

Nuevos registros del género *Geastrum* (Agaricomycetes, Basidiomycota) para Colombia

 César Augusto Pinzón-Osorio^{1,3},  Martina Heloisa Backes Schuster² y  Claudia Carina Carrero-Torres¹

Como citar: Pinzón-Osorio, C.A., Schuster, M.H.B., Carrero-Torres, C.C. Nuevos registros del género *Geastrum* (Agaricomycetes, Basidiomycota) para Colombia. Hoehnea 49: e242021. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-24-2021>

RESUMEN – (Nuevos registros del género *Geastrum* (Agaricomycetes, Basidiomycota) para Colombia). Se registra por primera vez a *Geastrum minimum* y *G. pectinatum* para Colombia. Los basidiomas fueron colectados en un bosque húmedo montano bajo (bh-MB) de los Cerros Orientales de Bogotá, Departamento de Cundinamarca. Las especies son descritas e ilustradas y se aporta información sobre su distribución, ecología y hábitat.

Palabras-clave: Cundinamarca, funga colombiana, Geastrales, *Geastrum minimum*, *Geastrum pectinatum*

ABSTRACT – (New records of the genus *Geastrum* (Agaricomycetes, Basidiomycota) for Colombia). *Geastrum minimum* and *G. pectinatum* are recorded for the first time in Colombia. The basidiomes were collected on a lower mountain humid rainforest (bh-MB) of the eastern hills of Bogota city, Department of Cundinamarca. The species are described, illustrated, and information on distribution, ecology and habitat are provided.

Keywords: Colombia funga, Cundinamarca, Geastrales, *Geastrum minimum*, *Geastrum pectinatum*

Introducción

El género *Geastrum* Pers. pertenece a la familia Geastraceae y es el más diverso dentro del orden Geastrales (Hosaka *et al.* 2006, Jeppson *et al.* 2013). Popularmente son conocidas como estrellas de tierra por el aspecto de los basidiomas (Sunhede 1989, Hemmes & Desjardin 2011, Jeppson *et al.* 2013). El orden contiene especies con basidiomas angiocárpicos (Wilson *et al.* 2011), con un peridio complejo, anatómicamente pluriestratificado y funcionalmente dividido en exoperidio, mesoperidio y endoperidio (Sunhede 1989). El endoperidio presenta una apertura apical u ostiolo, rodeado por el peristoma (Trierweiler-Pereira *et al.* 2011, Pinzón-Osorio *et al.* 2017a). En la madurez, el exoperidio se rompe y expone el endoperidio, que se constituye de una gleba con abundante capilicio acompañado de basidiosporas (Ponce de León 1968, Sunhede 1989, Kasuya *et al.* 2009) que se liberan a través del ostiolo (Calonge 1996, Calonge 1998), mediante

agentes externos de dispersión (Wilson *et al.* 2011, Pinzón-Osorio *et al.* 2017a).

No hay claridad sobre el número de especies a nivel mundial, se proponen desde 50 hasta 300 taxones (Hawksworth *et al.* 1995, Kirk *et al.* 2008, Pérez 2009, Zamora *et al.* 2014). Para Colombia, el conocimiento actual del género es limitado. En el país, *Geastrum* está representado por cinco especies (Gómez-Montoya *et al.* 2022), *G. mirabile* Mont, *G. subiculosum* Cooke & Masee, reportadas para el Parque Natural de los Nevados por Pulido & Boekhout (1989); *G. saccatum* Speg., en 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-Agudelo *et al.* 2007); *G. rufescens* Pers., en el departamento de Sucre (Lombana-Álvarez *et al.* 2016) y *G. triplex* en Cundinamarca (Pinzón-Osorio *et al.* 2017a). El objetivo de este trabajo es reportar la ocurrencia de *G. minimum* Schwein. y *G. pectinatum* Pers., dos nuevos registros para la funga colombiana.

1. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Biología, Herbario HUPN, Cl. 72 #11-86, Bogotá, Colombia
2. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Campus São Leopoldo, Avenida Unisinos, 950, Cristo Rei, 93022-750 São Leopoldo, RS, Brasil
3. Autor correspondiente: capinzono@unal.edu.co

Materiales y Métodos

Se realizó una exploración micológica en la quebrada La Vieja, un bosque húmedo montano bajo (bh-MB) de acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge *et al.* (1971). El bosque se localiza en los Cerros Orientales, NE de Bogotá, departamento de Cundinamarca, coordenadas 4°38'56.86"N, 74°02'45.49"W, a 2761 m.s.n.m. (Pinzón-Osorio *et al.* 2017b; Pinzón-Osorio & Pinzón-Osorio 2020). Se obtuvo un mapa de la localidad rastreada mediante el software QGIS (versión 3.18) utilizando georreferenciación aportada por el Sistema de Información Geográfica para el

Ordenamiento Territorial Nacional (SIGOT) (figura 1). La zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio anual de 14 °C y promedios de precipitación anual de 1100 mm³, con un régimen de distribución bimodal (Rodríguez-Barrios & Ospina 2007), donde los meses de abril y octubre presentan las mayores precipitaciones, mientras que enero y julio las menores (Pinzón-Osorio *et al.* 2017b).

El ecosistema se encuentra en un buen estado de conservación (Rodríguez-Barrios & Ospina 2007). Con suelos ácidos, poco fértiles, pobres en nutrientes, posee un buen desarrollo de vegetación, representada principalmente por los géneros *Barnadesia* (Asteraceae), *Cavendishia*

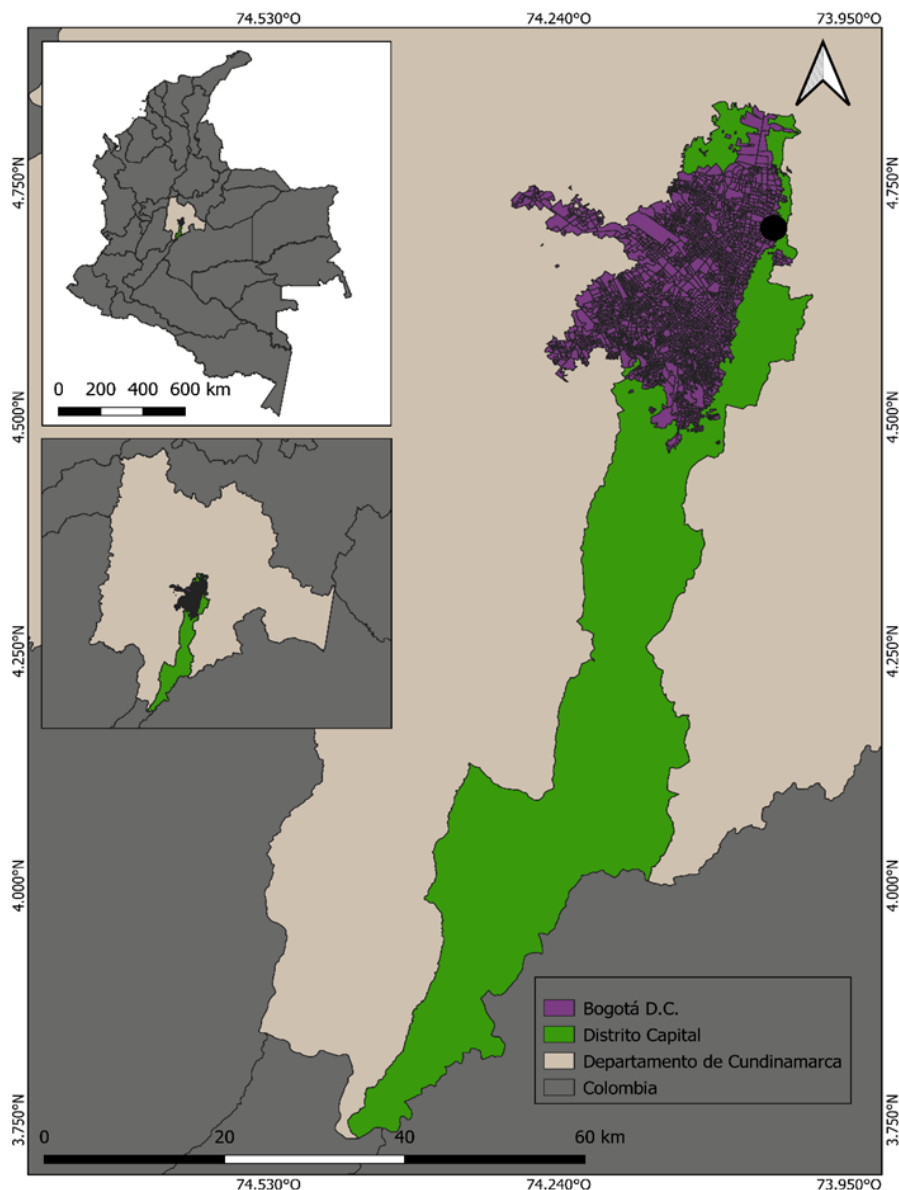


Figura 1. Localidad donde se colectaron los especímenes, Departamento de Cundinamarca, Bogotá, Colombia. Zona de bosque húmedo montano bajo (●).

Figure 1. Location where specimens were collected, Department of Cundinamarca, Bogotá, Colombia. Low montane rainforest zone (●).

(Ericaceae), *Clusia* (Clusiaceae), *Drimys* (Winteraceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Ophrys* (Orchidaceae), *Oreopanax* (Araliaceae), *Palicourea* (Rubiaceae), *Passiflora* (Passifloraceae), *Siparuna* (Monimiaceae) y *Weinmannia* (Cunoniaceae) (Pinzón-Osorio *et al.* 2017b).

Los basidiomas se recolectaron mediante un muestreo oportunista. Las características macroscópicas fueron fotografiadas y descritas de acuerdo a Sunhede (1989). Los colores se cotejaron con el atlas de color de Kornerup & Wanscher (1983). El análisis microscópico se realizó con un microscopio de luz Olympus CX31, donde las muestras se acompañaron de solución KOH 3-5 % y Rojo Congo. El análisis estadístico de las basidiosporas se basó en Bates (2004), en donde se incluyeron las siguientes abreviaturas: (n=) corresponde al número de esporas medidas al azar; (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. La sistematización y estudio taxonómico de las especies se realizó de acuerdo a Miller & Miller (1988) y Sunhede (1989), usando también las claves taxonómicas de Cunningham (1979), Demoulin & Marriott (1981), Hemmes & Desjardin (2011), Trierveiler-Pereira *et al.* (2011), Jeppson *et al.* (2013), Sousa *et al.* (2014) y Alves & Cortez (2016). La citación de los nombres científicos correspondió a la información aportada por el sistema de

clasificación Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>). El material recolectado se depositó en la colección del Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional (HUPN), sede Bogotá.

Resultados y discusión

Geastrum pectinatum Pers., Synop. Meth. Fungorum 1:132, 1801.

Figura 2

Basidiomas inmaduros con 20-35 mm de diámetro \times 22-37 mm de altura, hipogeos, umbonados, libres de incrustaciones de desechos, cerrados, ovoides y con superficie rugosa, color marrón (6E6) a amarillo crema (4A3). Basidiomas maduros con 25-42 mm de diámetro \times 32-67 mm de altura (figura 2 a). Exoperidio no higroscópico, dividido en 7-10, nueve a diez lacinias de 37-63 mm de longitud, anchas, ligeramente carnosas, quebradizas, triangulares, arqueados y proyectados hacia abajo del cuerpo fructífero, con terminaciones en punta a lobulares, rasgadas a agrietadas desde la punta hasta el medio de las lacinias, color marrón beige (6E3) (figura 2 a). Endoperidio subgloboso a ligeramente globoso, conformado por una gleba central, pocas áreas deprimidas, 10-19 \times 13-24 mm de diámetro, superficie lisa, color marrón (6F4) a amarillo pálido (4F3), marrón oscuro (6E6), formado por

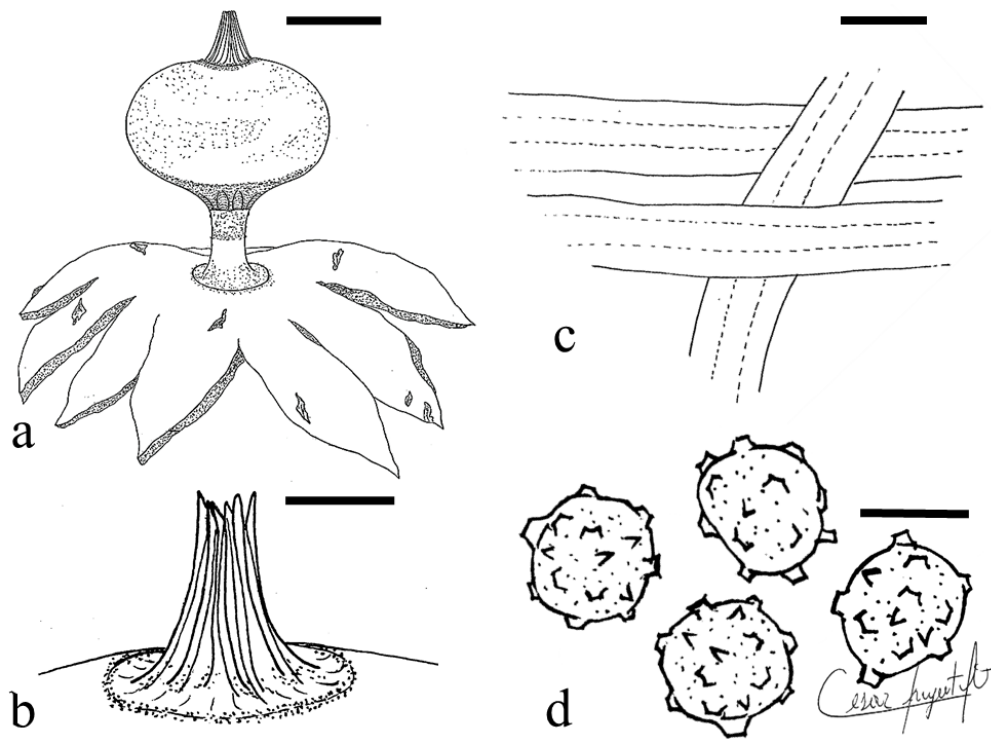


Figura 2. Ilustración de *Geastrum pectinatum* Pers. a. Basidioma maduro. b. Peristoma. c. Capillitium. d. Basidiosporas. Escalas: a = 15 mm; b = 5 mm; c-d = 5.0 μ m.

Figure 2. Illustration of *Geastrum pectinatum* Pers. a. Mature basidiome. b. Peristome. c. Capillitium. d. Basidiospores. Scales: a = 15 mm; b = 5 mm; c-d = 5.0 μ m.

hifas del endoperidio con paredes gruesas, lumen estrecho, hialinas a amarillo pálido (figura 2 a). Peristoma con 4-6 mm de diámetro, con 11 surcos, ligeramente liso cuando es inmaduro, cónico con la base redonda, fimbriado al madurar, más o menos bien delimitado por una línea deprimida leve, color amarillo grisáceo (4D3) a marrón (6F4), pedicelo amarillo pálido (4F3) (figura 2 a, b). Estípite presente, 15-13 mm de altura \times 4-5 mm de diámetro, color marrón grisáceo (6E1) a marrón oscuro (4E4) (figura 2 a). Ostiolo con 1-2 mm de diámetro, circular a levemente elipsoidal (figura 2 a, b). Apófisis presente, sulcada. Columela al corte color amarillenta (3A6) a amarillenta grisácea (3A4), con contenido en masa de fibras grises a marrón negruzco. Gleba subglobosa a globosa, superficie rugosa, farinosa en la porción apical, en la base estriada radialmente, color marrón grisáceo (6F4) a ligeramente marrón violáceo (6E6) (Figura. 2A). Capilicio formado por hifas de 5.1-8.8 μ m diámetro, paredes gruesas, lumen estrecho, lisas, hialinas, pálidas amarillentas a marrón en KOH y amarillo intenso en la pared interna (Figura 2C). Esporada marrón ocre oscura a negruzca (8F1). Basidiosporas de 4.1-6.5 \times 4.6-6.7 μ m [$x = 4.3 \pm 0.5 \times 6.3 \pm 0.5 \mu$ m, $Q_m = 1.1$; $n = 200$], globosas, finamente verrugosas, color marrón a amarillo claro en KOH (Figura. 2D).

Material examinado: COLOMBIA. Dpto. *Cundinamarca*: *Bogotá D.C., Quebrada la Vieja*, 04°38'54.99"N – 74°02'45.09"W, 2754 msnm., 5-V-2016, Pinzón-Osorio 233 (HUPN).

Hábito y hábitat: Solitario, creciendo sobre suelo en un bosque húmedo montano bajo.

Distribución: *G. pectinatum* es cosmopolita (Baseia *et al.* 2003). Se ha registrado en Europa (Demoulin 1968, Kers 1975, Winterhoff, 1981, De Vries, 1985, Anderson 1994), Asia (Imai 1936, Wang & Bau 2004), África (Dissing & Lange 1962), Australia (Herbert 1953), Nueva Zelanda (Cunningham 1944), Oriente Medio (Binyamini 1994, Kaya 2006), Norteamérica (Smith 1951, Smith & Ponce de León 1982), Centroamérica (Vásquez & Guzmán-Dávalos 1990, Calonge *et al.* 2005, Esqueda *et al.* 2011). En Suramérica solo se ha reportado en Brasil (Baseia *et al.* 2003, Meijer 2006, Cortez *et al.* 2008). Este es el primer registro de la especie para Colombia.

Observaciones taxonómicas: La descripción macroscópica concuerda bien con la comunicada por Sunhede (1989), Trierveiler-Pereira *et al.* (2011); Alves & Cortez (2016), Jeppson *et al.* (2013), sin embargo, el tamaño de las basidiosporas (4.1-6.5 \times 4.6-6.7 μ m) superaron los límites reportados por Jeppson *et al.* (2013) (3.5-4.5 μ m) para Europa. Las dimensiones de las basidiosporas se encuentran dentro del rango propuesto para la especie (5.5-7.5 μ m; Zamora *et al.* 2015) y concuerdan mejor con los datos reportados para Brasil (6.2-6.8 μ m) (Alves & Cortez 2016).

Este taxón se caracteriza por tener un peristoma delimitado, fimbriado, surcado, cónico; exoperidio no

higroscópico; endoperidio estipitado con material cristalino o pruinoso a nivel de la gleba o el peristoma; estípite largo (hasta 13 mm de altura), generalmente arrugado o estriado en la base donde se une al endoperidio; las basidiosporas son globosas, con diámetros de 6-7 μ m, ornamentadas con verrugas conspicuas, color marrón amarillentas (Esqueda *et al.* 2011, Sousa *et al.* 2014). No obstante, puede confundirse con *G. berkeleyi* Massee y *G. schmidelii* Vittad., debido a que tienen un peristoma fimbriado (Sousa *et al.* 2014). Los peristomas de *G. berkeleyi* y *G. pectinatum* son agudamente cónicos y fuertemente plicados (Hemmes & Desjardin 2011). El endoperidio de *G. pectinatum*, al igual que en *G. berkeleyi* está ubicado sobre un estípite y apófisis bien desarrollados y tienen lacinias arqueadas. Sin embargo, ambas especies se diferencian principalmente en la morfología del estípite y la apófisis. Para el caso de *G. pectinatum* el estípite es largo y por lo general es radialmente arrugado o estriado en la apófisis, mientras que el estípite de *G. berkeleyi* es corto y la apófisis tiene una superficie lisa (Jaworska 2011).

Gastrum schmidelii se puede diferenciar de *G. pectinatum*, al tener basidiomas más pequeños, endoperidios de 6-14 mm de diámetro y un estípite de hasta 3 mm de altura, el cual es glabro y soportado por una apófisis muy corta (Esqueda *et al.* 2011, Jaworska 2011). *G. pectinatum* también puede confundirse con *G. striatum* DC., pero esta última muestra una apófisis no estriada, acompañada de una estructura pseudoparenquimatosa similar a un disco exoperidial como se presenta en *G. triplex*, además los basidiomas son más pequeños (hasta 65 mm de diámetro) (Sunhede 1989, Pegler *et al.* 1995, Bates 2004).

Gastrum minimum Schwein. [as 'Geaster'], Schr. naturf. Ges. Leipzig 1: 58 [32 of repr.] (1822).

Figura 3

Basidiomas inmaduros con 10-12 mm de diámetro \times 10-14 mm de altura, hipogeos, globosos a subglobosos, umbonados, con incrustaciones de desechos. Basidiomas maduros de 28-32 mm de diámetro \times 30-34 mm de altura (figura 3 a). Exoperidio dividido en cinco a diez lacinias triangulares de 17-23 mm de longitud, con terminaciones en punta, rasgados a agrietados desde la punta hasta el medio de las lacinias en forma radiada, no higroscópicas, arqueadas y proyectadas hacia abajo del cuerpo fructífero, color beige a marrón (6E3) cuando son jóvenes, marrón purpura oscuro (6E6) a marrón beige (6E3) al madurar. Capa micelial marrón amarillento (5D5), superficie cubierta por abundantes detritos y escombros, fuertemente adheridos a la capa exterior por un micelio blanquecino (figura 3 a). Endoperidio globoso a subgloboso, estipitado, pedicelado, conformado por una gleba central esférica a globosa, pocas áreas deprimidas, 6-9 \times 4-10 mm de diámetro, superficie lisa, seca, color beige marrón (5C5), marrón grisáceo (5C3) a marrón oscuro (6E6) (figura 3 a). Peristoma de 1-3 mm de diámetro \times 3 mm de altura, liso cuando es inmaduro, ligeramente cónico a cónico, redondo, fibriloso al madurar,

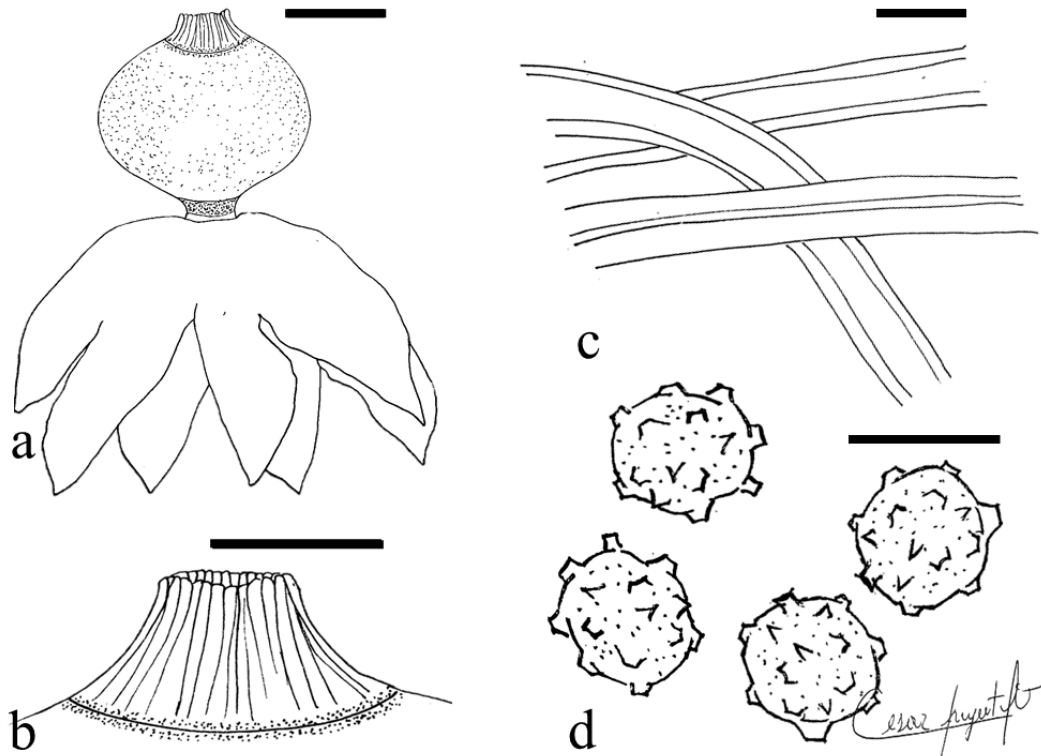


Figura 3. Ilustración de *Geastrum minimum* Schwein. a. Basidiomata maduro. b. Peristoma. c. Capillicio. d. Basidiosporas. Escalas: a = 15 mm; b = 5 mm; c-d = 5.0 μ m.

Figure 3. Illustration of *Geastrum minimum* Schwein. a. Mature basidiomata. b. Peristome. c. Capillitium. d. Basidiospores. Scales: a = 15 mm; b = 5 mm; c-d = 5.0 μ m.

bien delimitado por una línea de 4 mm de diámetro, ligeramente deprimido, color amarillo blanquecino (4A2), amarillo grisáceo (4D3) a marrón (5D2) (figura 3 a, b). Ostiolo de 0.7-0.8 mm de diámetro, circular a levemente elipsoidal, color marrón oscuro (6E6) (figura 3 b). Columela al corte, hasta 6 mm de altura, amarillenta a blanca grisácea con contenido en masa de fibras grises a marrón negruzco, hifas de 1.8-9.8 μ m de diámetro, hialinas a marrón, lisas a ligeramente rugosas, paredes gruesas con lumen muy estrecho. Gleba: marrón (5F7) a marrón olivácea (4D5), polvosa. Apófisis presente, lisa, hasta 2 mm de altura, color marrón pálido (4B3) a amarillo grisáceo (4D3). Esporada marrón ocre oscura a negruzca (8F1). Capillicio formado por hifas de 2.9-7.7 μ m de diámetro, paredes gruesas, lumen muy estrecho, lisas, hialinas, color amarillo a marrón en KOH y amarillo intenso en la pared interna (Figura. 3C). Hifas de endoperidio con 2.3-3.5 μ m de diámetro, hialinas, pared gruesa y sin material amorfo evidente. Basidiosporas de 5.1-5.6 \times 5.2-5.7 μ m [\bar{x} = 5.1 \pm 0.5 \times 5.6 \pm 0.5 μ m, Q_m = 1.1; n = 200], hasta 6 μ m de diámetro al incluir la ornamentación, globosas, ornamentación verrucosa roma, color marrón a amarillo oliváceo en KOH, paredes gruesas (figura 3 d).

Material examinado: COLOMBIA. Dpto. *Cundinamarca*: Bogotá D.C., *Quebrada la Vieja*, 04°38'52.16"N-

74°02'43.78"W, 2773 msnm., 12-X-2017, Pinzón-Osorio 255 (HUPN).

Hábito y hábitat: Solitario a gregario, creciendo sobre suelo en un bosque húmedo montano bajo.

Distribución: *G. minimum* es una especie cosmopolita (Ponce de León 1968, Soto & Wright 2000). Se ha registrado en Europa (Calonge 1981, Sunhede 1989, Pegler *et al.* 1995, Calonge 1998), Asia (Zhou *et al.* 2007, Kasuya *et al.* 2009), África del Norte (Kasuya & Smaoui 2008), Norteamérica (Long & Stouffer 1948, Smith & Ponce de León 1982, Gilbertson *et al.* 2001, Hemmes & Desjardin 2011), Centroamérica (Esqueda *et al.* 2003). En Suramérica solo se ha hallado en Brasil (Rick 1961, Meijer 2006, Trierveiler-Pereira & Baseia 2009, Sousa *et al.* 2014, Fernandes *et al.* 2021), Argentina (Wright & Albertó 2006) y Paraguay (Campi *et al.* 2015). Este trabajo amplía su distribución geográfica en Latinoamérica para Colombia.

Observaciones taxonómicas: Las descripciones macroscópicas y microscópicas se encuentran dentro de lo reportado por la literatura (Sunhede 1989, Alves & Cortez 2016, Jeppson *et al.* 2013). No obstante, la dimensiones de las basidiosporas de los basidiomas colombianos (5.1-5.6 \times 5.2-5.7 μ m) son más grandes a las reportadas por Jeppson *et al.* (2013) (4.5-

5.5 μm). Las dimensiones coinciden mejor con los registros realizados por Alves & Cortez (2016) (5.2-5.8 μm).

G. minimum se caracteriza por tener basidiomas pequeños, arqueados, no higroscópicos; exoperidio con cinco a diez lacinias color marrón blanquecinas con una capa micelial fuertemente incrustadas; endoperidio de hasta 12 mm de diámetro, pruinoso, estipitado, con peristoma fibriloso bien delimitado; apófisis de 1-2 mm de altura; y basidiosporas de 4-5 μm de diámetro, más las verrugas de hasta 1 μm de longitud (Pegler *et al.* 1995, Kasuya *et al.* 2009, Hemmes & Desjardin 2011, Sousa *et al.* 2014).

A pesar de lo anterior, *G. minimum* puede confundirse con *G. coronatum* Pers., y *G. quadridum* DC. ex Pers. *G. coronatum* también tiene endoperidio pruinoso, pero presenta basidiomas más grandes (hasta 110 mm de ancho), el endoperidio es más oscuro y las basidiosporas son más pequeñas (4.9-5 μm) (Alves & Cortez 2016) y tienen una ornamentación que oscila entre verrugosa a columnar (Sunhede 1989, Pegler *et al.* 1995, Alves & Cortez 2016). Por otra parte, *G. quadridum* tiene basidiomas fornicados con cuatro a seis lacinias y el endoperidio es no pruinoso (Pegler *et al.* 1995, Calonge 1998, Soto & Wright 2000).

La taxonomía de *Geastrum* se ha basado tradicionalmente en las características morfológicas de los basidiomas (Zamora *et al.* 2015), sin embargo, se ha reconocido un alto grado de polimorfismo dentro de una misma especie (Zamora *et al.* 2014, Zamora *et al.* 2015). Es el caso de *G. minimum* y *G. pectinatum*, donde pueden existir varias especies cobijadas con el mismo nombre. Esto podría explicar porque las dimensiones de las basidiosporas descritas aquí, varían a lo reportado para Europa (Jeppson *et al.* 2013), coincidiendo mejor con las descripciones para Suramérica. Se podría especular que estas especies son diferentes biogeográficamente. Se recomiendan realizar estudios más robustos con herramientas moleculares y filogenéticas, con un enfoque de análisis multivariado (incluyendo aspectos morfológicos), para aclarar estas problemáticas taxonómicas.

En esta ocasión, privilegiando las características morfológicas macroscópicas y microscópicas, se registra por primera vez a *G. minimum* y *G. pectinatum* para Colombia, incrementando a siete el número de especies que representan a la familia Geastraceae en el país.

Agradecimientos

Al Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá (HUPN), por el préstamo de literatura, la ayuda logística. A los evaluadores por los comentarios críticos al manuscrito.

Conflictos de interés

No hay conflicto de intereses.

Contribución de los autores

César Augusto Pinzón-Osorio: Responsable sustancial en la concepción, diseño, colecta, análisis e interpretación de los datos, así como la redacción preliminar del manuscrito.

Martina Heloisa Backes Schuster: Contribución en la recopilación y organización de datos, revisión crítica y aporte intelectual al contenido del manuscrito.

Claudia Carina Carrero-Torres: Contribución en la recopilación y organización de datos, revisión crítica y aporte intelectual al contenido del manuscrito.

Literatura citada

- Alves, C.R. & Cortez, V.G. 2016. Gasteroid Phallomycetidae (Basidiomycota) from the Parque Estadual São Camilo, Paraná, Brazil. *Iheringia* 71: 27-42.
- Anderson, R. 1994. *Geastrum pectinatum* Pers. (Gasteromycetes: Lycoperdales), an earth star new to Ireland. *Irish Naturalists' Journal* 24: 357-360.
- 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): Master 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. *Boletín Científico del Centro de Museos* 11: 19-31.
- Binyamini, N. 1994. New records of higher fungi from Israel. *Mycoscience* 35: 425-428.
- Calonge, F.D., Mata, M. & Carranza, J. 2005. Contribución al catálogo de los Gasteromycetes (Basidiomycotina, Fungi) de Costa Rica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62: 23-45.
- Calonge, U.D. 1981. El género *Geastrum* Pers. ex Pers., en España. Estudio sistemático y descriptivo. *Boletín de la Sociedad Micológica de Castilla* 6: 9-38.
- Calonge, F.D. 1996. Claves de identificación de los Gasteromycetes epigeos ibéricos. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 21: 359-373.
- Calonge, F.D. 1998. Gasteromycetes I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Real Jardín Botánico: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, J. Cramer: Berlin*.
- Campi, M.G., Maubet, Y.E. & Britos, L. 2015. Mycorrhizal fungi associated with plantations of *Pinus taeda* L. from the National University of Asunción, Paraguay. *Mycosphere* 6: 486-492.

- Cortez, V.G., Baseia, I.G. & Silveira, R.M.B.** 2008. Gasteromicetos (Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 6: 291-299.
- Cunningham, G.H.** 1944. The Gasteromycetes of Australia and New Zealand. Dunedin: McIndoe.
- Cunningham, G.H.** 1979. The Gasteromycetes of Australia and New Zealand. *Bibliotheca Mycologica*. Vaduz J. Cramer, Berlin.
- De Vries, G.A.** 1985. *Squamanita odorata* en *Geastrum pectinatum*, twee zeldzame fungi in de bossen tussen Baarn en Hilversum. *Coolia* 28: 53-55.
- Demoulin, V. & Marriott, J.V.R.** 1981. Key to the Gasteromycetes of Great Britain. *Mycologist* 15 (1): 37-56.
- Demoulin, V.** 1968. Gasteromycetes de Belgique: Sclerodermatales, Tulostomatales, Lycoperdales. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*. Brussels 38: 1-101.
- Dissing, H. & Lange, M.** 1962. Gasteromycetes of Congo. *Bulletin du Jardin botanique de l'état, Bruxelles* 32: 325-416.
- 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: 445-456.
- Esqueda, M., Sánchez, A., Coronado, M.L., Gutiérrez, A., Lizárraga, M. & Valenzuela, R.** 2011. Nuevos registros de hongos gasteroides en la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui. *Revista Mexicana de Micología* 34: 43-51.
- Franco-Molano, A.E., Vasco-Palacios, A.M., López-Quintero, C. A. & Boekhout, T.** 2005. Macromicetos de la región del medio Caquetá. *Guía de campo*. Multimpresos, Medellín.
- Fernandes, N.S.R., Teixeira, W.F., Baltazar, J.M. & Trierveiler-Pereira, L.** 2021. Contribuição ao conhecimento de fungos gasteroides (Agaricomycetes, Basidiomycota) do Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 48: e432020.
- Gilbertson, R.L., Desjardin, D.E., Rogers, J.D. & Hemmes, D.E.** 2001. Fungi from the mamane-naio vegetation zone of Hawaii. *Fungal Diversity* 6: 35-69.
- Gómez-Montoya, N., Ríos-Sarmiento, C., Zora-Vergara, B., Benjumea-Aristizabal, C., Santa-Santa, D. J., Zuluaga-Moreno, M., & Franco-Molano, A. E.** 2021. Diversidad de macrohongos (Basidiomycota) de Colombia: Listado de especies. *Actualidades Biológicas*, 44: 1-94.
- Guzmán, G., Torres, M.G., Ramírez-Guillén, F. & Ríos-Hurtado, A.** 2004. Introducción al conocimiento de los macromicetos 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*. 8 ed. Wallingford CAB international, Oxon.
- Hemmes, D.E. & Desjardin, D.E.** 2011. Earthstars (*Geastrum*, *Myriostoma*) of the Hawaiian Islands including two new species, *Geastrum litchiforme* and *Geastrum reticulatum*. *Pacific Science* 65: 477-496.
- Herbert, J.** 1953. An occurrence of *Geastrum pectinatum* Persoon. *Queensland Naturalist* 14: 83.
- Holdridge, L.R., Grenke, W., Hatheway, W.H., Liang, T. & Tosi, J.A.** 1971. Forest environments in tropical life zones: A pilot study. Pergamon Press, Oxford.
- 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.
- Imai, S.** 1936. Symbolae and floram mycologicam Asiae Orientalis. I. *Journal of Plant Research* 50: 216-224.
- Index Fungorum.** The Royal Botanic Gardens Kew, CAB International. 2019. [online]. Disponible en <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (acceso en 22-VI-2019).
- Jaworska, J.** 2011. A new record of the rare earthstar *Geastrum berkeleyi* from the Świętokrzyskie Mts. *Acta Mycologica* 46: 75-81.
- Jeppson, M.H., Nilsson, R. & Larsson, E.** 2013. European earthstars in Geastraceae (Geastrales, Phallomycetidae): A systematic approach using morphology and molecular sequence data. *System Biodiversity* 11: 437-465.
- Kasuya, T. & Smaoui, A.** 2008. *Geastrum minimum*, a new record of Geastraceae from Tunisia. *Mycol Balcan* 5: 77-80.
- 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: 84-93.
- Kaya, A.** 2006. Macrofungi from Andırın (Kahramanmaraş) district. *Turkish Journal of Botany* 30: 85-93.
- Kers, L.E.** 1975. *Trichaster melanocephalus* new record gasteromycetes a problematic species found in a new locality in Sweden. *Svensk Botanisk Tidskrift* 69: 175-180.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. & Stalpers, J. A.** 2008. *Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi*. Wallingford CAB International. The Netherlands.
- Kornerup, A. & Wanscher, J.H.** 1983. *Methuen handbook of colour*. Eyre Methuen and Co. Ltd., New York.
- Lombana-Álvarez, P., Monterroza-Álvarez, J.A., Chamorro-Quiroz, L.F., Franco-Molano, A.E. & Payares-Díaz, I.R.** 2016. Nuevos registros de macromicetos para Colombia. *Actualidades Biológicas* 38: 181-189.
- Long, W.H., & Stouffer, D.J.** 1948. Studies in the Gasteromycetes: XVI. The Geastraceae of the southwestern United States. *Mycologia* 40: 547-585.

- Meijer, A.A.R.** 2006. Preliminary list of the Macromycetes from the Brazilian state of Paraná. *Boletim do Museu Botânico Municipal Curitiba* 68: 1-55.
- Miller, O.K. & Miller, H.H.** 1988. *Gasteromycetes: Morphology and Developmental Features*. Mad River Press, Richmond.
- Pegler, D.N., Laessle, T. & Spooner, B.M.** 1995. *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns. An Account of the British Gasteroid Fungi*. Royal Botanic Garden, Kew.
- Pérez, E.F.** 2009. O genero *Geastrum* Pers. (Phallomycetidae, Basidiomycota) em Algumas Areas de Mata Atlantica e Caatinga No Rio Grande Do Norte, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte, Natal.
- Pinzón-Osorio, C.A., Pinzón-Osorio, J. & Ladino-Ospina, N.** 2017a. *Geastrum triplex* (Agaricomycetes, Basidiomycota) Nuevo registro para Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos* 21: 17-28.
- Pinzón-Osorio, C.A., Castiblanco-Zerda, A. & Pinzón-Osorio, J.** 2017b. *Laternea pusilla* (Phallales, Phallaceae) una nueva especie para Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 22: 101-104.
- Pinzón-Osorio, C.A., & Pinzón-Osorio, J.** 2020. Primer registro de *Clathrus archeri* (Berk.) Dring 1980 (Phallales, Clathraceae) para los andes colombianos. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 24: 15-24.
- Ponce de León, P.** 1968. A Revision of the Family Geastraceae. *Fieldiana. Botany* 31: 301-349.
- Pulido, M.M. & Boekhout, T.** 1989. Distribution of macrofungi along the Parque los Nevados transect. In: T. Van der Hammen, S. Díaz-Piedrahita. & V. Álvarez (eds.). *Studies in Tropical Andean Ecosystems*, J. Cramer, Berlin, pp. 485-505.
- Rick, J.** 1961. Basidiomycetes Eubasidii no Rio Grande do Sul. *Brasilia. Iheringia* 9: 451-480.
- Rodríguez-Barrios, J. & Ospina, R.** 2017. Retención de materia orgánica particulada gruesa en una quebrada de montaña tropical. *Acta Biologica Colombiana* 12: 33-46.
- Smith, A.H.** 1951. *Puffballs and their Allies in Michigan*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Smith, C.W. & Ponce de León, P.** 1982. Hawaiian geastroid fungi. *Mycologia* 74: 712-717.
- Soto, M.K. & Wright, J.E.** 2000. Taxonomía del género *Geastrum* (Basidiomycetes, Lycoperdales) en Buenos Aires, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 34: 185-202.
- Sousa, 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: 207-221.
- Sunhede, S.** 1989. Geastraceae (Basidiomycotina): Morphology, Ecology and Systematics with a Special Emphasis of the North European Species. *Fungiflora*, Oslo.
- Trierveiler-Pereira, L., Calonge, F.D. & Baseia, I.G.** 2011. New distributional data on *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) from Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 25: 577-585.
- Trierveiler-Pereira, L., & Baseia, I.G.** 2009. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). *Mycotaxon* 108: 441-444.
- 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: 127-140.
- Vásquez, L.S. & Guzmán-Dávalos, L.** 1990. New records of fungi macromycetes for the states of Jalisco Puebla and Zacatecas Mexico. *Brenesia* 33: 61-74.
- Wang, J.R. & Bau, T.** 2004. Notes on the Basidiomycetes of Jilin Province (VI). *Journal of Fungal Research* 2: 40-43.
- 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: 1305-1322.
- Winterhoff, W.** 1981. Alte und neue Erdsternfunde im Flugsandgebiet zwischen Walldorf und Mainz. *Hessische Floristische Briefe* 302: 18-27.
- Wright, J. E. & E. Albertó.** 2006. *Hongos de la región Pampeana II: Hongos sin laminillas*. Editorial L.O.L.A. Buenos Aires.
- Zamora, J.C., Calonge, F.D., Hosaka, K. & Martín, M.P.** 2014. Systematics of the genus *Geastrum* (Fungi: Basidiomycota) revisited. *Taxon* 63: 477-497.
- Zamora, J.C., Calonge, F.D., & Martín, M.P.** 2015. Integrative taxonomy reveals an unexpected diversity in *Geastrum* section *Geastrum* (Geastrales, Basidiomycota). *Persoonia*, 34: 130-165.
- Zhou, T., Chen, Y., Zhao, L., Fu, H. & Yang, B.** 2007. *Geastraceae, Nidulariaceae. Flora fungorum sinicorum*, Vol 36. Science Press, Beijing.

Editor Asociado: Viviana Motato-Vásquez

Recibió: 09/03/2021

Aceptado: 29/03/2022

