso en la parte superior, con bordes rasgados en la mayoría de casos en dirección hacia abajo, morado oscuro cambiando a rojo intenso cuando joven (Figura 2 A, B), amarillo dorado brillante a amarillo oscuro al madurar, en algunas zonas hialino (Figura 3 C, D, E); **Estípite:** 2,5-4,6 mm altura, prominente, hueco, liso a levemente rugoso, cilíndrico, a veces aplanado, blanco a hialino cuando muy joven (Figura 2-A), en algunos casos rojizo siendo concoloro con el peridio (Figura 2 B), café oscuro a negro café rojizo al madurar (Figura 3 C, D, E), en algunas ocasiones amarillo oscuro e intenso (Figura 4 F); **Hipotalo:** membranoso, brillante, marrón a café rojizo, continuo en esporangios agrupados, evanescente en la zona superior y decurrente en el pie; **Capilicio:** 4,9-6,0 µm de grosor, ornamentado con 4 a 5 bandas o estriaciones delgadas en espiral con terminaciones romas, dirección derecha-izquierda, color amarillo oscuro a café dorado (Figura 4 I, J); **Esporas:** 7,0-7,8×6,1-7,5 µm de diámetro, hialinas a amarillo claro, pared definida, levemente gruesa, globosas a esféricas, pocas ampliamente elipsoides, levemente asperuladas a aculeadas (Figura 4 K).

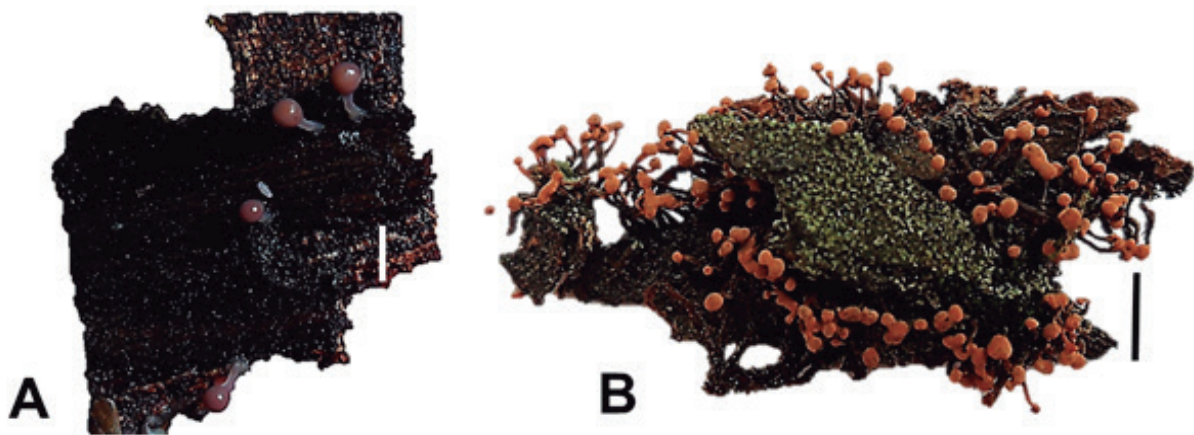


Figura 2. Registro fotográfico macroscópico de *Hemitrichia calyculata*. A. Esporangios estipitados jóvenes con peridio completo, frescos. B. Esporangios jóvenes con peridio completo, deshidratados.

Fotografías: César Pinzón-Osorio

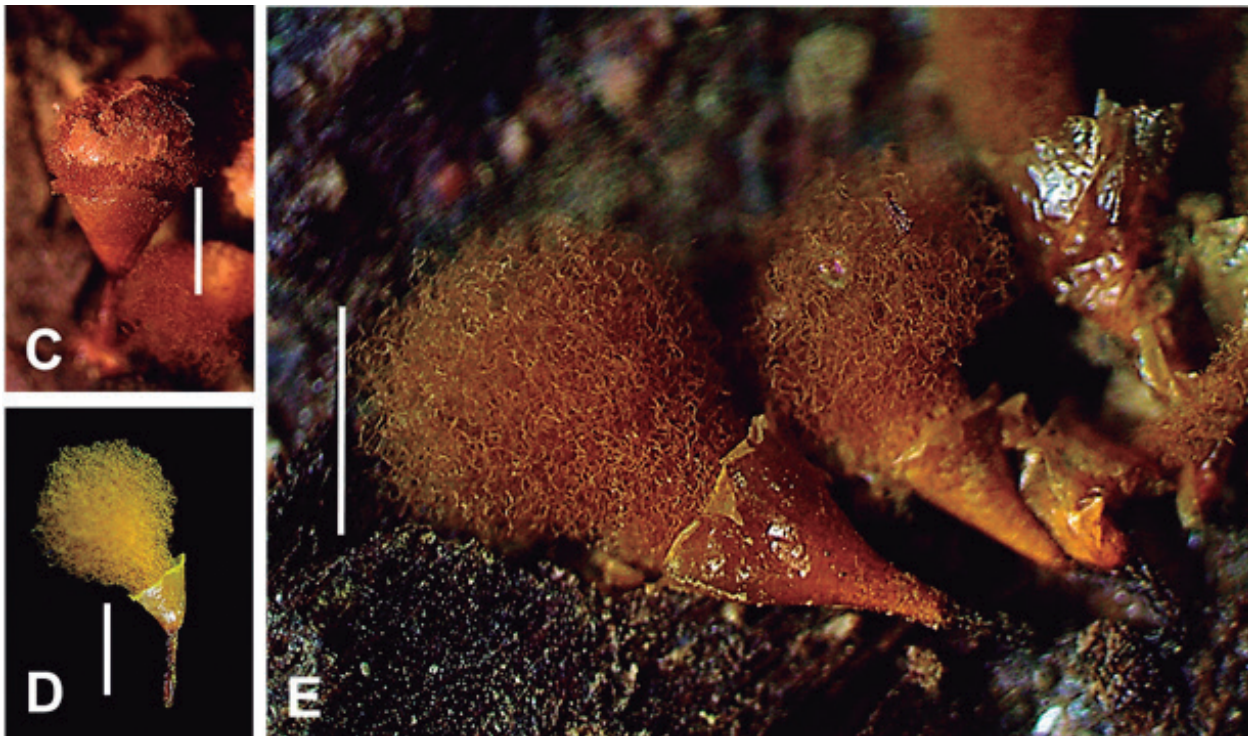


Figura 3. Registro fotográfico macroscópico de *Hemitrichia calyculata*. C. Esporangio estipitado con peridio en proceso de ruptura. D. Esporangio con peridio roto e incompleto. Líneas 1 mm. E. Esporangios con capilicio expuesto. Línea 2 mm.

Fotografías: César Pinzón-Osorio

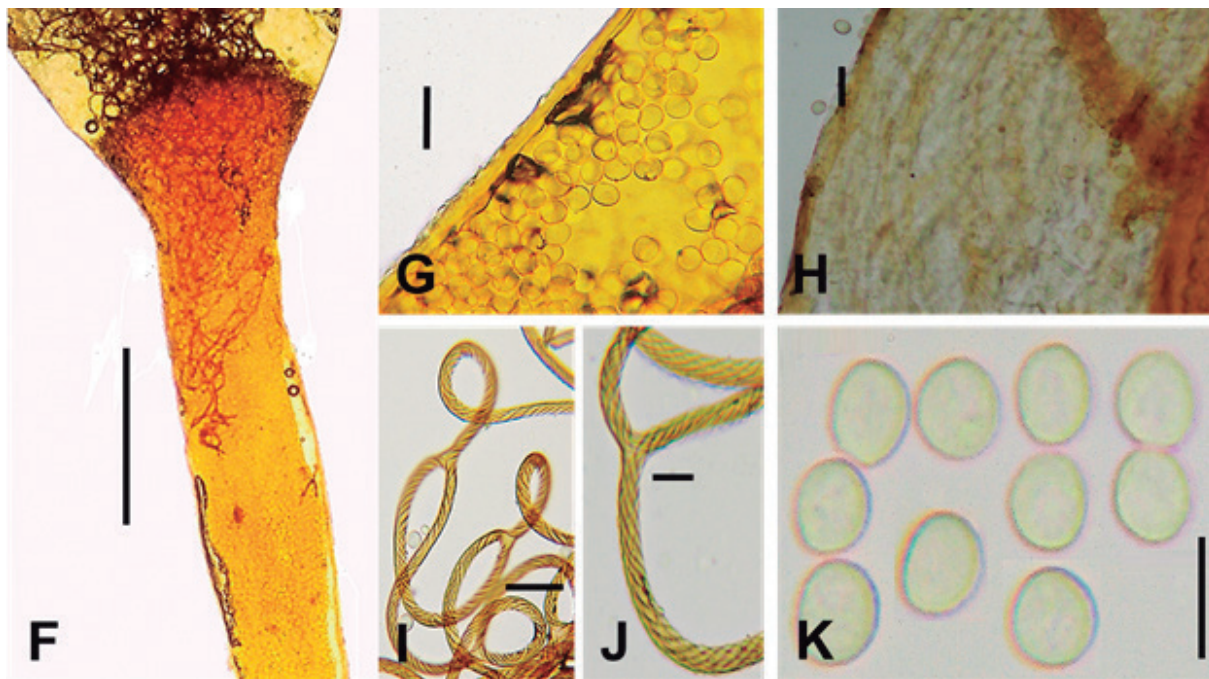


Figura 4. Registro fotográfico microscópico de *Hemitrichia calyculata*. F. Estípite con calículo en forma de copa. Base del esporangio. Línea 100 μm . G. Detalle de la pared del estípite. Línea 20 μm . H. Detalle del peridio en parte apical. Línea 20 μm . I. Capilicio. Línea 30 μm . J. Detalle de los filamentos de capilicio con la ornamentación. Línea 10 μm . K. Esporas. Línea 10 μm . Fotografías: César Pinzón-Osorio

Hábito y hábitat. Gregario, agrupado sobre madera húmeda viva de cafetales y sobre estructuras en descomposición de *Inga spuria*.

Uso tradicional o práctico. No registrados.

Distribución. *H. calyculata* presenta una amplia distribución en el Neotrópico. Se ha registrado en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico, Islas de Leeward, Islas de Barlovento, Trinidad y Tobago, Venezuela, Guayana Francesa, Brasil, Ecuador, Perú, Paraguay, Chile, Argentina y Colombia (Lado y Wrigley de Basanta 2008). Para este último, ha sido reportada únicamente para los departamentos de Antioquia, Cauca, Cundinamarca (2.520 a 3.060 msnm), Chocó (400 a 1.170 msnm), Meta (570 msnm), Risaralda (1.980 msnm) y Valle (1.990 msnm) (Uribe-Meléndez 1995). La presente investigación la registra por primera vez para el corregimiento de Olival, municipio de Suaita, ampliándose su distribución para el departamento de Santander (1.500 msnm), Colombia, en un bosque muy húmedo subtropical fragmentado.

Colecciones examinadas. COLOMBIA: Santander, corregimiento de Olival, Finca El Rodeo, (7 julio-2015) 6° 07' 42,04" N y 73° 15' 39,99" O. Finca El Rodeo, 1800, msnm *C. Pinzón-O.* 121. (HUPN). (8 agosto-2015) 6° 07' 42,04" N y 73° 15' 39,99" O. Finca El Rodeo, 1645, msnm *C. Pinzón-O.* 130. (HUPN).

Discusión

La descripción macroscópica de la especie es congruente con la reportada por López *et al.* (1979). El tamaño de los esporangios y el estípote se encuentran dentro de los rangos reportados (1,0 a 4,5 mm de altura, y 3 a 5 mm de longitud), respectivamente. No obstante, Liu (1982) registró dimensiones menores para el esporangio (1,2-2,8 mm de altura) y el estípote (0,5 mm de longitud).

Microscópicamente, López *et al.* (1979) describieron tamaños del capilicio entre 4,9-6,0 μm de grosor, pero Liu (1982) reportó mayores (6-7 μm); sin embargo, son tamaños dentro de los que oscila el capilicio de los esporangios de Santander (5,2 a 7,0 μm). Por otra parte, las esporas mostraron medidas menores al límite inferior señalado por López *et al.* (1979) (6,5 μm), pero el límite superior oscila entre

los rangos reportados por López *et al.* (1979) y Liu (1982): (7,5-7,8 μm) y (7-8 μm), respectivamente.

Hemitrichia calyculata presenta variaciones importantes en su morfología y en las dimensiones macroscópicas y microscópicas (López *et al.* 1979, Liu 1982). Esto ha llevado a que pueda confundirse con *H. clavata* (Pers.) Rostaf. 1873, al ser morfológicamente similares. Martin y Alexopoulos (1969) y Farr (1976) las consideraron estrechamente relacionadas, hasta el punto que Lado y Moreno (1981) y Lizarraga *et al.* (1999) señalaron que microscópicamente no presentaban diferencias. Pero Lado y Pando (1997) separaron a estas dos especies debido a que *H. calyculata* presenta esporas más pequeñas y muestra ornamentación en la cara interna del peridio (Rammeloo 1975), aspecto no evaluado en este estudio.

La especie presenta caracteres que la delimitan y distinguen. Liu (1982) describió cálculos en forma de copas poco profundas, cortas y restringidas en la parte apical sin ser ampliamente decurrentes y claviformes (Lado y Moreno 1981), con estípites cilíndricos, largos (Liu 1982) y levemente más claros (Lado y Pando 1997).

La nueva distribución para el departamento de Santander no es extraordinaria si se compara con la distribución de la especie tanto en la geografía nacional como regional, especialmente en el neotrópico, donde se ha reportado en 22 de los 30 países que componen Centro América, Sur América y el Caribe (Lado y Wrigley de Basanta 2008), lo que la hace una especie común en muchos ecosistemas.

Los reportes en los departamentos de Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Chocó, Meta, Risaralda y Valle indican que los esporangios fructifican en diferentes tipos de ambientes, lo que coincide con lo reportado en Brasil por Bezerra *et al.* (2009), donde la especie se ha colectado en corteza de árboles en áreas con vegetación degradada, en sitios urbanos y en áreas agrícolas como plantaciones de caña de azúcar o cafetales como lo señalaron (López *et al.* 1979) para México.

Martin y Alexopoulos *et al.* (1969) mostraron que, en los ecosistemas forestales, la mayor proporción de myxomycetes se asociaba con sustratos leñosos, aspecto que en este estudio no es inesperado. Además, se ha reportado que la asociación se concentra en hábitats agrícolas sobre hojarasca (Tran *et al.* 2008), no obstante, López *et al.* (1979) registraron que el

sustrato predilecto fue madera de cafetales, lo que coincide con nuestro hallazgo.

Un aspecto interesante sobre la distribución ecológica de la especie de acuerdo con los datos aportados es que la influencia ambiental y vegetal de la zona pueden determinar la distribución geográfica y la dinámica de fructificación. Sin embargo, se hace necesario confirmar si en otras zonas del país la especie fructifica en épocas de alta humedad y sobre vegetación como *I. spuria* y de tipo agrícola. Para este caso, se podría presentar una relación interespecífica entre *H. calyculata* y el sustrato de crecimiento, restringiéndose a la vegetación antes citada, aspecto que debe investigarse con más detalle, debido a que una relación altamente interespecífica hace la permanencia del myxomycete susceptible a desaparición si se retira el sustrato del ecosistema, ya sea por impacto antrópico o natural.

La presente ampliación de distribución es relevante no solo por el hecho de actualizar el área de distribución de la especie dentro de Colombia, donde hay insuficientes esfuerzos y falta de conocimiento de la biogeografía del grupo. Además, este trabajo, aporta información ecológica que permitiría en un futuro dilucidar sus interacciones en su macro y microhábitat debido a que no se les ha reconocido importancia ecológica, como lo proponen los trabajos de Lado y Wrigley de Basanta (2008) y Stephenson (2011).

Conclusiones

Los presentes análisis permitieron observar una similitud morfológica macroscópica y microscópica de los esporangios y confirmar la presencia de *H. calyculata* en el departamento de Santander, Colombia. Este registro aporta al conocimiento de los mixomicetos, a su ecología y adiciona una nueva localidad en la distribución geográfica de la especie en la cordillera oriental de los Andes en Colombia.

A pesar de que la distribución geográfica y la dinámica de fructificación de la especie pueden estar determinadas por la vegetación y el ambiente, se requiere de más muestreos donde se incorporen estas variables en diferentes meses del año, complementar con estudios ecológicos y fenológicos para evaluar el comportamiento de fructificación de esta especie para la zona estudiada, cotejando además con la información de otras zonas del país, específicamente

de tipo agrícola.

Se espera que el presente estudio revitalice las investigaciones de myxomycetes en esta y otras zonas del país. Mayor cantidad de nuevas distribuciones de myxomycetes serán generadas, en la medida en que se desarrollen más investigaciones en áreas con similitudes y variaciones ecológicas, climáticas y altitudinales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Pablo Osorio Niño, propietario de las tres áreas rastreadas, quien amablemente permitió la realización del presente estudio en sus predios. A Juventino García Alvarado del Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, por sus comentarios críticos al manuscrito. Al Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional, sede Bogotá, por el préstamo de literatura y la ayuda logística. Y finalmente a los evaluadores anónimos de este trabajo.

Literatura citada

- Bezerra ACC, Cavalcanti LH, Dianese JC. 2009. Species of *Hemitrichia* (Trichiaceae, Myxomycetes) in Brazil. [Revisita en línea]. *Mycotaxon*. 107: 35-48. Disponible en: <https://www.mycotaxon.com/vol/abstracts/107/107-35.html>
- Cannon P, Sutton B. 2004. Microfungi on wood and plant debris: 217-239 (en) Mueller, G., et al. (ed.) *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Burlington; Academic Press.
- Digilio APL. 1950. Myxomycetes de Tucumán. *Lilloa*. 23 (4): 365-414.
- Farr ML. 1976. Flora Neotropica Monograph N° 16 (Myxomycetes). New York: New York Botanical Garden; 210 pp.
- Hernández-Crespo JC, Lado C. 2005. An on-line nomenclatural information system of Eumycetozoa. Disponible en: <https://eumycetozoa.com/data/index.ph>
- Herrera NA, Rojas C, Franco-Molano AE, Stephenson SL, Echeverri F. 2011. *Physarella oblonga*-centered bioassays for testing the biological activity of myxomycetes. [Revisita en línea]. *Mycosphere*. 2 (6): 637-44. Disponible en: http://www.mycosphere.org/pdf/MC2_6_No4.pdf
- Holdridge LR, Grenke W, Hatheway WH, Liang T, Tosi JA. 1971. *Forest environments in tropical life zones: A pilot Study*. Oxford: Pergamon Press; 747 pp.
- Ing B. 1999. *The myxomycetes of Britain and Ireland: an identification handbook*. Slough: Richmond Publishing Co Ltd; 330 pp.
- Ko Ko TW, Hanh TTH, Stephenson SL, Mitchell DW, Rojas C, Hyde KD, et al. 2010. Myxomycetes of Thailand.

- Sydowia*. 62 (2): 243-60. Disponible en: <http://www.sydowia.at/syd62-2/T5-Ko.html>
- Lado C, Moreno G. 1981. Contribución al estudio de los myxomycetes en la Península Ibérica IV. País Vasco. Munibe. *Sociedad de Ciencias Aranzadi*. 33 (1-2): 63-78. Disponible en: <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/1981063078.pdf>
- Lado C, Pando F. 1997. Myxomycetes. I. Ceratiomyxales, Echinosteliales, Liceales, Trichiales. Real Jardín Botánico Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. *Flora Mycologica Iberica. Nordic Journal of Botany*. 18 (3): 266.
- Lado C. 2001. *Nomenmyx. A nomenclatural taxabase of Myxomycetes 16*: Madrid; Cuadernos de Trabajo de Flora Micológica Ibérica. Disponible en: <https://editorial.csic.es/publicaciones/libros/4655/978-84-00-07951-2/cuadernos-de-trabajo-de-flora-micologica-iberica-v.html>
- Lado C, Wrigley de Basanta D. 2008. A review of neotropical myxomycetes (1828-2008). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 65 (2): 211-54.
- Lizárraga M, Illana C, Moreno G. 1999. SEM studies of the myxomycetes from the Peninsula of Baja California (Mexico), II. *Hemitrichia* to *Trichia*. [Revista en línea]. *Annales Botanici Fennici*. 36 (3): 187-210. Disponible en: <http://www.sekj.org/PDF/anbf36/anbf36-187p.pdf>
- López A, Sosa A, Villarreal L. 1979. Estudios sobre los myxomycetes del Estado de Veracruz I. [Revista en línea]. *Bol Soc Mex Mic.* (13): 127-44. Disponible en: <https://doi.org/10.33885/sf.1979.2.497>
- Liu CH. 1982. Myxomycetes of Taiwan III. [Revista en línea]. *Taiwania*. 27(1): 64-85. Disponible en: doi: 10.6165/tai.1982.27.64
- Liu CH, Chang JH, Chen YF. 2006. The genus *Hemitrichia* (Myxomycetes) in Taiwan. [Revista en línea]. *Coll Res.* (19): 27-33. Disponible en: <http://web2.nmns.edu.tw/PubLib/Library/research/200612-27.pdf>
- Martin GW, Alexopoulos CJ. 1969. *The myxomycetes*. Iowa: University of Iowa Press; 966 pp.
- Martin GW, Alexopoulos CJ, Farr ML. 1983. *The genera of Myxomycetes. 1*: Iowa; University of Iowa Press, 32 pp.
- Moreno G, Castillo A, Deschamps JR, Hladki AI. 2012. Critical revision of some myxomycetes kept at the Buenos Aires BAFC Herbarium and Tucuman LIL Herbarium. II. [Revista en línea]. *Bol Soc Micol Madrid*. 36: 81-92. Disponible en: http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/23057/Critical_Revision_BSMM_2015.pdf?sequence=1 enlace incorrecto
- Ndiritu GG, Winsett KE, Spiegel FW, Stephenson SL. 2009. A checklist of African myxomycetes. [Revista en línea]. *Mycotaxon*. 107: 353-6. Disponible en: http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/ndiritu_v107-checklist.pdf
- Pawlowski J, Burki F. 2009. Untangling the phylogeny of amoeboid protists. *J Eukaryot Microbiol*. 56 (1): 16-25. doi: 10.1111/j.1550-7408.2008.00379.x
- Rammeloo J. 1975. Morphology and structure of *Hemitrichia calyculata* (Speg.) Farr and *H. clavata* (Pers.). *Biologisch Jaarboek*. 43: 228-32.
- Rangel-Ch JO. 2005. La biodiversidad de Colombia. *Palimpsesto*. [Revista en línea]. 5: 292-304. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/14263/1/3-8083-PB.pdf>
- Rojas C, Schnittler M, Stephenson SL. 2010. A review of the Costa Rican myxomycetes (Amoebozoa). *Brenesia*. 73-74: 39-57.
- Rojas C, Stephenson SL, Estrada-Torres A, Valverde R, Morales O. 2010. New records of myxomycetes from high-elevation areas of Mexico and Guatemala. [Revista en línea]. *Mycosphere*. 1: 73-82. Disponible en: http://www.mycosphere.org/pdf/MC1_8.pdf
- Rojas C, Stephenson SL, Valverde R, Estrada-Torres A. 2012. A biogeographical evaluation of high-elevation myxomycete assemblages in the northern Neotropics. *Fungal Ecology*. 5 (2): 99-113. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2011.06.005>
- Stephenson SL, Stempen H. 1994. *Myxomycetes: a Handbook of Slime Molds*. Portland: Timber Press, 200 pp.
- Stephenson SL, Novozhilov YK, Schnittler M. 2000. Distribution and ecology of myxomycetes in high latitude regions of the northern hemisphere *J Biogeograp*. 27 (3): 741-54. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00442.x>
- Stephenson SL. 2003. *Fungi of New Zealand Vol. 3: Myxomycetes of New Zealand*. Hong Kong: Fungal Diversity Press; 238 pp.
- Stephenson SL. 2011. From morphological to molecular: studies of myxomycetes since the publication of the Martin and Alexopoulos (1969) monograph. *Fungal Diversity*, 50: 21-34. Disponible en: doi:10.1007/s13225-011-0113-1
- Tran TMH, Stephenson SL, Hyde KD, Mongkolporn O. 2008. Distribution and occurrence of myxomycetes on agricultural ground litter and forest floor litter in Thailand. [Revista en línea]. *Mycologia*. 100 (2): 181-90. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15572536.2008.11832475>
- Uribe-Meléndez J. 1995. Catálogo de los myxomycetes registrados para Colombia. [Revista en línea]. *Caldasia*. 18 (86): 23-36. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/21061/1/17334-55001-1-PB.pdf>