



## Dos especies nuevas del género *Boletus* (Boletales: Agaricomycetes) en México

### Two new species of the genus *Boletus* (Boletales: Agaricomycetes) in Mexico

Jesús García-Jiménez<sup>1</sup>, Rolf Singer<sup>2</sup>, Eduardo Estrada<sup>3</sup>, Fortunato Garza-Ocañas<sup>3</sup> y Ricardo Valenzuela<sup>4✉</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Av. E. Portes Gil 1301 Pte., 87010 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>2</sup>The Field Museum, 1400 S. Lake Shore Dr. Chicago, IL 60605-2496, USA.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Linares, Carretera Nacional Km. 145, Apartado postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México.

<sup>4</sup>Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Plan de Ayala y Carpio s/n., Col. Santo Tomás, 11340 México, D. F., México.

✉ rvalenzg@ipn.mx

**Resumen.** Se describen e ilustran 2 especies nuevas para la ciencia del género *Boletus* encontradas en bosques de *Quercus* en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, México: *Boletus paulae* y *B. singeri*. *B. paulae* pertenece a la secc. *Luridi* y *B. singeri* a la secc. *Subpruinosi* del género *Boletus*. Ambas especies son consideradas micorrizógenas, la primera con *Quercus fusiformis* y *Q. polymorpha* y la segunda con *Q. canbyi*. Los especímenes están depositados en los Herbarios ITCV y UNL con duplicados en F y ENCB. Además, se presentan claves para la determinación de las especies mexicanas de las secc. *Luridi* y *Subpruinosi* que crecen en México.

Palabras clave: Boletaceae, *Boletus paulae*, *B. singeri*, biodiversidad.

**Abstract.** Two new species of the genus *Boletus* collected in a *Quercus* Forest from Nuevo León and Tamaulipas states, Mexico, are described and illustrated for the first time for science: *Boletus paulae* and *B. singeri*. *Boletus paulae* belongs to the sect. *Luridi* and *B. singeri* to the sect. *Subpruinosi* of the genus *Boletus*. Both species are considered mycorrhizal, the first with *Quercus fusiformis* and *Q. polymorpha* and the second with *Q. canbyi*. The specimens are deposited in the Herbaria ITCV and UNL with duplicates in F and ENCB Herbaria. Besides, keys are provided for determining Mexican species of the sect. *Luridi* and *Subpruinosi* that grow in Mexico.

Key words: Boletaceae, *Boletus paulae*, *B. singeri*, biodiversity.

### Introducción

Los Boletales son un orden monofilético de Agaricomycetes que incluye más de 1 316 especies descritas que están distribuidas tanto en zonas templadas como tropicales de todo el Mundo (Binder y Hibbett, 2006; Kirk et al., 2008). Estos hongos forman un grupo morfológicamente diverso de especies que incluye basidiomas con himenóforo poroide, laminar, liso, venoso y dentado o con formas estipitadas, sésiles, resupinadas y gasteroides hipogeas o epigeas (Grubisha et al., 2001; Binder y Hibbett, 2006). La mayoría de los Boletales obtienen sus fuentes de carbono por sus asociaciones micorrizógenas que forman con plantas de las familias Betulaceae, Fagaceae, Fabaceae, Ericaceae, Pinaceae y Salicaceae, entre otras (Newman y Reddell, 1987). Algunos son altamente apreciados por su valor comestible y otros son importantes ecológicamente como fuente de alimento

para mamíferos y muchos insectos. Recientemente, Binder y Hibbett (2006) realizaron el análisis filogenético del orden Boletales, en el cual reconocieron 6 subórdenes: Boletineae, Paxillineae, Sclerodermatineae, Suillineae, Coniophorineae y Tapinellineae, en donde los primeros 4 tienen hongos con forma boletoides. Bajo este nuevo criterio taxonómico, el género *Boletus* se incluye en el suborden Boletineae dentro de la familia Boletaceae y las características taxonómicas consideradas por Singer (1986) se mantienen para el mencionado género, aunque las hipótesis filogenéticas lo consideran como polifilético (Binder y Hibbett, 2006).

Entre los estudios que se han desarrollado en México sobre los hongos boletoides destacan los de García y Castillo (1981) sobre las especies de boletáceos de Nuevo León; Cappello y Cifuentes (1982) quienes estudiaron especies de *Suillus* del estado de Guerrero; Singer et al. (1990, 1991, 1992) sobre los Boletineae de México y Centroamérica; los de González-Velázquez y Valenzuela (1993, 1995, 1996) sobre los boletáceos del Estado de México, y los de García (1999) y García-Jiménez y Garza-

Ocañas (2001) quienes registraron e inventariaron 212 taxa de Boletaceae *s.l.* para el país, lo que equivale al 16.1% de las especies actualmente conocidas en el Mundo.

Durante las estancias de investigación realizadas en 1988 y 1989 por el primer autor con el Dr. Rolf Singer en el Museo de Historia Natural de Chicago, se revisaron especímenes de los estados de Nuevo León y Tamaulipas que no concordaban con las especies descritas del género *Boletus* y años más tarde, entre 2005 y 2010 se realizaron diversos estudios en el estado Tamaulipas y se recolectaron más ejemplares de hongos boletoides correspondientes a los mismos taxones; por lo que el presente trabajo tiene como objetivo describir e ilustrar 2 especies nuevas del género *Boletus* para el país y de esta manera contribuir al conocimiento de la micobiota de México. Estas especies de acuerdo a la clasificación de Singer (1986) se ubican en las secc. *Luridi* y *Subpruinosi*, la primera caracterizada por tener hábito de tipo *Boletus*, esto es con poros pequeños y estípote robusto y ventricoso, el cual es finamente floccoso, furfuráceo, fibriloso o finamente a fuertemente reticulado y la superficie del píleo es seca o viscosa, y usualmente tomentosa, pruinosa, velutinosa, granular o lisa, superficie de los poros de color rojo cuando jóvenes, decolorando en la madurez a anaranjado o oliváceo, contexto se mancha de azul al maltratarse; mientras que la segunda presenta hábito de tipo *Xerocomus*, esto es con poros grandes y estípote delgado y cilíndrico, con la superficie similar en ornamentación a la anterior, y el píleo es seco y floccoso, furfuráceo o fibriloso, contexto se mancha o no de azul al maltratarse. Se presentan claves dicotómicas para la determinación de las especies conocidas en México de ambas secciones (González-Velázquez y Valenzuela, 1993, 1996; García, 1999; García-Jiménez y Garza-Ocañas, 2001).

## Materiales y métodos

En el presente trabajo se estudiaron 37 ejemplares que se depositaron en el Herbario Micológico “José Castillo Tovar” del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UNL) con duplicados en los herbarios del Museo de Historia Natural de Chicago (F) y de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB). Las siglas de los herbarios son de acuerdo con Thiers (2012). Para la caracterización macroscópica de los especímenes recolectados se siguieron los criterios de Largent et al. (1977) y Cifuentes et al. (1986). Los colores de los basidiomas mencionados en las descripciones de las especies se basan en la tabla de Kornerup y Wanscher (1978). Para el análisis microscópico de los ejemplares se

utilizó KOH al 5% y reactivo de Melzer como medios de montaje y se realizaron cortes de las diferentes partes del basidioma para observar las esporas, basidios, cistidios, la disposición de las hifas del himenóforo, contexto y superficie del píleo y estípote; además se hicieron dibujos a escala de dichas estructuras.

## Descripciones

*Boletus paulae* J. García, Singer y F. Garza-Ocañas sp. nov.

Mycobank 804374

Figs. 1, 2.

*Diagnosis.* Pileus 45-80 mm latus, convexus, vividus ruber, ruber, vinaceus ruber vel brunneus ruber, siccus, primum laevis, dein velutino-tomentosus vel rimulosus. Hymenophorum tubulosum, adnexum vel depressum, ruber vel aurantio-ruber, flavum-arantiacum, caerulescens; pori angulati, 0.5-1 mm latis; tubi flavus vel olivaceus, caerulescens. Stipes 40-65 mm longus, 8-26 mm crassus, furfuraceo-punctatus, vivide luteus ad apicem, vividus ruber, ruber, vinaceus ruber vel brunneus ruber, siccus. Contextus 10-17 mm crassus, primum alvidus vel pallide luteus, fracta pallide ruber, dein caerulescens. Basidiosporis (8.8-) 9.6-12 × 4.5-5.2 (-5.6)  $\mu$ m, ellipsoidis vel fusoidis. Tramata hymenophorali typi boletorum. Pileipellis et stipitipellis triconidialis. Hyphis haud fibuligeris. Ad terrum in quercetum silvae. México, Nuevo León, municipio de Santiago, El Cercado, 8.VI.1984, prope. J. García 4499 (holotypus ITCV, isotypus F, ENCB).

Píleo de 45-80 mm de diámetro, convexo, de color rojo intenso (10A8, 11A8), rojo (11A6-7), rojo vináceo (11D8) a rojo frambuesa (10D7), en especímenes viejos o deshidratados es marrón violeta (11E8) o marrón (11F8), superficie seca, lisa o finamente tomentosa en especímenes jóvenes, ligeramente rimulosa a agrietada o rugulosa en especímenes maduros o viejos. Himenóforo tubuloso, adherido a subdeprimido; poros de 0.5-1 mm de diámetro, angulares, alargados o algo laminares hacia el estípote, de color rojizo o anaranjados (7A5, 7A6, 8D6) al madurar, cianescentes al tocarse; tubos de 4-10 mm de largo, de amarillo brillante (3A3-4) cuando joven, amarillo verdoso (1A8) u oliváceo (1E8), de color marrón rojizo (8E8) cuando viejo, cianescentes al exponerse. Estípote de 40-65 × 8-26 mm, cilíndrico con la base ligeramente más ancha, algunos especímenes atenuándose hacia la base o hacia el ápice, amarillo brillante (4A7) en el ápice, rojizo vináceo (11D8) en su parte media, rojo púrpura (14A8) hacia la base, superficie seca, cubierta en su totalidad por furfuraciones muy conspicuas de color rojo vináceo (11D8), en algunos especímenes de aspecto fibriloso y longitudinalmente estriado de la parte media hacia la

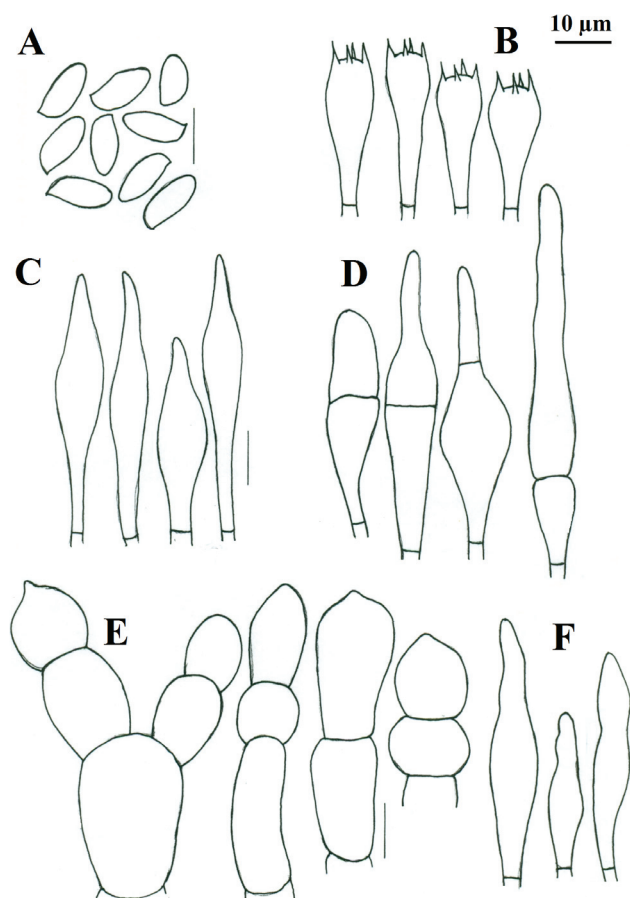




**Figura 1.** *Boletus paulae*: A, basidiomas; B, superficie del píleo; C, basidiomas manchándose de azul; D, himenóforo y estípites; E, contexto; F, tubos; G, poros.

base, contexto sólido, amarillo pálido (4A4) a amarillo brillante (4A7), de color rojo (11A6-7) en los túneles causados por insectos, cianescente en algunas partes al exponerse. Micelio basal blanquecino-grisáceo. Contexto de 10-17 mm de grosor, blanquecino a amarillo pálido (4A3) al cortarse, pronto se pone rosa pálido (11A3) con áreas rojizas bajo la cutícula y en los túneles de larvas de insectos, cianescente algunas partes al exponerse, consistencia carnosa y blanda, olor fungoide, agradable, sabor ligeramente ácido. Basidiosporas de  $(8.8-9.6-12 \times 4-5.2)$   $(-5.6)$   $\mu\text{m}$ , media de  $Q=2.28$   $\mu\text{m}$ , cilíndricas a fusoides u oblongas, con una depresión suprahilar, de color oliváceo en KOH y color miel pálido a marrón suboliváceo, inamiloides, lisas, de pared ligeramente

gruesa de hasta  $0.5 \mu\text{m}$ . Basidios de  $20-35 \times 8-11.5 \mu\text{m}$ , tetraspóricos, claviformes, hialinos a amarillo pálido en KOH. Pleurocistidios de  $36-69 \times (6.5-9-11 \mu\text{m})$ , escasos, fusoide-ventricosos a subcilíndricos, amarillo pálido en KOH y solución de Melzer. Queilocistidios de  $29-48 \times 6-9 \mu\text{m}$ , abundantes, subventricosos a fusoides, hialinos a amarillo pálido en KOH, con un contenido granuloso y amarillento en solución de Melzer; en el borde con células subglobosas o ampuláceas del tipo basidiolo, de  $20-24 \times 14-20 \mu\text{m}$ , hialinas en KOH y con un contenido granuloso anaranjado en solución de Melzer. Trama himenoforal bilateral del tipo *Boletus*, con un estrato medio de hifas algo gelatinizadas, hialinas o pálido amarillentas en KOH y amarillo anaranjado en solución de Melzer, que miden



**Figura 2.** *Boletus paulae*: A, basidiosporas; B, basidios; C, pleurocistidios; D, elementos del stípitipellis; E, elementos del pileipellis; F, queilocistidios.

de 5.2-14.2 µm de diámetro y el estrato lateral de hifas cilíndricas hialinas en KOH, que miden de 10.4-16 µm de diámetro, hifas sin fíbulas. Pileipellis un tricodermis, formado por un conjunto de hifas erectas más o menos en palisada, con células terminales subglobosas cortas o claviformes o subglobosas a mucronadas, de 8.8-34 µm de diámetro, pálido amarillentas en KOH. Estípitipellis formado por un estrato himeniforme o subhimeniforme de dermatobasidios de 14-22 × 6.5-8.5 µm, tetraspóricos, hialinos a amarillentos en KOH y de elementos cilíndricos o utriformes de 22 × 4-5.5 µm y caulocistidios claviformes, fusiformes o ventricosos de cuello largo y ápice subagudo algunos con un septo intermedio de 27-70 × 5-13 µm, hialinos o amarillo pálido, algunos granuloso en KOH.

**Reacciones macroquímicas:** el KOH sobre la superficie del píleo, el contexto y los poros reacciona cambiando a amarillo anaranjado, marrón amarillento o marrón rojizo; sobre la superficie del estípite cambia a color verdoso y

luego a ocráceo. El NH<sub>4</sub>OH no reacciona sobre la superficie del píleo, pero en contexto, superficie del estípite y poros cambia a color verde.

**Hábito y hábitat:** esta especie crece gregario en el humus y mantillo, en bosques de *Q. fusiformis* Small y *Q. polymorpha* Schlecht. y Cham., en los encinares de zonas bajas (entre los 400 y 500 m snm) o en el ecotono del encinar con selvas baja caducifolia o con matorral espinoso, o en los encinares de zonas altas (entre los 1 000 y 1 500 m snm) en el ecotono con el bosque mesófilo de montaña o en los bosques de encino y encino-pino asociada a *Q. polymorpha*. Fructifica en los meses de abril a octubre. Se conoce de diferentes localidades de los estados de Nuevo León y Tamaulipas en el noreste de México. La especie está dedicada a Paula Imelda Morales-Flores, esposa del primer autor, lo cual fue sugerido en 1990 por el Dr. Rolf Singer (QEPD).

**Material examinado:** Nuevo León: municipio de Santiago, El Cercado, 1 km hacia el poniente de la Colonia Pescadores, 8.VI.1984, *J. García* 4499 (holotipo ITCV, isotipo en F, ENCB), 17.VI.1984, *J. García* 4582, 4582-b (ITCV), 17-IX-1987, San Martín s/n. (ITCV), 23.X.1988, *J. García* y *R. Singer* 1988, *J. García* 6103, 6107 (ITCV), 11.VI.1991, *J. García* 7112 (ITCV); El Álamo, 7.VIII.1984, *J. García* 4420 (ITCV), El Cerrito, 4.VII.1981, *R. Valenzuela* 2105 (ENCB, ITCV); municipio de Juárez, río San Roque, 26.IX.1983, *J. García* 3161 (UNL, ITCV); municipio de Montemorelos, carretera Montemorelos-Linares, Puente Encadenado, 21.IX.1994, *J. García* 8997 (ITCV). Tamaulipas: municipio de Casas, 4 km al poniente del km. 80 carretera de Cd. Victoria-Soto La Marina, rancho El Lajeadero, 18.VI.1987, *J. García* 5445 (ITCV), 1.VII.1993, *J. García* 8529, 8538 (ITCV), 28.IX.1993, *J. García* 8749, 6.X.1993, *J. García* 8778 (ITCV); municipio de Victoria, Altas Cumbres, 15.IX.1992, *J. García* 7426; El Madroño, 26.X.2005, *J. García* 14780; municipio de San Carlos, cerro El Diente, 13.IX.2003, *J. García* 14490; Las Mulas, 13.IX.2008, *J. García* 17470, 28.VII.2010, *J. García* 18590; municipio de Güémez, La Esperanza, 5.IX.2004, *J. García* 14730; municipio de Gómez Farías, Ejido Alta Cima, 1.VII.2000, *J. García* 14314; La Alamillosa, 5.VI.2009, *J. García* 17920 (todos en ITCV).

**Comentarios taxonómicos:** *Boletus paulae* se distingue por el píleo de color rojo carmín o rojo rosáceo, los poros anaranjados cuando maduro, el estípite con notables furfuraciones rojizas y el contexto blanquecino a rosáceo con tonos rojizos que se mancha de azul al exponerse, por el tamaño de sus esporas. La especie pertenece a la secc. *Luridi* distinguible por el color rojo de los poros en especímenes jóvenes. *Boletus bicolor* var. *borealis* A. H. Sm. y Thiers es un hongo parecido, pero éste tiene el estípite liso y las esporas más grandes (11-15 × 4-5 µm).



*Boletus carminiporus* Bessette, Both y Dunaway presenta coloración similar pero su contexto se mancha muy ligeramente de azul, el estípote es distintamente reticulado y sus esporas son más pequeñas y angostas (Bessette et al., 2000). *Boletus flammans* Dick y Snell tiene colores rojos, los poros rojo fuerte; sin embargo, el estípote es reticulado al ápice y las esporas son más largas ( $10-18 \times 3.5-6.5 \mu\text{m}$ ) que las de *B. paulae*. *Boletus subvelutipes* Peck y *B. hypocarycinus* Singer son también miembros de la secc. *Luridi*, en estos el píleo es marrón oscuro a marrón rojizo, el estípote es furfuráceo o los poros de un rojo ladrillo mientras que en *B. paulae* el píleo es rojo, los poros son anaranjados y el basidioma en general es menos robusto que los anteriores. Finalmente, *B. dupainii* es una especie afín que se parece en los colores del basidioma, pero se separa por tener la superficie del píleo viscosa a glutinosa y las esporas de  $12.8-14.4 \times 4-5.6 \mu\text{m}$  (Ortiz-Santana et al., 2007).

***Boletus singeri*** J. García, E. Estrada-Castillón y R. Valenz. sp. nov.

Mycobank 804375

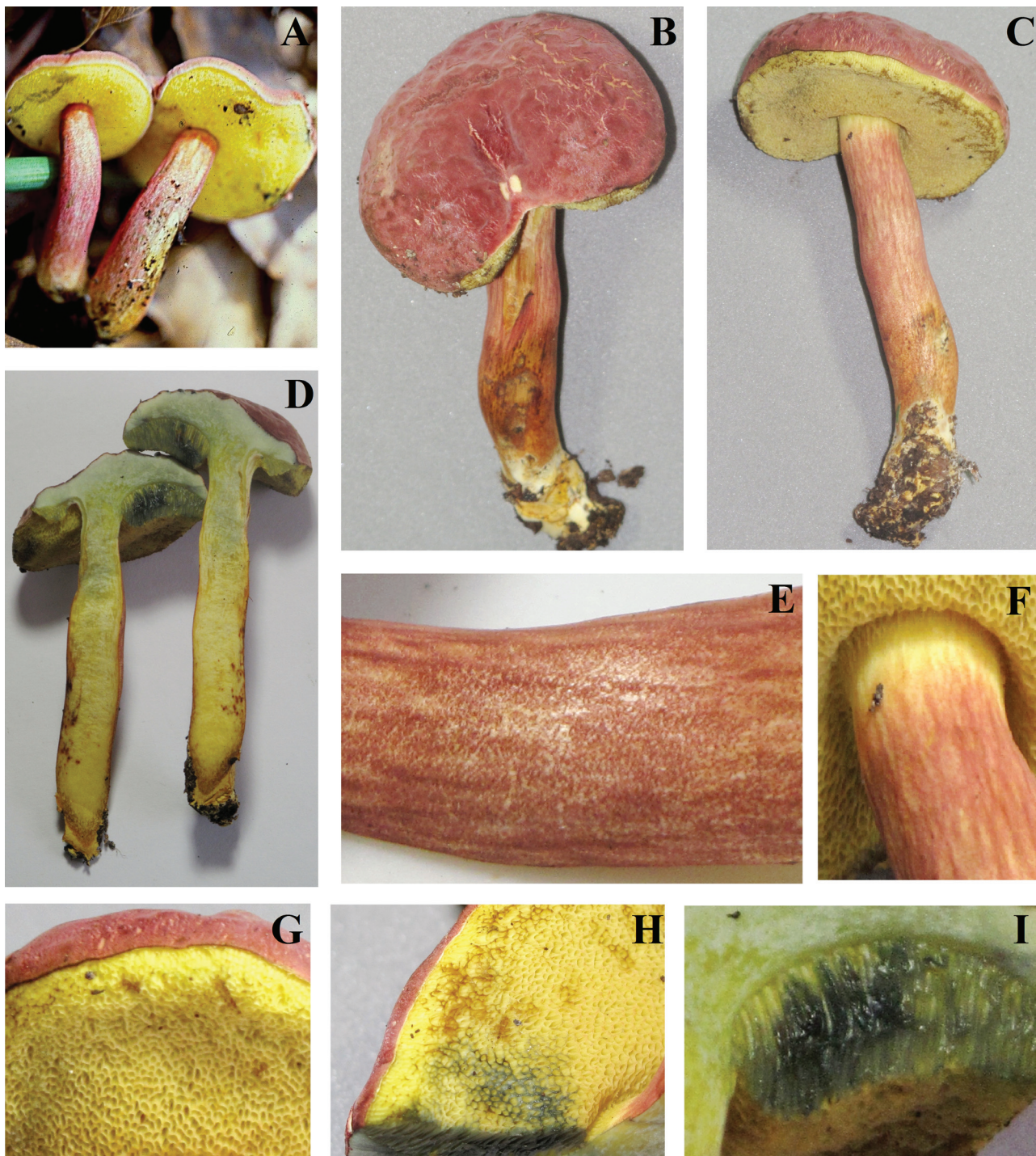
Figs. 3, 4.

**Diagnosis.** *Pileus* 22-62 mm *latus*, *convexus*, *roseus*, *subroseus* vel *rubellus*, *siccus*, *primum velutinum*, *dein laevis* vel *rimulosum*. *Hymenophorus tubulosus*, *depressus*, *primus flavus*, *dein spadiceus* vel *olivaceus*, *locus contusus caerulescens*, *dein brunnescens*; *pori angulati*, 0.3-0.5 mm *latis*; *tubi flavidus* vel *olivaceus*, *caerulescens*. *Stipes* 4-61 mm *longus*, 9-11 mm *crassus*, *furfuraceo-punctatus*, *luteus ad apicem*, *roseus*, *subroseus* vel *rubellus*, *siccus*. *Contextus* 7-10 mm *crassus*, *primum alvidus* vel *pallide luteus*, *fracta caerulescens*. *Basidiosporis*  $11.4-14.4 (-15) \times 4.2-5.4 (-6) \mu\text{m}$ , *ellipsoidis* vel *fusoidis*. *Tramate hymenophorali typi boletorum*. *Pileipellis et stipitipellis tricondermalis*. *Hyphis haud fibuligeris*. *Ad terrum in quercetum silvae*. México, Tamaulipas, municipio de Victoria, El Madroño, Km 151 Tula-Cd. Victoria, 24-IX-1985, prope. J. García 4966 (*holotypus* ITCV, *isotypus* F, ENCB).

Píleo de 22-62 mm de diámetro, convexo, de color rosa (12A4-5) a rosa pastel (11A4), con tonos rojo pálido (9A3), rojo opaco (9C4), rojo grisáceo (9C5) a rojo marrón (9C6), superficie seca, finamente velutinosa en especímenes jóvenes, glabrescente a lisa cuando maduros, ligeramente agrietado en el margen dejando ver el contexto de color crema en especímenes maduros. Himenóforo tubuloso, depreso alrededor del estípote; poros de 0.3-0.5 mm de diámetro, angulares, de color amarillo brillante (2A5) a amarillo pálido (2A3) cuando joven, después de color anaranjado ocráceo (5C7) a marrón oliváceo (4E6), se manchan de azul al tacto y después a marrón amarillento (5E8); tubos de 3-9 mm de largo, amarillos (2A4) a

oliváceos (4A6), se tiñen de azul rápidamente al exponerse. Estípote de  $45-61 \times 9-11 \text{ mm}$ , subcilíndrico, más delgado al ápice, de color amarilló pálido (2A3) al ápice y de color rosa (12A4-5) a rosa pastel (11A4), con tonos rojo pálido (9A3), rojo opaco (9C4), con algunos tonos marrón dorado (5D7) a anaranjado-marrón (5D5) hacia la base, superficie seca, densamente furfurácea-pustulada, furfuraciones de color rosáceo (12A4-5) a rojo vináceo (11D8); contexto sólido, amarillo pálido (4A4) a amarillo brillante (4A7), de color rojo (11A6-7) en los túneles causados por insectos, cianescente en algunas partes al exponerse. Contexto de 7-10 mm de grosor, blando, blanquecino a amarillo pálido (2A3), se mancha rápidamente de azul al exponerse, en los canales producidos por insectos es rojo púrpura (14A8), olor fungoide, sabor dulce, en el estípote sus 3 cuartas partes inferiores son de color amarillo cadmio (2A8). Micelio basal blanco. Esporada olivácea. Basidiosporas de  $11.4-14.4 (-15) \times 4.2-5.4 (-6) \mu\text{m}$ , media de  $Q=2.6$ , notablemente variables en tamaño, cilíndricas a fusiformes con depresión suprahilar, con ápice obtuso, de color oliváceo en KOH y color miel a marrón anaranjado y algunas rojizas en solución de Melzer. Basidios de  $21.6-39 \times 9-10.2 \mu\text{m}$ , claviformes, tetraspóricos, hialinos o con un contenido granuloso amarillento en KOH, algo más amarillentos en solución de Melzer. Trama himenoforal bilateral del tipo *Boletus*, con un estrato medio de hifas amarillentas y un estrato lateral hialino en KOH, éstas miden de 5-9  $\mu\text{m}$  de diámetro, sin fibulas. Pleurocistidios de  $30-52 \times 9-15 \mu\text{m}$ , fusoides ventricosos, hialinos o algunos pálido amarillento en solución de Melzer. Queilocistidios de  $35-65 \times 8.4-10.2 \mu\text{m}$ , fusoides o lanceolados, con ápice agudo o subagudo, hialinos en KOH y amarillo pálido en solución de Melzer. Pileipellis formado por un tricodermis de hifas entrelazadas, con elementos terminales variables en forma, desde cilíndricos, o cistidioides cortos, elipsoides a subglobosos, estos son amarillos en KOH y presentan un contenido amorfo, de color anaranjado en solución de Melzer, de  $15-32 \times 6-12 \mu\text{m}$ , los elementos subterminales son predominantemente subisodiamétricos y algunos cilíndricos, hialinos en KOH de  $12-20 \times 7.8-11.4 \mu\text{m}$ . Estipitipellis formado por un estrato himeniforme de dermatobasidios claviformes bi o tetraspóricos, amarillos en KOH y ligeramente más pigmentado en solución de Melzer de  $24-28.8 \times 9-11.4 \mu\text{m}$ , dermatocistidios fusoides a fusoides-ventricosos, pálido amarillento en KOH y algo más amarillos en solución de Melzer, de  $27-46 \times 9-13.8$ , también algunos elementos del tipo basidiolos, claviformes con la misma coloración y de  $18-38 \times 7.8-9 \mu\text{m}$ .

**Reacciones macroquímicas:** el KOH sobre el píleo reacciona a anaranjado ocráceo, sobre el contexto a color naranja a ocráceo, en los poros y superficie del estípote amarillo naranja. El  $\text{NH}_4\text{OH}$  sobre la superficie del píleo



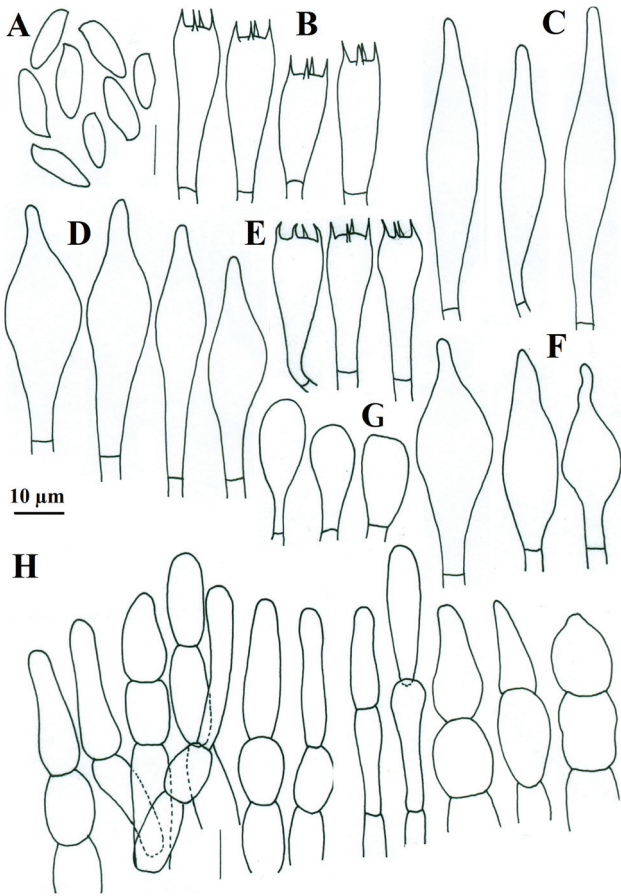
**Figura 3.** *Boletus singeri*: A, basidiomas; B, superficie del píleo; C, himenóforo; D, contexto; E-F, estípite; G, himenóforo; H, poros; I, tubos.

reacciona rápidamente a color violáceo, e inmediatamente después de color ocráceo anaranjado a rojizo, en el contexto a amarillo ocráceo, en la superficie del estípite lentamente

a ocráceo y en los poros a ocráceo.

*Hábito y hábitat:* esta especie crece gregario en el humus y mantillo de bosques de *Q. canbyi* Trel. Fructifica en los





**Figura 4.** *Boletus singeri*: A, basidiosporas; B, basidios; C, pleurocistidios; D, queilocistidios; E-G, elementos del stípitipellis; E, caulobasidios; F- G, caulocistidios; H, elementos del pileipellis.

meses de julio a septiembre entre los 800 y los 1 200 m de altitud. Se conoce sólo de 4 localidades del municipio de Victoria en el estado de Tamaulipas de la región noreste de México. La especie está dedicada al Dr. Rolf Singer por el valioso trabajo que realizó sobre el estudio de los boletáceos en el mundo.

**Material examinado:** Tamaulipas: municipio de Victoria, carretera Tula-Cd. Victoria, km 151, El Madroño, 24-IX-

1985, *J. García* 4966 (holotipo ITCV, isotipo F, ENCB); 27-VIII-1989, *J. García* 6201, 16-IX-1990, *J. García* 6882 (ITCV, ENCB), 15-IX-1991, *J. García* 7425, 7427, 9535 (todos en ITCV); camino del Huizachal al Puerto Arrazolo, 29-VIII-1998, *J. García* 10995, 11003, 11032 (ITCV); cerca de la Iglesia, Altas Cumbres, 31-VII-2010, *J. García* 18350 (ITCV, ENCB); ejido Las Mulas, 13 IX- 2008, *J. García* 17462; 8-VIII-2010, *J. García* 18393 (ITCV, ENCB).

**Comentarios taxonómicos:** *Boletus singeri* pertenece a la secc. *Subpruinosi* (s. str. Singer, 1986), se distingue por el color rosa a rosa vináceo característico del píleo y las conspicuas furfuraciones rosáceas del estípite, así como por su hábitat característico, bajo *Q. canbyi* en el estado de Tamaulipas. *Boletus rubellus* Krombh. es una especie común en el noreste y centro de México, la cual se distingue por presentar una coloración muy variable, el píleo es rojo fuerte al principio, el cual con la edad se atenúa a rojizo o rosáceo siendo conspicuamente areolado en la madurez, sus poros son más anchos, angulares, sus esporas son ligeramente más cortas y los elementos del pileipellis presentan incrustaciones en su pared. *Boletus campestris* A. H. Sm. y Thiers es una especie menos frecuente, ha sido registrado de Nuevo León (García, 1999), este también presenta colores rosáceos pero su estípite no es tan densamente furfuráceo y es de color crema anaranjado, sus esporas son más cortas y el pileipellis presenta las células terminales muy largas de hasta 80 µm, y de hasta 11.2 µm de diámetro y crece en bosques de *Quercus* y *Pinus* en sitios de alrededor de 2 200 m snm (Smith y Thiers, 1971).

Cabe mencionar que García (1999) incluyó 65 especies del género *Boletus* que crecen en México, de las cuales 24 pertenecen a la secc. *Luridi* (7 con la categoría de sp., entre las que se incluye a *B. paulae*, aquí descrita), y 5 a la secc. *Subpruinosi* (1 nueva con la categoría sp., aquí descrita como *B. singeri*). A continuación se presentan claves de las especies de las secc. *Luridi* y *Subpruinosi* que se desarrollan en México, modificadas de García (1999), en donde se reconocen 18 de la primera sección y 5 de la segunda; dichas especies están validadas en el Index Fungorum.

Clave dicotómica para determinar las especies del género <i>Boletus</i> secc. <i>Luridi</i> que crecen en México.	
1. Estípite conspicuamente reticulado en todo o en las 2/3 partes superiores . . . . .	2
1. Estípite furfuráceo, liso o reticulado, sólo en el ápice . . . . .	8
2. Píleo de color rojo, rosáceo o blanquecino con tonos rosáceos. . . . .	3
2. Píleo en diversos tonos de color marrón. . . . .	6
3. Píleo de color rojo, con la superficie viscosa a pegajosa . . . . .	4
3. Píleo de color rosa o blanquecino con tintes rosados, superficie seca. . . . .	5
4. Reticulo del estípite prominente a alveolado . . . . .	<i>B. frostii</i>
4. Reticulo del estípite ligero, no prominente, ni alveolado. . . . .	<i>B. floridanus</i>

5. Píleo y estípote de color rosa pálido, poros color rosa a rosáceo anaranjado ..... *B. michoacanus*
5. Píleo de color blanquecino con tintes rosados, poros de color rojo-anaranjado a rojo carmín. .... *B. eastwoodiae*
6. Estípote de color amarillo y fuertemente reticulado en las 2/3 partes superiores; de color marrón rojizo a rojo púrpura y liso a ligeramente pruinoso hacia la base ..... *B. luridellus*
6. Estípote de color amarillo anaranjado con un retículo color rojo a rojo carmín en toda su extensión; de color rojo vináceo en la base ..... 7
7. Píleo ligeramente agrietado a areolado en el centro, de color marrón pálido a marrón grisáceos o marrón oliváceo, poros de color rojo sangre ..... *B. rhodosanguineus*
7. Píleo liso a velutinoso, de color marrón vináceo, marrón-anaranjado a marrón-rojizo, poros de color rojo ladrillo ..... *B. luridus*
8. Píleo de color rojo, rojo vináceo o rosado ..... 9
8. Píleo de color marrón rojizo, marrón oscuro o marrón vináceo ..... 13
9. Estípote liso o con finas estrías en el ápice, formando un pseudoretículo, amarillento hacia el ápice y rojo púrpura hacia la base, poros de color amarillo a anaranjado. .... *B. rubricitrinus*
9. Estípote de pruinoso, ligeramente o conspicuamente furfuráceo, poros de color mamey a rojo ladrillo o rojo carmín ..... 10
10. Píleo de color rosa a rosa vináceo, estípote con estrías longitudinales, ligeramente furfuráceo, de color rojo vináceo, con la base amarillenta ..... *B. guatemalensis*
10. Píleo con diversos tonos de color rojo, estípote sin estrías longitudinales. .... 11
11. Estípote pruinoso, de color anaranjado a anaranjado rojizo, con la base rojiza, píleo de color rojo vináceo a rojo, decolora a marrón cuando viejo, poros de color mamey ..... *B. subluridellus*
11. Estípote fuertemente furfuráceo, de color anaranjado rojizo a rojo, con furfuraciones de color rojo, píleo rojo intenso a rojo sangre ..... 12
12. Píleo con la superficie viscosa, poros de color rojo ladrillo a rojo sangre ..... *B. dupainii*
12. Píleo con la superficie seca, poros de color rojo pálido, anaranjado cuando maduro o viejo ..... *B. paulae*
13. Píleo de color marrón amarillento con el margen amarillo brillante, estípote amarillo brillante, reticulado en el ápice, con furfuraciones de color anaranjadas hacia la base. .... *B. fagicola*
13. Píleo enteramente de color marrón en varios tonos, estípote no reticulado en el ápice. .... 14
14. Estípote con estrías en el ápice y el resto liso, de color marrón rojizo, con la base tomentosa, píleo finamente rimoso, de color marrón, con algunos tonos rosáceos o de color durazno ..... *B. amygdalinus*
14. Estípote de ligeramente a fuertemente furfuráceo. .... 15
15. Poros de color marrón anaranjado a marrón rojizo, píleo de color marrón rojizo a marrón oscuro, aterciopelado, ligeramente agrietado, estípote furfuráceo, de color amarillo pálido cuando joven, marrón a rojizo cuando maduro ..... *B. vermiculosus*
15. Poros de color rojo ladrillo, píleo de color marrón amarillento, marrón canela, marrón castaño a marrón rojizo ..... 16
16. Estípote con la superficie fuertemente furfurácea, con furfuraciones prominentes y de color anaranjado, amarillo anaranjado y están distribuidas en toda su extensión sobre una superficie de color amarillo pálido, amarillo brillante en el ápice y de color rojo púrpura en su base, base con un tomento basal rojo púrpura a oliváceo ..... *B. austrinus*
16. Estípote con la superficie ligeramente furfurácea, furfuraciones no prominentes y de color marrón rojizo. .... 17
17. Estípote de color amarillo brillante al ápice y con tintes rojizos, rojo vináceo en casi toda su extensión, sin tomento basal ..... *B. hypocarycinus*
17. Estípote de color amarillo anaranjado brillante en su mitad superior y de color anaranjado rojizo o rojo púrpura en hacia la parte inferior, y marrón oscuro o negruzco en la base, presenta un tomento basal de color marrón púrpura ..... *B. subvelutipes*

Clave dicotómicas para determinar las especies del género *Boletus* secc. *Subpruinosi* que crecen en México.

1. Píleo de color marrón oliváceo o marrón vináceo, contexto se mancha intensa y rápidamente de azul fuerte al exponerse ..... *B. pulverulentus*
1. Píleo de color rosa pálido, anaranjado rojizo o rojo, contexto se mancha ligeramente o moderadamente de azul de manera rápida o lenta ..... 2
2. Estípote fuertemente furfuráceo, de color rosa pálido. .... *B. singeri*



2. Estípites ligeramente furfuráceo, liso o estriado longitudinalmente, de color rojizo rosáceo o amarillo. .... 3
3. Pileipellis con células globosas de hasta 31  $\mu\text{m}$  de diámetro ..... *B. subfraternus*
3. Pileipellis con células subglobosas, fusiformes a cilíndricas, de 6-13.6  $\mu\text{m}$  de diámetro. .... 4
4. Píleo de color rosa pálido, poros de 0.3-0.5 mm de diámetro, esporas de pared gruesa, de 10-13.6 (-14.4)  $\times$  5-6.4  $\mu\text{m}$ , pileipellis de células terminales cilíndricas a fusiformes, de 32-80  $\times$  5-11.2  $\mu\text{m}$  ..... *B. campestris*
4. Píleo de color rosa a rojo, poros de 0.5-1.5 mm de diámetro, esporas de pared delgada de 11.2-13.6  $\times$  4.4-5.6  $\mu\text{m}$ , pileipellis de células terminales elipsoides a cistidioides de ápice subagudo y con finas incrustaciones en su pared, de 26-44  $\times$  8-13.2  $\mu\text{m}$ . .... *B. fraternus*

**Cuadro 1.** Distribución de las especies de las secc. *Luridi* y *Subpruinosi* en los tipos de vegetación, entidades federativas y comestibilidad

Especies	Vegetación	Estados	Comestibilidad
<i>Secc. Luridi</i>			
<i>B. frostii</i>	BQ	CHIH., DGO., EDO. MEX., HGO., JAL., MICH., MOR., N.L., OAX., QRO., SON., TAM.	Comestible
<i>B. floridanus</i>	BQ	N.L., TAM.	Desconocida
<i>B. michoacanus</i>	BC	D.F., EDO. MEX., HGO., MICH., MOR.	Tóxico
<i>B. eastwoodiae</i>	BQ	B.C.	Tóxico
<i>B. luridellus</i>	BQ	COAH., N.L., QRO., TAM.	Desconocida
<i>B. rhodosanguineus</i>	BQP	GRO., HGO., MICH., PUE., QRO., TLAX.	Posiblemente tóxico
<i>B. luridus</i>	BQ, BC	EDO. MEX., HGO.	Comestible, con precaución
<i>B. rubricitrinus</i>	BQ	COAH., N.L., QRO., TAM.	Desconocida
<i>B. guatemalensis</i>	BQP	CHIS.	Comestible
<i>B. subluridellus</i>	Chaparral de Quercus	QRO.	Desconocida
<i>B. dupainii</i>	BQ, BQP	EDO. MEX., GTO., JAL., HGO., MICH., N.L., QRO., VER.	Desconocida
<i>B. paulae</i>	BQ y ecotono de BQ y BMM	N.L., TAM.	Comestible
<i>B. fagicola</i>	BQ	CHIH., MICH.	Desconocida
<i>B. amygdalinus</i>	BQ	B.C.	Tóxico
<i>B. vermiculosus</i>	BQ	EDO. MEX., HGO., JAL., MICH., QRO., SLP., TAM.	Desconocida
<i>B. austrinus</i>	BQ	N.L., TAM.	Tóxico
<i>B. hypocarycinus</i>	BQ	CHIH., MICH., N.L., TAM.	Tóxico
<i>B. subvelutipes</i>	BQ, BC,	D.F., DGO., EDO. MEX., GTO., HGO., JAL., MICH., MOR., N.L., PUE., QRO., TAM., TLAX., VER.	Tóxico
<i>Secc. Subpruinosi</i>			
<i>B. pulverulentus</i>	BC	D.F., EDO. MEX., HGO., JAL., MICH., MOR., QRO., TLAX., VER.	Comestible
<i>B. singeri</i>	BQ	TAM.	Comestible
<i>B. subfraternus</i>	Chaparral de Quercus	QRO.	Desconocida
<i>B. campestris</i>	BQJ	N.L.	Comestible
<i>B. fraternus</i>	BQ, BQP	COAH., DGO., MICH., N.L., QRO., TAM., VER.	Comestible

## Discusión

En el cuadro 1 se muestra la distribución geográfica de las especies del género *Boletus* secc. *Luridi* y secc. *Subpruinosi* que crecen en México, además de los tipos de vegetación donde se desarrollan y la comestibilidad o toxicidad que presentan éstas según los trabajos de González-Velázquez y Valenzuela (1993, 1996), García (1999), García-Jiménez y Garza-Ocañas (2001) y las recolecciones que los autores han realizado a través de todo el país. Las 18 especies de la secc. *Luridi* se recolectaron en 22 entidades federativas y las 5 especies de la secc. *Subpruinosi* se encontraron en 13. Los estados que presentaron el mayor número de especies, incluidas ambas secciones, fueron Querétaro y Tamaulipas con 11 especies, siguiéndole Michoacán y Nuevo León con 10, y después Hidalgo y Estado de México con 8 y 7, respectivamente; mientras que las especies que tuvieron una mayor distribución fueron *B. subvelutipes* que se recolectó en 14 estados, siguiéndole *B. frostii* que fue encontrado en 12, después *B. pulverulentus* que se localizó en 9 estados, *B. dupainii* en 8, y *B. vermiculosus* y *B. fraternus* en 7 entidades federativas. Por otro lado, en cuanto a los tipos de vegetación se puede observar claramente la preferencia de las especies de ambas secciones por los bosques de *Quercus* (incluido el chaparral de *Quercus*) con 15 para la secc. *Luridi* y 3 para la secc. *Subpruinosi*; además, 3 especies de la secc. *Luridi* y 1 de la secc. *Subpruinosi* se encontraron en el bosque de *Quercus-Pinus* y 1 de la secc. *Subpruinosi* en el bosque de *Quercus-Juniperus* y otra de la secc. *Luridi* en el ecotono del bosque de *Quercus* con el bosque mesófilo de montaña y finalmente, 3 de la secc. *Luridi* y 1 de la secc. *Subpruinosi* se encontraron en bosque de coníferas. Por otro lado, se reconocen sólo 4 especies comestibles de la secc. *Luridi* y 4 de la secc. *Subpruinosi*, entre ellas las especies descritas como nuevas en este trabajo y 6 especies tóxicas o posiblemente tóxicas, 1 es no comestible y de 7, se desconoce su comestibilidad.

Con respecto a la clasificación del género *Boletus* en secciones o subgéneros ha sido muy variable según los autores y en el presente trabajo se tomó la que siguen Singer (1986) y Ortiz-Santana et al. (2007) por considerarlas las más apropiadas y por la gran experiencia de dichas autoras en el estudio de este grupo de hongos en diversas partes del mundo.

Muchos estudios regionales se están realizando para conocer mejor la micobiota mexicana y los hongos boletoides se incluyen generalmente; sin embargo, son necesarios trabajos detallados sobre este grupo particular de hongos en donde se realicen descripciones morfológicas para tener un mejor conocimiento de las especies y de la diversidad

de este grupo en el país. García (1999) ha realizado estudios por diferentes regiones del país y en particular en el noreste de México y ha encontrado 17 especies de la secc. *Luridi* y 4 de la secc. *Subpruinosi*, además de un buen número de especímenes que no concuerdan con las especies descritas de estos grupos de hongos y aquí se describen 2 de estas especies, lo que da una idea de lo mucho que falta por conocer. Es importante mencionar que en este tipo de estudios a corto o mediano plazo, se pudieran integrar análisis morfológicos y moleculares y de esta manera reconocer la amplia diversidad de los hongos en México.

## Agradecimientos

El primer autor agradece al CONACYT el apoyo para la realización de los estudios de doctorado en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. A la red Internacional sobre Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos, de SEP, ANUIES, DGEST- ITCV, UAT. A las autoridades de The Field Museum of Chicago, por su apoyo en los estudios sobre boletáceos de México en 1988 y 1989. Valenzuela agradece a la COFAA y al IPN el apoyo financiero otorgado mediante el proyecto SIP-20130034. A la Dra. Tania Raymundo la elaboración de la versión final de las láminas y figuras del presente trabajo.

## Literatura citada

- Bessette, A. E., W. C. Roody y A. R. Bessette. 2000. North American Boletes: a color guide to the fleshy pore mushrooms. Syracuse University Press, USA. 400 p.
- Binder, M. y D. S. Hibbett. 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98:971-981.
- Cappello, S. y J. Cifuentes. 1982. Nuevos registros del género *Suillus* (Boletaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 17:196-206.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez. 1986. Hongos. In Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, A. Lot y F. Chiang (eds.). UNAM/Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. p. 55-64.
- García, J. 1999. Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares. 334 p. + 212 láminas.
- García, J. y J. Castillo. 1981. Las especies de boletáceos y gonfidáceos conocidas en Nuevo León. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 15:121-197.
- García-Jiménez, J. y F. Garza-Ocañas. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL* 4:336-343.



- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1993. Los boletáceos y gonfidiáceos del Estado de México I. Revista Mexicana de Micología 9:35-46.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. A new species of *Boletellus* (Basidiomycotina, Agaricales: Boletaceae) from México. Mycotaxon 55:399-404.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1996. Los boletáceos y gonfidiáceos del Estado de México II. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 41:119-196.
- Grubisha, L. C., J. M. Trappe, R. Molina y J. W. Spatafora. 2001. Biology of the ectomycorrhizal genus *Rhizopogon*. V. Phylogenetic relationships in the Boletales inferred from LSU rDNA sequences. Mycologia 93:82-89.
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, D. W. Minter y J. A. Stalpers. 2008. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 10<sup>th</sup>. International Mycological Institute, CAB International, Wallingford. 771 p.
- Kornerup, A. y J. H. Wanscher. 1978. Methuen handbook of colour, 3a. Ed. Methuen, London. 252 p.
- Largent, D. L. 1977. How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features. 2a. Ed. Mad River Press Inc. Eureka. 166 p.
- Newman E. I. y P. Reddell. 1987. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. New Phytologist 106:745-751.
- Ortiz-Santana, B., D. J. Lodge, T. J. Baroni y E. E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. Fungal Diversity 27:247-416.
- Singer, R. 1947. The Boletoidae of Florida. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital Species. III. The American Midland Naturalist 37:129-263.
- Singer, R. 1986. The Agaricales in modern taxonomy. 4a. Ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 981 p.
- Singer, R., J. García y L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of Mexico and Central America. I-II. Nova Hedwigia, Beihefte 98:1-72.
- Singer, R., J. García y L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of Mexico and Central America III. Nova Hedwigia, Beihefte 102:1-99.
- Singer, R., J. García y L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of Mexico and Central America IV. Nova Hedwigia, Beihefte 105:1-62.
- Smith, A. H. y H. D. Thiers. 1971. The Boletes of Michigan. The University of Michigan Press, Ann Arbor. 428 p.
- Thiers, B. (2012; continuously updated). Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>; última consulta: 02.II.2013.