

## *Geastrum triplex* (AGARICOMYCETES, BASIDIOMYCOTA) NUEVO REGISTRO PARA COLOMBIA

César Augusto Pinzón-O.<sup>1</sup>, Jonás Pinzón-O.<sup>2</sup>, Nubia Ladino-O.<sup>3</sup>

### Resumen

Se registra por primera vez a *Geastrum triplex* para la microbiota colombiana a partir de basidiomas colectados en la vereda Santa Helena, municipio de Gachalá, departamento de Cundinamarca. Se aporta información sobre la distribución, ecología y sustrato de crecimiento de la especie; la cual es descrita e ilustrada. Por tanto, el género *Geastrum* queda representado en Colombia por cinco especies: *G. mirabile*; *G. rufescens*; *G. saccatum*; *G. subiculosum* y *G. triplex*.

**Palabras clave:** bosque húmedo premontano, Cundinamarca, Geastrales, hongos gasteroides, macromicetos.

## *Geastrum triplex* (AGARICOMYCETES, BASIDIOMYCOTA) NEW RECORD FOR COLOMBIA

### Abstract

*Geastrum triplex* for the Colombian microbiota is recorded for the first time from basidiomata collected in the village of Santa Helena, municipality of Gachalá, Department of Cundinamarca. Information on distribution, ecology and growth substrate of the species is provided, described and illustrated. The *Geastrum* genus is represented in Colombia by five species: *G. mirabile*; *G. rufescens*; *G. saccatum*; *G. subiculosum* and *G. triplex*.

**Key words:** premontane humid forest, Cundinamarca, gasteroid fungi, Geastrales, macromycete.

<sup>\*</sup> FR: 18-VIII-16. FA: 5-V-17

<sup>1</sup> Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá, Colombia. Autor para correspondencia. E-mail: capinzono@unal.edu.co.

<sup>2</sup> College of the Atlantic, Program Human Ecology, Bachelor of Science, Maine, USA. E-mail: jpinzonosorio@coa.edu.

<sup>3</sup> Directora Herbario (UPN), Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá, Colombia. E-mail: nubialadinoospina@gmail.com.

### CÓMO CITAR:

PINZÓN-O., C.A., PINZÓN-O., J. & LADINO-O., N., 2017.- *Geastrum triplex* (Agaricomycetes, Basidiomycota) nuevo registro para Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 21 (1): 17-28. DOI: 10.17151/bccm.2017.21.1.2



## INTRODUCCIÓN

Los hongos gasteroides (Geastrales) K. Hosaka & Castellano, son un grupo taxonómico polifilético caracterizado por presentar basidiomas angiocárpicos con dispersión pasiva de basidiosporas (WILSON et al., 2011).

El grupo comprende a la familia Geastraceae Corda, la cual abarca dos géneros: *Geastrum* Pers. y *Myriostoma* Desv. (JEPPSON et al., 2013). Ambos exhiben basidiomas saprofitos, popularmente conocidos como estrellas de tierra debido a la forma del cuerpo fructífero (SUNHEDE, 1989; HEMMES & DESJARDIN, 2011; JEPPSON et al., 2013). *Geastrum* es el más diverso dentro del orden Geastrales (HOSAKA et al., 2006). Sin embargo, no se tiene claridad sobre el número de especies a nivel mundial: HAWKSWORTH et al. (1995) incluyeron 50; ROBERT et al. (2005) reportaron aproximadamente 300 taxones; KIRK et al. (2008) y PÉREZ (2009) propusieron 50; mientras que ZAMORA et al. (2014) sugieren la existencia de 100 a 120 especies.

De acuerdo a SUNHEDE (1989) el género contiene especies con un peridio complejo, anatómicamente pluriestratificado y funcionalmente dividido en exoperidio, mesoperidio y endoperidio; este último, presentando una apertura apical en forma de poro rodeado por el peristoma (TRIERVEILER-PEREIRA et al., 2011). En la madurez, el exoperidio se rasga dejando ver el endoperidio que consta de una gleba que contiene abundante capilicio acompañado de basidiosporas (STANĚK, 1958; PONCE DE LEÓN, 1968; SUNHEDE, 1989; KASUYA et al., 2009) que son liberadas a través del ostíolo apical (CALONGE, 1996, 1998).

Para Colombia, según VASCO-PALACIOS & FRANCO-MOLANO (2013) y LOMBANA-ÁLVAREZ et al. (2016), se registran cuatro especies: *Geastrum mirabile* Mont. (*Geastrum trichiferum* Rick.); *G. subiculosum* Cooke & Masee.; *G. saccatum* Speg. y *G. rufescens* Pers.; las dos primeras reportadas para el Parque Natural de los Nevados por PULIDO & BOEKHOUT (1989); *G. rufescens* en el departamento de Sucre (LOMBANA-ÁLVAREZ et al., 2016) y *G. saccatum* para los departamentos de Amazonas (VASCO-PALACIOS et al., 2005), Caquetá (FRANCO-MOLANO et al., 2005; VASCO-PALACIOS et al., 2005), Chocó (GUZMÁN et al., 2004) y Caldas (BETANCUR et al., 2007). No obstante, hay escasa información sobre la diversidad, ecología y distribución del género. Por tanto, el objetivo del presente estudio es describir como un nuevo registro a *Geastrum triplex* para la micota colombiana ampliando el género para el departamento de Cundinamarca y la distribución geográfica de la especie en Latinoamérica.

## MÉTODOS

### Área de estudio

Se realizó una exploración micológica en la vereda Santa Helena (Norte 04°40'34,88" y Oeste 73°30'09,83"), municipio de Gachalá, departamento de Cundinamarca. De acuerdo a la clasificación de zonas de vidas de HOLDRIDGE (2000), el área muestreada corresponde a un bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) sometido a actividades de tipo agrícola y producción pecuaria. A 1730 m s. n. m., la zona se extiende sobre la Cordillera Oriental presentando una geografía quebrada con una temperatura y precipitación promedio anual de 18,7 °C y 2784 mm<sup>3</sup>, respectivamente. El período de lluvia se limita a los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, mientras que los meses de diciembre a marzo corresponden al período seco.

El ecosistema comprendido por bosque primario y secundario muestra predominio de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., *Abarema* sp. Pittier., *Ficus* sp. L., *Posoqueria latifolia* (Rudge) Roem. & Schult., *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., *Croton* sp. L., *Hura crepitans* L., *Salix humboldtiana* Willd., *Cassia viarum* Little., *Clusia multiflora* Kunth., *Cecropia* sp. L., *Myrsine* sp. L., *Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill., *Cupressus macrocarpa* Hartw. ex Gord.

### Recolección y determinación

Los basidiomas se rastrearon y recolectaron mediante un muestreo oportunista siguiendo el sendero del bosque. Las características macromorfológicas fueron fotografiadas y descritas de acuerdo a SUNHEDE (1989) y se refieren a basidiomas frescos a menos de que se indique lo contrario. Los colores registrados se cotejaron con el atlas de color de KÖRNERUP & WANSCHER (1983). El análisis micromorfológico se realizó con un microscopio de luz Olympus CX31, cuyas muestras se acompañaron de solución KOH 3-5 % y rojo Congo. El análisis estadístico de las basidiosporas se realizó según BATES (2004), en donde: (n) corresponde al número de esporas medidas al azar; ( $\bar{x}$ ) es el ancho promedio y longitud de las mismas; ( $\pm$ ) es la desviación estándar y el ( $Q_m$ ) el cociente entre la longitud y la anchura media. Todas las mediciones incluyeron la ornamentación superficial. Para la identificación y delimitación dentro del grupo se tuvieron en cuenta principalmente las características macroscópicas tal como lo sugieren BOTTOMLEY (1948), PONCE DE LEÓN (1968), SUNHEDE (1989), CALONGE (1998), BASEIA et al. (2003) y KASUYA et al. (2012). La sistematización y estudio taxonómico se realizó de acuerdo a MILLER & MILLER (1988) y SUNHEDE (1989), usando a la vez las claves taxonómicas de CUNNINGHAM (1979), DEMOULIN & MARRIOTT (1981), TRIERVEILER-PEREIRA et al. (2011) y SOUSA et al. (2014). La citación del nombre científico correspondió a la información aportada por el sistema de clasificación Index Fungorum. El material

estudiado fue herborizado y se depositó en la colección del Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá (HUPN) acompañado de etiquetas de referencia con datos de localidad, fecha, colector y número de colección.

## RESULTADOS

**Descripción:** *Geastrum triplex* Jungh. [as 'Geaster'], *Tijdschr. Nat. Gesch. Physiol.* 7: 287 (1840) (Figuras 1, 2, 3).

**Basidiomas:** 2,8-3,2 cm de diámetro x 3,0-3,4 cm de altura, hipogeos, umbonados, libres de incrustaciones de desechos, cerrados, ovoides y rugosos en la inmadurez, en forma de estrella cuando maduran, unido al sustrato sobre una pequeña porción o punto basal, color marrón (6E6) a amarillo crema (4A3). Basidioma expandido de 3,9-7,8 cm de diámetro.

**Exoperidio:** dividido en cuatro a siete rayos triangulares de 1,7-2,3 cm de longitud, con terminaciones en punta a lobulares, de rasgados a agrietados desde la punta hasta el medio de las lacinias en forma radiada, divididos hasta tres capas levemente perceptibles, no higroscópicos, arqueados y proyectados hacia abajo del cuerpo fructífero, color beige a marrón (6E3) con tintes rosados (8A4) a rojo claro (6B7) cuando son jóvenes, marrón purpura oscuro (6E6) a marrón beige (6E3) al madurar, en algunas zonas marrón rosado (8A4). Superficie externa libre de partículas residuales vegetales o de tierra, no se adhieren, ni las atrapa (Figuras 1, 2).

**Disco o collar exoperidial:** presente y de hasta 0,3 cm de grosor, pseudoparenquimatoso con hasta tres capas delgadas en forma de collar o taza agrietada que se extienden hasta los rayos, ubicado entre el exo y endoperidio, concoloro con el exoperidio (Figuras 1, 2) y formado por células de 8,0-13  $\mu\text{m}$  de diámetro, paredes delgadas a gruesas con lumen amplio a relativamente estrecho (Figura 3).

**Endoperidio:** globoso, conformado por una gleba central esférica a globosa, pocas áreas deprimidas, 2,9-3,7 cm de diámetro, superficie lisa, húmeda, glabra, color beige marrón a rosado claro (6B7), marrón oscuro (6E6) con tintes rojos purpura (8A4) en algunas zonas (Figuras 1, 2), formado por hifas del endoperidio con 2,8-4,5  $\mu\text{m}$  de ancho, paredes gruesas con lumen muy estrecho, hifas entrelazadas a muy entrelazadas (Figura 3).

**Peristoma u opérculo:** 0,4-0,6 cm de diámetro, liso cuando es inmaduro, ligeramente cónico a cónico, redondo, fimbriado al madurar, bien delimitado por una línea deprimida leve, color amarillo grisáceo (4D3) a rojo purpura claro (8A4) (Figuras 1, 2), compuesto por hifas de 3,0-10,6  $\mu\text{m}$  de diámetro, paredes gruesas y lumen muy estrecho, color rosadas claras (8A2) (Figura 3).

**Estípite o pseudoestípite:** ausente, endopedirio sésil.

**Ostiolo:** 0,05-0,08 cm de diámetro, circular a levemente elipsoidal (Figuras 1, 2).

**Micelio basal:** blanco a café claro (6E6), no adhiere material vegetal o tierra.

**Apófisis:** ausente.

**Columela:** al corte, hasta 1,0 cm de altura, amarillenta a blanca grisácea con contenido en masa de fibras grises a marrón negruzco con hifas de 2,8-7,8  $\mu\text{m}$  de diámetro, hialinas, lisas a ligeramente rugosas, paredes gruesas con lumen muy estrecho.

**Gleba:** rojiza clara (6B7) cuando joven, marrón purpura (6E6) cuando madura, suave (Figuras 1, 2).

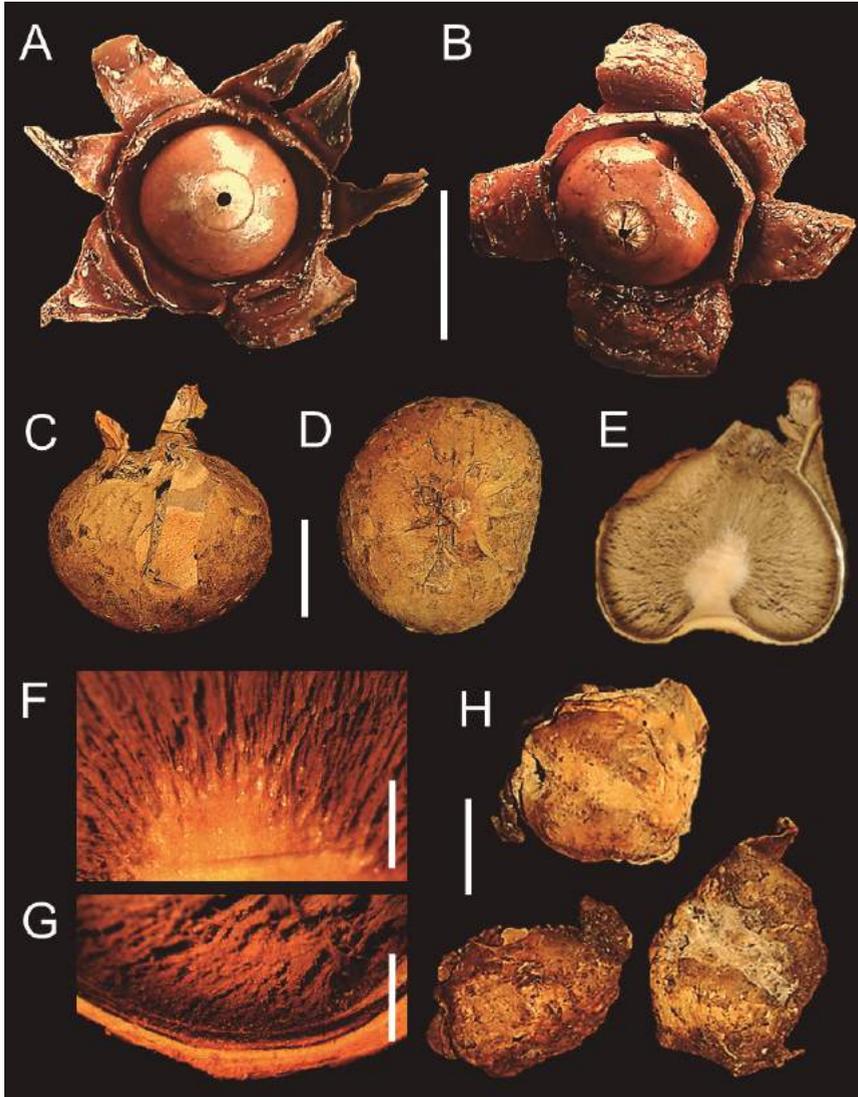
**Capilico:** formado por hifas de 1,6-8,8  $\mu\text{m}$  de diámetro, paredes delgadas a gruesas, lisas, lumen muy estrecho, hialinas, pálidas amarillentas a marrón en KOH y amarillo intenso en la pared interna.

**Esporada:** marrón ocre oscura a negruzca.

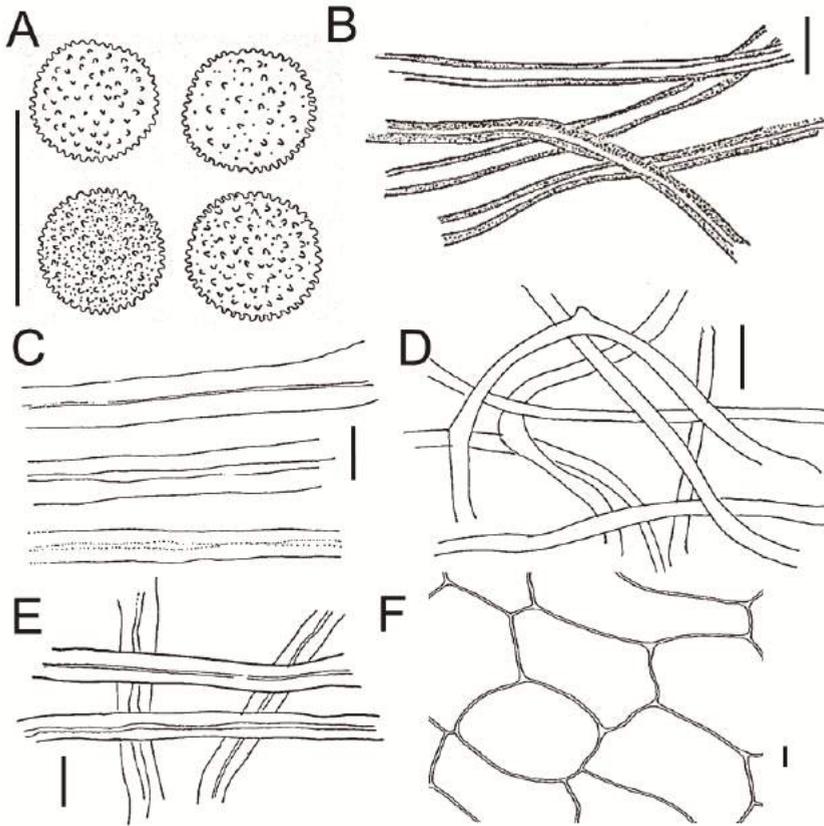
**Basidiosporas:** 3,9-4,5 x 4,1-4,5  $\mu\text{m}$  [ $x = 4,4 \pm 0,5 \times 4,1 \pm 0,5 \mu\text{m}$ ,  $Q_m = 1,1$ ;  $n=77$ ], globosas, verrugosas romas, color marrón a amarillo en KOH (Figura 3).



**Figura 1.** Registro fotográfico macroscópico de los basidiomas de *Geastrum triplex*. Basidiomas maduros en vista apical con detalle del exoperidio y endoperidio. Se observa en todos los cuerpos fructíferos el disco exoperidial pseudoparenquimatoso. Escala 4,0 cm.



**Figura 2.** Registro fotográfico macroscópico de *Geastrum triplex*: **A-B.** Basidiomas frescos y maduros con detalle del peristoma y disco pseudoparenquimatoso; **C.** Basidioma inmaduro seco, vista lateral; **D.** Basidioma inmaduro seco, vista apical; **E.** Corte sagital de basidioma inmaduro seco. Escala 4,0 cm; **F.** Detalle de la columela en corte sagital, basidioma seco; **G.** Detalle de contenido interno de la gleba, basidioma seco. Escala 1,0 cm; **H.** Detalle del área de contacto con el sustrato, sin presencia de escombros, basidiomas secos. Escala 3,0 cm.



**Figura 3.** Ilustraciones microscópicas de *Gastrum triplex*: **A.** Basidiosporas; **B.** Hifas de la columela; **C.** Hifas del endoperidio; **D.** Capilico; **E.** Hifas del peristoma; **F.** Células de la capa pseudoparenquimatosa. Escala 10  $\mu\text{m}$ .

**Nombre común:** estrella de tierra.

**Hábito y hábitat:** crece solitario a gregario sobre suelo en bosque muy húmedo premontano.

**Fenología de fructificación:** los basidiomas se colectaron en épocas de lluvia. De los 11 basidiomas tan solo 2 estaban cerrados, lo que podría indicar que el exoperidio se abre en condiciones de alta humedad; sin embargo, se requiere extender los períodos de muestreo durante los diferentes meses del año para confirmar esta información.

**Material examinado:** Colombia. Cundinamarca: Gachalá, vereda Santa Helena, Norte  $04^{\circ}40'34,8''$  y Oeste  $73^{\circ}30'28,0''$ , 1861 m (2 de agosto de 2015), C. Pinzón-O. 200 (HUPN). Norte  $04^{\circ}40'19,13''$  y Oeste  $73^{\circ}30'09,47''$ , 1799 m (2 de agosto de 2015),

C. Pinzón-O. 203 (HUPN). Norte 04°40'26,54" y Oeste 73°30'17,98", 1787 m (3 de agosto de 2015), C. Pinzón-O. 166 (HUPN).

**Distribución:** *Geastrum triplex* está presente en todos los continentes, a excepción de la Antártida (SUNHEDE, 1989). Se ha registrado en el continente Asiático (CUNNINGHAM, 1944; DISSING & LANGE, 1962; LIU, 1984; SABER, 1989; JUNG, 1995), en Turquía (KOSE et al., 2006), Australia y Europa (CUNNINGHAM, 1944; BOTTOMLEY, 1948; LARSSON, 1958; DISSING & LANGE, 1962; KUPKA, 1966; DEMOULIN, 1968; LIU, 1984; PEGLER et al., 1995; MOYERSON & DEMOULIN, 1996), en Sudáfrica (BOTTOMLEY, 1948), Islas Canarias (ECKBLAD, 1975) y Congo (DISSING & LANGE, 1962). Para Norteamérica, en Canadá (SCHALKWIJK-BARENDSEN, 1991) y México (ESQUEDA et al., 2003). En Centroamérica se registró para Trinidad y Tobago (REID, 1977) y Panamá (GARNER, 1956). En América del Sur, en Argentina (SPEGAZZINI, 1927), Chile (TORPOCO & GARBARINO, 1998) y Brasil (BASEIA et al., 2003; TRIERVEILER-PEREIRA et al., 2011). Este es el primer registro de la especie para Colombia con basidiomas recolectados en el departamento de Cundinamarca.

**Observaciones taxonómicas:** la descripción macroscópica concuerda bien con la comunicada por SUNHEDE (1989), MORENO et al. (2010) y TRIERVEILER-PEREIRA et al. (2011); sin embargo el tamaño de los basidiomas (2,8-3,2 cm de diámetro x 3,0-3,4 cm de altura, sin expandir) (3,9-7,8 cm de diámetro, expandido) varío de forma importante de acuerdo a lo reportado en otras zonas del mundo.

*Geastrum triplex* se caracteriza por la presencia de un disco exoperidial en forma de platillo (KASUYA et al., 2012) con grietas que se extienden hasta los rayos (SUNHEDE, 1989), los cuales son no higroscópicos (ARORA, 1986); con peristoma fibriloso muy bien definido y delimitado, circundado por una pequeña línea deprimida de coloración más clara que el resto del endoperidio; con tamaños de las fructificaciones superiores a 2,5 cm de diámetro (SMITH, 1951; TRIERVEILER-PEREIRA et al., 2011).

Las descripciones y mediciones microscópicas del capilico, las hifas del endoperidio, columela, peristoma y disco exoperidial se aproximan al límite superior reportado por SUNHEDE (1989) para *G. triplex*. Las medidas de las basidiosporas se encuentran dentro de los rangos citados por SUNHEDE (1989) (4,0-5,0  $\mu\text{m}$ ) y TRIERVEILER-PEREIRA et al. (2011) (4,5-5,5  $\mu\text{m}$ ).

## DISCUSIÓN

*Geastrum triplex* es la especie que presenta basidiomas de mayor tamaño dentro del género (SCHALKWIJK-BARENDSEN, 1991), aunque se le ha comprobado alta variabilidad morfológica (KASUYA et al., 2012). Las dimensiones varían entre

los ejemplares europeos y suramericanos (SUNHEDE, 1989; CALONGE, 1998; TRIERVEILER-PEREIRA et al., 2011). Revisando 3150 ejemplares de *G. triplex* de diferentes partes del mundo, SUNHEDE (1977) encontró importantes variaciones morfológicas en los tamaños de los basidiomas expandidos, la configuración del peristoma y el color del exoperidio y endoperidio. Si bien no está completamente dilucidada la causa de las variaciones, las condiciones ambientales donde prospera la especie pueden ser la fuente principal.

SUNHEDE (1989) reportó diámetros de 15 cm en especímenes frescos bien desarrollados y hasta 20 cm de diámetro con exoperidio extendido con sus respectivos rayos. No obstante, TRIERVEILER-PEREIRA et al. (2011) describieron basidiomas de 4,7-6,4 cm de diámetro; dimensiones que concuerdan con las aquí citadas (3,9-7,8 cm de diámetro, incluyendo los rayos, en donde cada lacinia mide 1,7-2,3 cm de largo).

KASUYA et al. (2012) señalaron que la especie puede confundirse con *G. saccatum* o *G. lageniforme* Vittad. debido a que estos taxones constituyen un grupo genéticamente complejo con características macroscópicas y microscópicas similares; por tal motivo QUÉLET (1886), COKER (1924), CUNNINGHAM (1944) y PONCE DE LEÓN (1968) trataron a estas especies como una sola; sin embargo, ZAMORA et al. (2013) concluyeron que *G. triplex* difiere del resto.

Según BASEIA et al. (2003), *G. saccatum* puede distinguirse por tener un exoperidio dentado, endoperidio sésil, fibriloso, con un peristoma bien delimitado. Raramente posee un disco exoperidial, aunque si se presenta nunca es tan evidente como en *G. triplex*. Para el caso de *G. lageniforme* existe una capa pseudoparenquimatosa que conforma un collar que rodea la gleba como en *G. triplex*; no obstante, esta última, se diferencia porque posee basidiosporas con dimensiones de 3.5-4.5  $\mu\text{m}$  de diámetro siendo mucho mayores a las de *G. lageniforme* (2,5-3,5  $\mu\text{m}$ ) (JEPPSON et al., 2013).

La presencia de caracteres morfológicos como el collar o disco pseudoparenquimatoso (KASUYA et al., 2012), que actúa como plataforma en la que descansa el endoperidio, ha sido valorada y determinante como característica taxonómica. Esto podría generar confusión con otras especies (*G. saccatum*, *G. lageniforme*, *G. fimbriatum* Fr., *G. rufescens* Pers.) dado que pueden mostrar similitudes con un disco pseudoparenquimatoso pequeño, sin ser tan visible como en *G. triplex* (SUNHEDE, 1989). Además, *G. fimbriatum* presenta una capa micelial con incrustación de escombros y un peristoma fibriloso no delimitado (ZAMORA et al., 2013). *Geastrum morganii* Lloyd. puede desarrollar también el disco exoperidial, pero este tampoco presenta un peristoma fibriloso bien delimitado (SUNHEDE, 1989).

Por otra parte, *G. triplex* y *Geastrum melanocephalus* (Czern) Stanek. —este último, originariamente descrito como *Trichaster melanocephalus* Czern.— comparten

características en común (SUNHEDE, 1989; KASUYA et al., 2012). Cuando los basidiomas no se han expandido desarrollan cuerpos fructíferos redondeados, con o sin umbo, superficies agrietadas sin incrustaciones y un disco exoperidial con grietas al madurar (SUNHEDE, 1989). Sin embargo *G. melanocephalum* se diferencia al tener estípite (KASUYA et al., 2012), endoperidios completamente evanescentes que exponen glebas desnudas y polvorientas unidas al disco exoperidial (SUNHEDE, 1989), lo que impide la formación de un peristoma bien delimitado.

En el presente trabajo se registra y describe por primera vez a *G. triplex*, incrementando a cinco el número de especies que representan a la familia Geastraceae en Colombia. Además, se amplía la distribución del género para el departamento de Cundinamarca. Se espera que el número de especies de *Geastrum* sea mayor debido a que el país presenta unas características geológicas y climáticas particulares y complejas. En la medida en que se generen más investigaciones micológicas, mayor cantidad de registros nuevos serán generados y nuevas distribuciones serán conocidas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de Edwin Alejandro López Casas y Julio Mario Salazar, quienes permitieron realizar el estudio en sus predios. A la Licenciada en Biología Andrea Castiblanco Zerda por aportar la fotografía de la Figura 1. Al Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá (HUPN), por el préstamo de literatura y la ayuda logística. A los revisores por los comentarios críticos al manuscrito. Este trabajo está dedicado a la memoria de María Angélica Agudelo.

## REFERENCIAS

- ARORA, D., 1986.- *Mushrooms Demystified: A Comprehensive Guide to the Fleshy Fungi*. Berkeley Ten Speed Press.
- BASEIA, I.G., CAVALCANTI, M.A. & MILANEZ, A.I., 2003.- Additions to our knowledge of the genus *Geastrum* (Phallales: Geastraceae) in Brazil. *Mycotaxon*, 85: 409-416.
- BATES, S.T., 2004.- Arizona members of the Geastraceae and Lycoperdaceae (Basidiomycota, Fungi): Thesis, Arizona State University, USA.
- BETANCUR-AGUDELO, M., CALDERÓN, M.H., BENTANCOURT, O.G. & SUCERQUIA-GALLEGO, A., 2007.- Hongos macromycetes en dos relictos de bosque húmedo tropical montano bajo de la vereda la cuchilla, Marmato, Caldas. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 11 (1): 19-31.
- BOTTOMLEY, A.M., 1948.- Gasteromycetes of South Africa. *Bothalia*, 4 (3): 473-810.
- CALONGE, F.D., 1996.- Claves de identificación de los Gasteromycetes epigeos ibéricos. *Bol. Soc. Mic. Mad.*, 21: 359-373.
- CALONGE, F.D., 1998.- *Gasteromycetes I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales*. Madrid Real Jardín Botánico.
- COKER, W.C., 1924.- The geasters of the United States and Canada. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 39: 170-224.
- CUNNINGHAM, G.H., 1944.- *The Gasteromycetes of Australia and New Zealand*. Dunedin McIndoe.
- CUNNINGHAM, G.H., 1979.- *The Gasteromycetes of Australia and New Zealand*. Vaduz J. Cramer Bibliotheca Mycologica.
- DEMOULIN, V., 1968.- Gasteromycetes de Belgique: Sclerodermatales, Tulostomatales, Lycoperdales. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 38: 1-101.
- DEMOULIN, V. & MARRIOTT, J.V.R., 1981.- Key to the Gasteromycetes of Great Britain. *Bulletin of the British Mycological Society*, 15 (1): 37-56.
- DISSING, H. & LANGE, M., 1962.- Gasteromycetes of Congo. *Bulletin du Jardin Botanique de l'État a Bruxelles*, 32: 325-416.
- ECKBLAD, F.E., 1975.- Additions and corrections to the Gasteromycetes of the Canary Islands. *Norwegian Journal of Botany*, 22: 243-248.

- ESQUEDA, M., HERRERA, T., PÉREZ-SIVA, E. & SÁNCHEZ, A., 2003.-Distribution of *Geastrum* species from some priority regions for conservation of biodiversity of Sonora, Mexico. *Mycotaxon*, 87: 445-466.
- FRANCO-MOLANO, A.E., VASCO-PALACIOS, A.M., LÓPEZ-QUINTERO, C.A. & BOEKHOUT, T., 2005.- *Macromicetas de la región del medio Caquetá. Guía de campo*. Medellín Multimpresos.
- GARNER, J.H.B., 1956.- Gasteromycetes from Panama and Costa Rica. *Mycologia*, 48: 757-764.
- GUZMÁN, G., TORRES, M.G., RAMÍREZ-GUILLÉN, F. & RÍOS-HURTADO, A., 2004.- Introducción al conocimiento de los macromicetas del Chocó, Colombia. *Revista Mexicana de Micología*, 19: 33-43.
- HAWKSWORTH, D.L., KIRK, P.M., SUTTON, B.C. & PEGLER, D.N., 1995.- *Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi*. Wallingford CAB international.
- HEMMES, D.E. & DESJARDIN, D.E., 2011.- Earthstars (*Geastrum*, *Myriostoma*) of the Hawaiian Islands including two new species, *Geastrum lichiforme* and *Geastrum reticulatum*. *Pacific Science*, 65: 477-496.
- HOLDRIDGE, L.R., 2000.- *Ecología basada en zonas de vida*. IICA.
- HOSAKA, K., BATES, S.T., BEEVER, R.E., CASTELLANO, M.A., COLGAN, W., DOMÍNGUEZ, L.S., NOUHRA, E.R., GEML, J., GIACHINI, A.J., KENNEY, S.R., SIMPSON, N.B., SPATAFORA J.W. & TRAPPE, J.M., 2006.- Molecular phylogenetics on the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. *Mycologia*, 98: 949-959.
- JEPPSON, M., NILSSON, H.R. & LARSSON, E., 2013.- European earthstars in Geastraceae (Gestrales, Phallomycetidae): A systematic approach using morphology and molecular sequence data. *Systematics and Biodiversity*, 11 (4): 437-465.
- JUNG, H.S., 1995.- Fungal flora of Ullung Island: (VI). On ascomycetous, auriculariaceous, and gasteromycetous fungi. *Korean Journal of Mycology*, 23: 1-9.
- KASUYA, T., YAMAMOTO, Y.H., SAKAMOTO, S., TAKEHASHI, T. & KOBAYASHI, T., 2009.- Floristic study of *Geastrum* in Japan: Three new records for Japanese mycobiota and reexamination of the authentic specimen of *Geastrum minus* reported by Sanshi Imai. *Mycoscience*, 50 (2): 84-93.
- KASUYA, T., HOSAKA, K., UNO, K. & KAKISHIMA, M., 2012.- Phylogenetic placement of *Geastrum melanocephalum* and polyphyly of *Geastrum triplex*. *Mycoscience*, 53 (6): 411-426.
- KIRK, P.M., CANNON, P.F., MINTER, D.W. & STALPERS, J.A., 2008.- *Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi*. Wallingford CAB International.
- KORNERUP, A. & WANSCHER, J.H., 1983.- *Methuen handbook of colour*. Eyre Methuen and Co. Ltd.
- KOSE, S., GEZER, K., GOKLER, I. & TUROGLU, A., 2006.- Macrofungi of Bekilli (Denizli) district. *Turkish Journal of Botany*, 30: 267-272.
- KUHAR, F. & PAPINUTII, L., 2009.- *Geastrum episcopale*: A new noticeable species with red-violet exoperidium. *Mycologia*, 101 (4): 535-538.
- KUPKA, J., 1966.- *Geastrum triplex* found in Bilina. *Mykologicky Sbornik*, 43 (5-6): 83-84.
- LARSSON, B.M.P., 1958.- Gasteromycetstudier. I. *Geaster triplex* Jungh. funnen på Kinnekulle. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 52: 284-290.
- LOMBANA-ÁLVAREZ, P., MONTERROZA-ÁLVAREZ, J.A., CHAMORRO-QUIROZ, L.F., FRANCO-MOLANO, A.E. & PAYARES-DÍAZ, I.R., 2016.- Nuevos registros de macromicetas para Colombia. *Actual Biol.*, 38 (105): 181-189.
- LIU, B., 1984.- The Gasteromycetes of China. *Nova Hedwigia*, 74: 1-235.
- MILLER, O.K. & MILLER, H.H., 1988.- *Gasteromycetes: Morphology and Developmental Features*. Mad River Press.
- MORENO, G., LIZÁRRAGA, M., ESQUEDA, M. & CORONADO, M.L., 2010.- Contribution to the study of gasteroid and secotioid fungi of Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon*, 112: 291-315.
- MOYERSOEN, B. & DEMOULIN, V., 1996.- Les Gasteromycetes de Corse: Taxonomie, ecologie et chronologie. *Lejeunia*, 152: 1-128.
- PEGLER, D.N., LAESSOE, T. & SPOONER, B.M., 1995.- *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns. An Account of the British Gasteroid Fungi*. Royal Botanic Garden.
- PÉREZ, E.F., 2009.- O genero *Geastrum* Pers. (Phallomycetidae, Basidiomycota) em Algumas Areas de Mata Atlantica e Caatinga No Rio Grande Do Norte, Brasil. Thesis, Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, Brasil.
- PONCE DE LEÓN, P., 1968.- A Revision of the Family Geastraceae. *Fieldiana Botany*, 31 (14): 301-349.
- PULIDO, M.M. & BOEKHOUT, T., 1989.- Distribution of macrofungi along the Parque los Nevados transect: 485-505 (en) VANDER HAMMEN, T., DÍAZ-PIEDRAHITA, S., ÁLVAREZ, V. (ed.) *Studies in Tropical Andean Ecosystems*. J. Cramer, Berlin.
- QUÉLÉT, L., 1886.- *Enchiridion fungorum in Europae mediae et praesertim in Gallia virgintium*. Lutetiae.
- REID, D.A., 1977.- Some Gasteromycetes from Trinidad and Tobago. *Kew Bulletin*, 31 (3): 657-690.
- ROBERT, V., STEGEHUIS, G. & STALPERS, J., 2005.- *The MycoBank engine and related databases*. Disponible en: <http://www.mycobank.org/>.
- SABER, M., 1989.- New records of Aphyllophorales and Gasteromycetes for Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 25: 21-26.
- SCHALKWIJK-BARENDSEN, H.M.E., 1991.- *Mushrooms of Western Canada*. Lone Pine Publishing.
- SMITH, A.H., 1951.- *Puffballs and their Allies in Michigan*. Ann Arbor. University of Michigan Press.
- SOSA, J.O., SILVA, B.D.B., ALFREDO, D.S. & BASEIA, I.G., 2014.- New records of Geastraceae (Basidiomycota, Phallomycetidae) from Atlantic Rainforest remnants and relicts of Northeastern Brazil. *Darwiniana*, 2 (2): 207-221.
- SPAGAZZINI, C., 1927.- Gasteromicetas Argentinas. *Physis*, 8 (31): 421-435.
- STANĚK, V.J., 1958.- Geastraceae: 392-526 (en) PILJIT, A. (ed.) *Flora ČSR BI, Gasteromycetes*. Praha.
- SUNHEDE, S., 1989.- *Geastraceae (Basidiomycotina): Morphology, Ecology and Systematics with a Special Emphasis of the North European Species*. Fungiflora.
- TORPOCO, V. & GARBARINO, J.A., 1998.- Studies on Chilean fungi. I. Metabolites from *Geastrum triplex* Jungh. *Boletín de la Sociedad Chilena de Química*, 43 (2): 227-229.
- TRIERVEILER-PEREIRA, L., CALONGE, F.D. & BASEIA, I.G., 2011.- New distributional data on *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) from Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 25 (3): 577-585.

- VASCO-PALACIOS, A.M., FRANCO-MOLANO, A.E., LÓPEZ-QUINTERO, C.A. & BOEKHOUT, T., 2005.- Macromicetes (Ascomycota, Basidiomycota) de la región del medio Caquetá, departamentos de Caquetá y Amazonas (Colombia). *Biota Colombiana*, 6 (1): 127-140.
- VASCO-PALACIOS, A.M. & FRANCO-MOLANO, A.E., 2013.- Diversity of Colombian Macrofungi. (Ascomycota-Basidiomycota). *Mycotaxon*, 121: 1-58.
- WILSON, A.W., BINDER, M. & HIBBET, D.S., 2011.- Effects of Gasteroid Fruiting Body Morphology on Diversification Rates in Three Independent Clades of Fungi Estimated Using Binary State Speciation and Extinction Analysis. *Evolution*, 65 (5): 1305-1322.
- ZAMORA, J.C., CALONGE, E.D. & MARTÍN, M.P., 2013.- New sources of taxonomic information for earthstars (*Gastrum*, Geastraceae, Basidiomycota): phenoloxidasas and rhizomorph crystals. *Phytotaxa*, 132 (1): 1-20.
- ZAMORA, J.C., CALONGE, E.D. & MARTIN, M.P., 2014.- Combining morphological and phylogenetic analyses to unravel systematics in *Gastrum* sect. *Schmidelia*. *Mycologia*, 106 (6): 1199-1211.
- ZAMORA, J.C., CALONGE, E.D., HOSAKA, K. & MARTIN, M.P., 2014.- Systematics of the genus *Gastrum* (Fungi: Basidiomycota) revisited. *Taxon*, 63 (3): 477-497.