

First Report of *Scleroderma verrucosum* (Boletales, Sclerodermataceae) for Colombia

César Augusto Pinzón-Osorio
Universidad Pedagógica Nacional

Andrea Castiblanco-Zerda
Universidad Pedagógica Nacional

Jonás Pinzón-Osorio
College of the Atlantic. COA.

Received: Abril 13, 2018

Accepted: Jun 19, 2018

Pag. 29-41

Abstract

Scleroderma verrucosum is established as a new record for Colombia. *S. verrucosum* is a gasteroid fungi that occurs on a lower mountain humid rainforest (bh-MB) of the eastern hills of the city of Bogota, DC., department of Cundinamarca. The species is described, illustrated and information on distribution, ecology and growth substrate is provided. In addition, a taxonomic key species of the genus registered for Colombia is presented. Thus, the genus *Scleroderma* is represented in the country by four species, *S. albidum*, *S. areolatum*, *S. citrinum* y *S. verrucosum*.

Keywords: Cundinamarca, Gasteromycetes, new report, *Scleroderma*, taxonomic key.

DOI: 10.25100/rc.v22i1.7098

Primer registro de *Scleroderma verrucosum* (Boletales, Sclerodermataceae) para Colombia

Resumen

Se presenta el primer registro de *Scleroderma verrucosum* para Colombia, un hongo gasteroide hallado en un bosque húmedo montañoso bajo (bh-MB) de los Cerros Orientales de la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca. La especie es descrita e ilustrada y se aporta información sobre su distribución, ecología y sustrato de crecimiento. Además, se presenta una clave taxonómica para las especies del género registradas para Colombia. Con este reporte, el género queda representado en el país por cuatro especies: *S. albidum*, *S. areolatum*, *S. citrinum* y *S. verrucosum*.

Palabras clave: Cundinamarca, Gasteromycetes, hongo exótico, nuevo registro, *Scleroderma*.

1 Introducción

El género *Scleroderma* Pers., comprende un grupo de hongos gasteroides de la familia Sclerodermataceae Corda, suborden Sclerodermatineae Binder & Bresinsky, orden Boletales E.J. Gilbert, ⁽¹⁻⁵⁾.

Este género descrito por Persoon en 1801⁽⁶⁾ y revisado por Guzmán ⁽⁷⁾, contiene especies comúnmente conocidas como bejines, hongos polvera o bolas de tierra ^(8,9). Estas se caracterizan por poseer basidiomas globosos, subglobosos o piriformes; sésiles, pseudostipitados o con estípite bien desarrollado; de hábito epígeo a subepígeo, raramente hipógeo y con basidiosporas globosas reticuladas o equinuladas ^(7,10-15).

De acuerdo con Guzmán *et al.* ⁽¹⁵⁾, la ornamentación de las basidiosporas y la presencia o ausencia de fíbulas permite dividir al género en tres secciones: *Reticulatae* (esporas reticuladas), *Scleroderma* (esporas equinuladas) y *Sclerangium* (esporas subreticuladas). Esta clasificación ha sido validada por los estudios moleculares de Phosri *et al.* ⁽¹⁶⁾ y Rusevska *et al.* ⁽¹⁷⁾.

Scleroderma contiene aproximadamente 25 especies ectomicorrízicas (ECM) ^(4, 10,18) por lo que se consideran de gran relevancia en el mantenimiento y función de los ecosistemas forestales ⁽⁸⁾. Son capaces de proteger de lesiones de patógenos y de enfermedades a las raíces de los árboles ^(19,20) y permiten el desarrollo y crecimiento de algunas especies arbóreas de *Eucalyptus* L>Hér., y *Pinus* L., ^(8,21-30).

Si bien, el grupo posee una distribución amplia en todo el mundo, desarrollándose en ecosistemas templados, tropicales y subtropicales ^(15,31,32), en Colombia, según ⁽³³⁾ solo se reconocen tres especies: *Scleroderma albidum* Pat. & Trab., hallada en el departamento de Cundinamarca ⁽³⁴⁾; *Scleroderma areolatum* Ehrenb., descrita para los departamentos de Antioquia, Boyacá y *Scleroderma citrinum* Pers., reportada para el departamento del Caquetá ⁽³³⁾. Hasta la fecha, no se conoce nueva información sobre la diversidad y distribución geográfica del género. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es presentar, por primera vez para Colombia, a *S. verrucosum* (Bull.) Pers., a partir de basidiomas colectados en los Cerros Orientales de la ciudad de Bogotá.

2 Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

Se realizaron dos exploraciones micológicas el 5 julio y el 15 octubre del año 2016 en la quebrada La Vieja, un ecosistema forestal que se localiza a 2761 m.s.n.m., en los Cerros Orientales, noreste de Bogotá, departamento de Cundinamarca, coordenadas 4° 38' 49.78" N y 74° 02' 43.95" W (Figura 1).

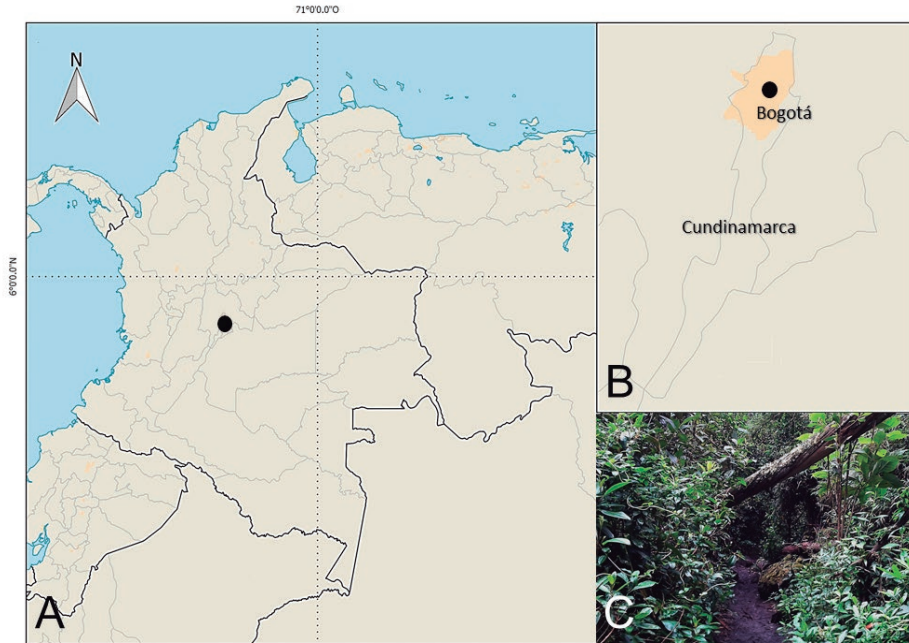


Figura 1. Localidad donde se recolecto a *S. verrucosum*. A. Colombia, departamento de Cundinamarca (•). B. Ubicación de la quebrada La Vieja, Bogotá (•). C. Zona de recolección.

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vidas de Holdridge *et al.* ⁽³⁵⁾ el área muestreada corresponde a un bosque húmedo montañoso bajo (bh-MB), cuya temperatura promedio anual y precipitación promedio anual es de 1100 mm y 14 °C, respectivamente, con un régimen de distribución bimodal ⁽³⁶⁾, en el cual los meses de abril y octubre presentan las mayores precipitaciones, mientras que enero y julio, las menores ⁽³⁷⁾.

El bosque posee suelos ácidos, poco fértiles, pobres en nutrientes, pero con un buen desarrollo de la vegetación ⁽³⁸⁾, que de acuerdo con Pinzón-Osorio *et al.* ⁽³⁷⁾ está representada por los géneros *Barnadesia* (Asteraceae), *Cavendishia* (Ericaceae), *Clusia* (Clusiaceae), *Drimys* (Winteraceae), *Eucalyptus* (Myrtaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Ophrys* (Orchidaceae), *Oreopanax* (Araliaceae), *Palicourea* (Rubiaceae), *Passiflora* (Passifloraceae), *Siparuna* (Monimiaceae) y *Weinmannia* (Cunoniaceae).

2.2 Recolección y determinación

Se recolectaron y describieron macroscópicamente cuatro basidiomas maduros siguiendo lo propuesto por Brundrett *et al.* ⁽³⁹⁾, teniendo en cuenta el tamaño, la forma, el color y la textura de la superficie del basidioma. La citación de los colores se basó en el atlas de Kornerup y Wanscher ⁽⁴⁰⁾. El análisis microscópico se realizó con un microscopio de luz Olympus CX31 y DMS 653 (sistema digital) donde las muestras se acompañaron de KOH al 5%, rojo Congo al 1% y azul de lactofenol ^(13,15,41). Se midieron mínimo 25 basidiosporas por basidioma, incluyendo la ornamentación. La estadística de las basidiosporas incluyó las siguientes abreviaturas: (n) que correspondió al número

de esporas medidas al azar, (\bar{x}) media, (\pm) desviación estándar del diámetro y altura de las basidiosporas, (Q_m) cociente de la longitud/anchura a media. Para la determinación del espécimen, se revisaron los trabajos de Guzmán ⁽⁷⁾, Cunningham ⁽⁴²⁾, Domínguez de Toledo ⁽⁴³⁾, Sims *et al.* ⁽¹⁰⁾, Nouhra *et al.* ⁽¹³⁾ y Guzmán *et al.* ⁽¹⁵⁾. La citación del nombre científico correspondió a la información aportada por el sistema de clasificación *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org>) ⁽⁴⁴⁾. El material estudiado fue depositado en el Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional (HUPN), sede Bogotá, acompañado de los datos de localidad, fecha, colector y número de colección.

3. Resultados

Scleroderma verrucosum (Bull.) Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 1: 154 (1801) (Figura 2) = *Lycoperdon verrucosum* Bull., Hist. Champ. Fr. (Paris) 1: 24 (1791) **Basidioma:** 2.2-3.3 cm de diámetro, 1.9-3.1 cm de alto, epígeo, globoso, subgloboso a piriforme, carnoso a ligeramente duro, con algunas grietas en la parte superior, quebradizo cuando seco, con pseudoestipite corto. **Peridio:** menor a 0.1 cm de grosor, delgado, coriáceo a membranoso, color marrón amarillento (2A4) a marrón oscuro, recubierto por pequeñas escamas conspicuas, planas, irregulares, menores a 0.1 cm de diámetro, color marrón oscuro (6E8) a negruzcas. **Dehiscencia:** de forma irregular por la parte apical. **Gleba:** carnosa, marrón grisácea (5E3), consistencia polvorienta, con filamentos delgados blanquecinos. **Contexto:** ligeramente rubescente. **Pseudoestipite:** 1.0-1.7 cm de longitud, rugosos longitudinalmente, corto, solido, carnoso, bien desarrollado, color marrón amarillento (2A4), con una pequeña masa de micelio color blanco amarillento. **Basidiosporas:** (8.1-) 9.6-11.9 (-14.2) μm de diámetro incluyendo ornamentación [$\bar{x} = 10.2 \pm 0.5 \times 11.1 \pm 0.5 \mu\text{m}$, $Q_m = 1.1$, $n = 141$], globosas, equinuladas, color marrón amarillentas en KOH, espinas de 0.7-1.5 μm de largo. **Basidios:** no observados. **Peridio:** compuesto por dos capas; capa externa con hifas entretrejidas, marrón amarillentas a ligeramente rojizas, lisas, no fibuladas, 3.4-7.0 μm de diámetro; capa interna con hifas entretrejidas, hialinas, lisas, no fibuladas, pared ligeramente gruesa, 3.1-6.8 μm de diámetro.

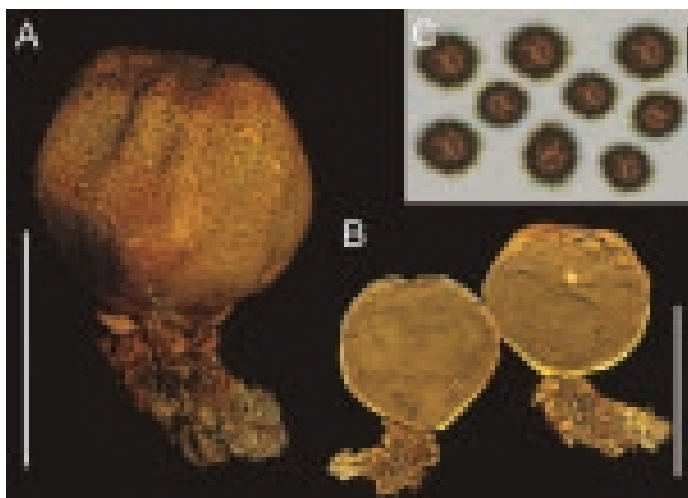


Figura 2. *S. verrucosum*. A. Basidioma maduro con detalle del peridio. B. Basidioma maduro con detalle de la gleba. C. Basidiosporas. Líneas A, B= 3.0 cm. C= 10 μm . Fotografías realizadas por César Pinzón-Osorio.

3.1 Material examinado

COLOMBIA, Cundinamarca. Bogotá D.C. Quebrada La Vieja. 4° 38' 49.78" N, 74° 02' 43.95" W, 2789 m, 5 Jul. 2016, *C. Pinzón-O.* 205 (HUPN). 04° 38' 54.79" N, 74° 02' 47.14" W, 2754 m, 5 Jul. 2016, *C. Pinzón-O.* 206 (HUPN). 04° 38' 53.51" N, 74° 02' 45.79" W, 2765 m, 15 Oct. 2016, *C. Pinzón-O.* 207 (HUPN). 04° 38' 55.21" N, 74° 02' 45.41" W, 2755 m, 15 Oct. 2016, *C. Pinzón-O.* 210 (HUPN).

3.2 Hábito y hábitat

Solitario a gregario sobre tierra húmeda, próximo a vegetación de *Eucalyptus* lo que indicaría la posible asociación simbiótica con esta especie, aspecto que ya ha sido confirmada por los estudios de Trappe ⁽²¹⁾, Marx y Bryan ⁽¹⁹⁾, Chu-Chou ⁽²²⁾, Malajczuk *et al.* ⁽⁴⁵⁾, Garbaye *et al.* ⁽⁴⁶⁾, Richter y Bruhn ⁽²³⁾, Burgess *et al.* ⁽⁴⁷⁾, Dell *et al.* ⁽²⁴⁾, Lu *et al.* ⁽²⁵⁾, Chen *et al.* ⁽²⁶⁾, Rincón *et al.* ⁽²⁷⁾.

3.3 Uso tradicional o práctico

La mayoría de las especies del género *Scleroderma* al ser ectomicorrizas (ECM), posibilitan el desarrollo y crecimiento de algunas especies arbóreas ^(8,28-30), por lo tanto, son utilizadas a nivel comercial como inóculo en plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus* ^(19,21-27).

S. verrucosum puede prosperar en bosques deciduos, jardines y parques ⁽⁹⁾ creciendo como ectomicorriza debajo de plántulas de *Pseudoglessula acutissima* Verdcourt, *Quercus acutissima* Carruth ^(48, 17), *Eucalyptos globulus* Labill. ⁽⁴⁹⁾, *Pinus* ⁽²²⁾, *Azelia* Sm. ⁽⁵⁰⁾, *Fagus* L., *Cornus* L., *Corylus* L., *Castanea* Mill., y *Carpinus* L. ⁽¹⁷⁾ y ha sido usada como inóculo en explotaciones forestales comerciales de *Eucalyptus* ya que mejora significativamente el crecimiento de los arboles con los que se asocia ⁽⁴²⁻⁴⁴⁾. Si bien, para Colombia no se reporta el uso de este grupo de hongos gasteroides, no se descarta que a futuro sean utilizados en el sector agro-productivo.

De acuerdo con Robles *et al.* ⁽⁵¹⁾ *S. verrucosum* es comestible y tiene propiedades medicinales al ser un buen cicatrizante de heridas, disminuyendo el sangrado cuando se deposita el polvo del hongo sobre las partes afectadas. No obstante, Wright y Albertó ⁽⁹⁾ consideran a *S. verrucosum* una especie toxica, por lo que no se recomienda su ingesta.

3.4 Distribución

S. verrucosum tiene una distribución cosmopolita ⁽⁷⁾, no obstante, predomina en bosques hacia el sur de Europa y Zonas tropicales ⁽¹⁰⁾. En África se registró en Burkina Faso ⁽⁵²⁾. En Asia se halló en China ⁽⁵³⁾ e India ⁽⁵⁴⁾. Se ha observado en Europa ⁽⁵⁵⁾. En Norteamérica se ha descrito para Hawaii ⁽⁵⁵⁾ y México ^(7,56-64). En Suramérica se ha observado en Brasil ^(7,12,65-67) y Argentina ⁽⁹⁾. Este es el primer reporte de la especie para Colombia con basidiomas colectados en los cerros orientales de Bogotá, departamento de Cundinamarca.

4. Discusión

S. verrucosum fue descrito inicialmente como *Lycoperdon verrucosum* por Pierre Bulliard en 1791 ⁽⁶⁸⁾. No obstante, fue transferido al género *Scleroderma* en 1801 por Christian Hendrik Persoon con el epíteto *verrucosum* que significa «verrugas» ^(62,69,70).

Los caracteres taxonómicos diagnósticos, que delimitan y diferencian a esta especie de otras, son la presencia de un basidioma con un pseudoestipite bien desarrollado; peridio delgado (menor a 0.5 cm de grosor), con escamas pequeñas, irregulares a piramidales, color marrón oscuro; basidiosporas equinuladas de 9-11 μm de diámetro y un sistema hifal efibulado ^(7,15).

S. verrucosum podría confundirse con *S. areolatum* Ehrenb., *S. albidum* Pat., y *S. nitidum* Berk debido a sus similitudes morfológicas macroscópicas y microscópicas. Sin embargo, el tamaño de las basidiosporas es el carácter que permite separar a las tres especies de *S. verrucosum*, ya que para esta última, las basidiosporas tienen dimensiones que oscilan entre (8-) 9-12 (-14) μm , siendo más pequeñas con respecto a *S. areolatum* (9-) 10-15 (-18) μm ^(9,15), (10-) 11-16 (-17) μm ⁽¹³⁾ o 11-15 (-16) μm ⁽¹⁷⁾ y *S. albidum* con dimensiones de (10-) 13-17 (-19) μm ⁽¹⁵⁾ o (10.5-) 12-14.5 (-16.5) ⁽¹³⁾.

Para el caso de *S. nitidum*, las basidiosporas son más pequeñas (6-) 7-11 (-12) μm ⁽¹⁵⁾ que en *S. verrucosum*. Adicionalmente, Cortez *et al.* ⁽¹²⁾ indica que las pequeñas escamas del peridio de *S. verrucosum* pueden confundirla con *S. citrinum* Pers., pero esta última posee basidiosporas reticuladas y no equinuladas como *S. verrucosum* ⁽⁷⁰⁾.

Las descripciones y las medidas de las estructuras macroscópicas y microscópicas de los basidiomas colombianos concuerdan muy bien con las realizadas por Wright y Albertó ⁽⁹⁾ y Guzmán *et al.* ⁽³⁴⁾ para Argentina y México, respectivamente. No obstante, las basidiosporas del nuevo registro son superiores (9.6-11.9 μm) a las señalizadas por Wright y Albertó ⁽⁹⁾ (7-12 μm). Aun así, las dimensiones de éstas se encuentran dentro de los rangos señalados por Guzmán *et al.* ⁽³⁴⁾.

5. Conclusión

Para concluir, este trabajo reporta por primera vez a *S. verrucosum* e incrementa a cuatro el número de especies que representan al género en Colombia (*S. albidum*, *S. areolatum*, *S. citrinum* y *S. verrucosum*). Se espera que el número de especies de *Scleroderma* sea mayor en la medida en que aumenten las exploraciones micológicas.

Clave de identificación taxonómica para las especies del género *Scleroderma*, reportadas en Colombia. Tomada y adaptada de Guzmán ⁽⁷⁾, Nuhra *et al.* ⁽¹³⁾ y Guzmán *et al.* ⁽¹⁵⁾.

1. Basidiosporas con ornamentación equinulada3
2. Basidiosporas con ornamentación reticulada.....7

3. Basidiosporas de (10–) 11–16 (–17) μm de diámetro4
 - 3' Basidiosporas de (10.5–) 12–14.5 (–16.5) μm de diámetro.....5
 - 3* Basidiosporas de (8) 9–12 (–14) μm de diámetro6
4. Basidioma 2-4 cm de diámetro, subgloboso a piriforme, sin pseudoestipite. Peridio delgado (menor a 0.5 cm de grosor), membranoso y escamoso, color blanco amarillento a amarillo vivo, pálido al madurar. Escamas poligonales. Color marrón a ligeramente oscuras.*S. areolatum*
5. Basidioma 2-6 cm de diámetro, globoso a subgloboso, en algunas ocasiones con pseudoestipite bien desarrollado. Peridio grueso (mayor a 0.5 cm de grosor), escamosa a agrietada en la parte apical. Color marrón amarillento, pálido, con áreas marrón rojiza. Escamas irregulares, mayores a 6 mm de diámetro.....*S. albidum*
6. Basidiomas 2.2-3.3 cm de diámetro, pseudoestipite bien desarrollado. Peridio delgado (menor a 0.5 cm de grosor), con escamas pequeñas, irregulares a piramidales. Color marrón oscuro. Basidiosporas equinuladas y sistema hifal efibulado.*S. verrucosum*
7. Basidiomas de 2-8 cm diámetro, globosos a subglobosos, algunas veces aplanados en la parte apical superior. Sésiles, raramente con pseudoestipe bien desarrollado. Peridio liso, escamoso a agrietado. Escamas irregulares a triangulares, agrupadas o individuales. Color amarillo pálido, amarillo vivo a marrón. Basidiosporas con ornamentación reticular poco intrincado, con espinas.....*S. citrinum*

Agradecimientos. Los autores agradecen al Herbario de la Universidad Pedagógica Nacional (HUPN), sede Bogotá, por la ayuda logística. A los evaluadores anónimos por las sugerencias y comentarios críticos al manuscrito.

Referencias bibliográficas

1. Hughey BD, Adams GC, Bruns TD, Hibbett DS. Phylogeny of *Calostoma*, the gelatinous-stalked puffball, based on nuclear and mitochondrial ribosomal DNA sequences. *Mycologia*. 2000; 92:94-104.
2. Binder M, Bresinsky A. Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia*. 2002; 94(1): 85-98. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/49681876_Derivation_of_a_Polymorphic_Lineage_of_Gasteromycetes_from_Boletoid_Ancestors
3. Louzan, R., Wilson, A.W., Binder, M., Hibbett, D.S. Phylogenetic placement of *Diplocystis wrightii* in the Sclerodermatineae (Boletales) based on nuclear ribosomal large subunit DNA sequences. *Mycoscience*. 2007; 48(1):66-69. URL disponible en: <https://www2.clarku.edu/faculty/dhibbett/Reprints%20PDFs/Louzan%20et%20al%202007%20Diplocystis.pdf>.

4. Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 10th ed. Wallingford: CABI Publishing; Oxford; 2008. 640.
5. Wilson, A.W, Binder, M, Hibbett, DS. Effects of gasteroid fruiting body morphology on diversification rates in three independent clades of fungi estimated using binary state speciation and extinction analysis. *Evolution*. 2011; 65(5): 1305-322. URL disponible en: https://www2.clarku.edu/faculty/dhibbett/Reprints%20PDFs/Wilson_etal_Evolution_2011.pdf.
6. Persoon CH. Synopsis methodica fungorum. Göttingen; 1801. Pp 1-706.
7. Guzmán G. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. (Fungi-Basidiomycetes). *Darwiniana*. 1970; 16, 233-407.
8. Jeffries P. *Scleroderma*. In: Cairney, JWG, Chambers, SM, (eds). *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile*. Canterbury: Springer Berlin Heidelberg; 1999; 200 pp.
9. Wright JE, Albertó E. *Hongos de la región Pampeana II: Hongos sin laminillas*. Buenos Aires: Editorial L.O.L.A. 2006; 336 pp.
10. Sims KP, Watling R, Jeffries P. A revised key of the genus *Scleroderma*. *Mycotaxon*. 1995; 56, 403-420.
11. Giachini A, Castellano M, Trappe J. Ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations in southern Brazil. *Mycologia*. 2000; 92(6): 1166-1177.
12. Cortez VG, Baseia IG, Silveira RMB. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: Boletales. *J Yeast Fungal Res*. 2011; 2(4): 44-52. URL disponible en: http://www.academicjournals.org/article/article1379601153_Cortez%20et%20al.pdf
13. Nouhra ER, Hernández-Caffot ML, Pastor N, Crespo EM. The species of *Scleroderma* from Argentina, including a new species from the *Nothofagus* forest. *Mycologia*. 2012; 104 (2): 488-495. URL disponible en: http://labmem.unsl.edu.ar/Publicados/Scleroderma_12.pdf.
14. Yousaf N, Khalid AN, Niazi AR. New records of *Scleroderma* species (Sclerodermataceae, Agaricomycetes) from Pakistan. *Mycotaxon*. 2012; 122: 43-50.
15. Guzmán G, Cortés-Pérez A, Guzmán-Dávalos L, Ramírez-Guillén F, Sánchez-Jácome MR. An emendation of *Scleroderma*, new records, and review of the known species in Mexico. *Rev Mex Biodivers*. 2013; 84: 173-191. URL disponible en: http://ac.els-cdn.com/S1870345313729828/1-s2.0-S1870345313729828-main.pdf?_tid=7501c756-6f59-11e7-8d73-00000aacb35d&acdnat=1500781746_54fa79cb68f04239ea74e18e859d08bb.
16. Phosri C, Martín MP, Watling R, Jeppson M, Sihanonth P. Molecular phylogeny and reassessment of some *Scleroderma* spp. (Gasteromycetes). *An Jard Bot Madr*. 2009; 166: 83-91. URL disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.692.6123&rep=rep1&type=pdf>.
17. Rusevska K, Karadelev M, Phosri C, Dueñas M, Watling R, Martín MP. Rechecking of the genus *Scleroderma* (Gasteromycetes) from Macedonia using barcoding approach.

Turk J Botany. 2014; 38: 375-385. URL disponible en: <http://journals.tubitak.gov.tr/botany/issues/bot-14-38-2/bot-38-2-17-1301-36.pdf>

18. Hawksworth DL, Kirk PM, Sutton BC, Pegler DN. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. Wallingford: CAB International. 1995; 784 pp.

19. Marx, DH, Bryan, WC. *Scleroderma bovista*, an ectotrophic mycorrhizal fungus of pecan. *Phytopathology*. 1969; 59: 1128-1132.

20. Dighton J. *Fungi in Ecosystem Processes*. New York: Marcel Dekker Inc; 2003; 119 pp.

21. Trappe JM. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot Rev*. 1962; 28(4): 538-606.

22. Chu-Chou M. Mycorrhizal fungi of *Pinus radiata* in New Zealand. *Soil Biol Biochem*. 1979; 11(6): 557-562.

23. Richter DL, Bruhn JN. *Pinus resinosa* ectomycorrhizae: seven host-fungus combinations synthesized in pure culture. *Symbiosis*. 1989; 7: 211-228.

24. Dell B, Malajczuk N, Bougher NL, Thomson G. Development and function of *Pisolithus* and *Scleroderma* ectomycorrhizas formed in vivo with *Allocasuarina*, *Casuarina* and *Eucalyptus*. *Mycorrhiza*. 1994; 5 (2): 129-138.

25. Lu XH, Malajczuk N, Dell B. Mycorrhiza formation and growth of *Eucalyptus globulus* seedlings inoculated with spores of various ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*. 1998; 8(2): 81-86.

26. Chen YL, Gong MQ, Wang FZ, Zhang MQ, Chen Y. Diversity and colonization of putative mycorrhizal fungi in *Eucalyptus* plantations in Southern China. *For Stud China*. 2000 2(2): 34-42.

27. Rincón A, Álvarez IF, Pera J. Inoculation of containerized *Pinus pinea* L. seedlings with seven ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*. 2001; 11(6): 265-271. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/260252837_Inoculation_of_containerized_Pinus_pinea_L_seedlings_with_seven_ectomycorrhizal_fungi.

28. Binder M, Hibbett DS. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia*. 2006; 98(6): 971-981. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/6344399_Molecular_systematics_and_biological_diversification_of_Boletales.

29. Watling R. The Sclerodermatoid fungi. *Mycoscience*. 2006; 47(1): 18-24.

30. Newbound M, McCarthy MA, Lebel T. Fungi and the urban environment: a review. *Landsc Urban Plan*. 2010; 96(3): 138-145. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/222033201_Fungi_and_the_urban_environment_A_review.

31. Kumla J, Suwannarach N, Bussaban B, Lumyong S. *Scleroderma suthepense*, a new ectomycorrhizal fungus from Thailand. *Mycotaxon*. 2013; 123: 1-7. URL disponible en: <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/mtax/00934666/v123n1/s2.pdf?exp>

ires=1500783036&id=91098083&titleid=41000038&accname=Guest+User&checksum=2A422CED3CA4F773CCD038BD7FDCC4B8. DOI: <https://doi.org/10.5248/123.1>

32. Montagner DF, Coelho G, Silveira AO, Baldoni DB, Antonioli ZI. Morphological and molecular analyses in *Scleroderma* (Basidiomycota) associated with exotic forests in Pampa biome, southern Brazil. *Mycosphere*. 2015; 6(3): 337-344. URL disponible en: http://www.mycosphere.org/pdf/Mycosphere_6_3_9.pdf.

33. Vasco-Palacios AM, Franco-Molano, A.E. Diversity of Colombian Macrofungi. (Ascomycota-Basidiomycota). *Mycotaxon*. 2013; 121: 1-58. URL disponible en: <http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/VascoPalacios-v121-checklist.pdf>

34. Guzmán G, Varela L. Los hongos de Colombia III. Observaciones sobre los hongos, líquenes y mixomicetos de Colombia. *Caldasia*. 1978; 7: 309-338. URL disponible en: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/34451/34649>

35. Holdridge LR, Grenke W, Hatheway WH, Liang T, Tosi JA. *Forest environments in tropical life zones: A pilot study*. Oxford: Pergamon Press. 1971; 747 pp.

36. Rodríguez-Barríos J, Ospina R. Retención de materia orgánica particulada gruesa en una quebrada de montaña tropical. *Acta Biolo Colomb*. 2007; 12 (2): 33-46. URL disponible en: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/27192/27465>.

37. Pinzón-Osorio CA, Castiblanco-Zerda A, Pinzón-Osorio J. *Laternea pusilla* (Phallales, Phallaceae) una nueva especie para Colombia. *Acta Biolo Colomb*. 2017; 22 (1):101-104. URL disponible en: http://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/59866/pdf_22%281%29_art10.

38. Vargas JP. Análisis de un bosque Altoandino con énfasis en la precipitación del mantillo: quebrada La Vieja, Bogotá Colombia. (Trabajo de grado). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; 2003; 20-25 pp.

39. Brundrett M, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N. *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Canberra: ACIAR Monographs; 1996; 374 pp.

40. Kornerup A, Wanscher JH. *Methuen handbook of color*. 3rd ed. London: Eyre Methuen Ltd. 1983; 252.

41. Baseia IG, Silva BDB, Ishikawa NK, Soares JVC, França IF, Ushijima S, et al. Discovery or extinction of new *Scleroderma* species in Amazonia? *PLoS One*. 2016; 11(12): 1-19. e0167879.

42. Cunningham GH. *The Gasteromycetes of Australia and New Zealand*. Vaduz: J. Cramer. 1979; 236 pp.

43. Domínguez de Toledo LS. Gasteromycetes (Eumycota) del Centro y Oeste de la Argentina. (Tesis de doctorado). Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. 1989; 262 pp.

44. Index Fungorum. *Scleroderma verrucosum*. The Royal Botanic Gardens Kew, CAB International. 2017; [Acceso 22 de junio de 2017], en: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>.
45. Malajczuk N, Trappe JM, Molina R. Interrelationships among some ectomycorrhizal trees, hypogeous fungi and small mammals: Western Australian and northwestern American parallels. *Aust J Ecol*. 1987; 12: 53-55.
46. Garbaje J, Delwaulle JC, Diangana D. Growth response of eucalypts to mycorrhizal inoculation in the Congo. *For Ecol Manage*. 1988; 24: 151-157.
47. Burgess LW, Forbes C, Nelson PE, Marasas WFO, Gott KP. Characterization and distribution of *Fusarium acuminatum* Subsp. *Armeniacum* Subsp. Nov. *Mycologia*. 1993; 85: 119-124.
48. Jung NC, Tamai Y. Anatomical observation of polyphenol changes in epidermal cells during the development of *Quercus acutissima*-*Scleroderma verrucosum* ectomycorrhizae. *Trees*. 2012; 26: 301-310.
49. Putra DP, Berredjem A, Chalot M, Dell B, Botton B. Growth characteristics, nitrogen uptake and enzyme activities of the nitrate utilising ectomycorrhizal *Scleroderma verrucosum*. *Mycol Res*. 1999; 103: 997-1002.
50. Bâ A, Thoen D. First synthesis of ectomycorrhizas between *Azelia africana* and native fungi of West Africa. *New Phytol*. 1990; 114(1): 99-103. URL disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00379.x/pdf>.
51. Robles L, Huerta G, Andrade RH, Ángeles HM. Conocimiento tradicional sobre los macromicetos en dos comunidades Tseltales de Oxchuc, Chiapas, México. *Etnobiología*. 2007; 5: 21-35. URL disponible en: <http://asociacionetnobiologica.org.mx/revista/index.php/etno/article/view/101/104>.
52. Sanon KB, Bâ AM, Dexheimer J. Mycorrhizal status of some fungi fruiting beneath indigenous trees in Burkina Faso. *For Ecol Manage*. 1997; 98: 61-69.
53. Jian-Zong L. Studies of *Scleroderma* from China. *Hunan Shifan Daxue Ziran Kexue Xuebao*. 2003; 26 (4): 60-4.
54. De AB, Debasmita R. *Scleroderma verrucosum* (Bull.) Pers. An addition to the fungi of West Bengal, India. *J Nat Hist*. 2007 3(1): 31-3.
55. Dickinson C, Lucas J. *VNR Color Dictionary of Mushrooms*. New York: Van Nostrand Reinhold. 1982; 160 pp.
56. Guzmán G. *Identificación de los hongos*. México City: Limusa; 1977; 445 pp.
57. Frutis I, Guzmán G. Contribución al conocimiento de los hongos del Estado de Hidalgo. *Rev Mex Micol*. 1983. 18: 219-265.
58. Guzmán-Dávalos L, Guzmán G. Hongos del estado de Jalisco, V. El género *Scleroderma*. *Rev Mex Micol*. 1985; 1: 109-128.

59. Laferrière JE, Gilbertson RL. Fungi of Nabogame, Chihuahua, México. *Mycotaxon*. 1992; 44: 73-87.
60. Díaz-Barriga H, Guevara-Fefer F, Valenzuela R. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. *Acta Bot Mex*. 1998; 2 (1): 21-44. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/26470813_Contribucion_al_conocimiento_de_los_macromicetos_del_estado_de_Michoacan.
61. Esqueda-Valle M, Pérez-Silva E, Herrera T, Coronado-Andrade M, Estrada-Torres A. Composición de gasteromicetos en un gradiente de vegetación de Sonora, México. *An Inst Bio*. 2000; 71: 39-62. URL disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/bot/071-02/BOT71201.pdf>
62. Moreno G, Lizárraga M, Esqueda M, Coronado ML. Contribution to the study of gasteroid and secotiid fungi of Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon*. 2010; 112 (1): 291-315.
63. Canseco-Zorrilla E. *Estudio de la diversidad de macromicetos silvestres en el municipio de San Gabriel Mixtepec, Oaxaca*. (Trabajo de grado). Facultad de Biología, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca. 2011;73 pp.
64. Cortés-Pérez A. *Diversidad del género Scleroderma Pers.emend. Fr. (Fungi, Basidiomycotina, Sclerodermatales) en Veracruz*. (Trabajo de grado). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa. 2011; 78 pp.
65. Sobestiansky G. Contribution to a macromycete survey of the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. *Braz Arch Biol Technol*. 2005; 48: 437-457. URL disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132005000300015.
66. Meijer AAR. Macromycete survey from Brazilian State of Paraná. *Bol Mus Bot Mun Curitiba*. 2006; 68: 1-59.
67. Trierveiler-Pereira L, Bascia IG. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). *Mycotaxon*. 2009; 108: 441-444. URL disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228815471_A_checklist_of_the_Brazilian_gasteroid_fungi_Basidiomycota.
68. Bulliard P. Histoire des champignons de la France. I . Paris, France. 1791. 154 p.
69. Arora D. Mushrooms Demystified: A Comprehensive Guide to the Fleshy Fungi. Berkeley, California: Ten Speed Press. 1986. 912 p.
70. Pegler DN, Laessoe T, Spooner BM. *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns: an account of the British gasteroid fungi*. Kew: Royal Botanic Gardens; 1995; 255 pp.

Dirección de los autores

César Augusto Pinzón-Osorio

Línea de Investigación Enseñanza y Aprendizaje de la Botánica. Departamento de Biología. Herbario.

Universidad Pedagógica Nacional. Sede Bogotá, Colombia.

capinzono@unal.edu.co

Andrea Castiblanco-Zerda

Línea de Investigación Ecología de Sistemas Acuáticos de la Región Andina. Grupo de Investigación CASCADA. Departamento de Biología.

Universidad Pedagógica Nacional. Sede Bogotá, Colombia.

andreacastiblanco@gmail.com

Jonás Pinzón-Osorio

Program Human Ecology. Bachelor of Science.

College of the Atlantic. COA. Maine, U.S.A.

jpinzonosorio@coa.edu