

Nuevos registros de hongos gasteroides en la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos–Río Cuchujaqui

Martín Esqueda¹, Alfonso Sánchez¹, Martha L. Coronado²,
Aldo Gutiérrez¹, Marcos Lizárraga³, Ricardo Valenzuela⁴

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Apartado postal 1735, 83000 Hermosillo, Sonora, México. ²Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Apartado postal 11, Admón. 11, 83000 Hermosillo, Sonora, México. ³Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Anillo Envoltente Pronaf y Estocolmo s/n, Cd. Juárez, Chihuahua, México, 32300. ⁴Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Apartado postal 256, Centro Operativo Naranja, Col. Santa María la Rivera, 02600, México, D.F.

New records of gasteroid fungi in the Sierra de Álamos–Río Cuchujaqui Biosphere Reserve

Abstract. With the purpose of contributing to the knowledge of taxonomy and ecology of gasteroid fungi, 10 areas were sampled in the Sierra de Álamos–Río Cuchujaqui Biosphere Reserve, located in Sonora, Mexico. The survey was conducted during the four seasons of the year in five vegetation types. Twenty-two species of gasteroid fungi were determined, comprised in 11 genera, 4 families and 2 orders: Order Agaricales: Agaricaceae (11 spp.), Diplocystidiaceae (1), Sclerodermataceae (1); Order Geastrales: Geastraceae (9). The most species-rich genus was *Geastrum* with 7 taxa. The highest number of species was found fruiting during summer (11) and autumn (11) in tropical deciduous forest.

Key words: Agaricomycetes, *Geastrum*, taxonomy, chorology.

Resumen. Con el propósito de contribuir al conocimiento taxonómico y ecológico de los hongos gasteroides, se muestrearon 10 áreas en la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos–Río Cuchujaqui, localizada en Sonora, México. El estudio se realizó durante las cuatro estaciones del año en cinco tipos de vegetación. Se determinaron 22 especies de hongos gasteroides comprendidos en 11 géneros, 4 familias y 2 órdenes: Orden Agaricales: Agaricaceae (11 spp.), Diplocystidiaceae (1), Sclerodermataceae (1); Orden Geastrales: Geastraceae (9). *Geastrum* fue el género mejor representado con 7 taxones. El mayor número de especies se observó en el verano (11) y otoño (11) en selva baja caducifolia.

Palabras clave: Agaricomycetes, *Geastrum*, taxonomía, corología.

Received 3 August 2011; accepted 17 November 2011.

Recibido 3 de agosto 2011; aceptado 17 de noviembre 2011.

Introducción

A nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar en diversidad biológica. Un área que destaca por su biodiversidad es la Sierra de Álamos–Río Cuchujaqui (RBAC), la cual se decretó como reserva de biosfera en el año 2007. Comprende una extensión de 92,889 ha en el sureste de Sonora, en el municipio de Álamos y representa el límite septentrional de la

selva baja caducifolia en Norteamérica (CONANP, 2007).

Como parte de la diversidad de macromicetos de Sonora, se han registrado 121 taxones de hongos gasteroides, principalmente en las regiones áridas y semiáridas (Esqueda *et al.*, 2010). Con base en que se conocen alrededor de 1,000 especies de este grupo de hongos a nivel mundial (Kirk *et al.*, 2008), el 12.1% está citado para esta entidad federativa. Para México, Guzmán (1998) indicó aproximadamente 180 taxones, lo que representa un 67% de los gasteroides conocidos en Sonora.

*Autor para correspondencia: Martín Esqueda
esqueda@ciad.mx*

En un estudio previo, Esqueda *et al.* (1999) registraron 23 especies de hongos gasteroides para la Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui. Los géneros con mayor número de especies fueron *Geastrum* (7), *Calvatia* (3), *Disciseda* (3) y *Lycoperdon* (3). *Geastrum corollinum* (Batsch) Hollós, *Mesophelliopsis pernambucensis* Bat. & A.F. Vital, *Calvatia fragilis* (Vittad.) Morgan y *Lycoperdon subincarnatum* Peck se registraron por primera vez para la micobiota sonorese. Así mismo observaron que *C. fragilis* se emplea como medicinal para curar heridas producidas por objetos punzo cortantes por pobladores de la reserva.

En el presente estudio derivado de un muestreo anual en la RBAC se determinaron 22 especies, algunas poco conocidas en México como *Geastrum schweinitzii* (Berk. & M.A. Curtis) Zeller y contrariamente, otras ampliamente distribuidas a nivel mundial como *Geastrum fimbriatum* Fr., *G. saccatum* Fr. y *Tulostoma fimbriatum* Fr.

Materiales y métodos

Se realizaron cuatro muestreos en la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui en cinco tipos de

vegetación determinados con base en INEGI (2000), uno por estación del año en 10 localidades, las cuales se referenciaron con un GPS Garmin modelo GPSMAP 76S (Tabla 1). La taxonomía de las especies está acorde con Kirk *et al.* (2008) y se analizaron según las técnicas micológicas convencionales (Cifuentes *et al.*, 1986). A nivel de campo, en cuanto morfología, hábitat y hábito. En el laboratorio se hicieron preparaciones en KOH 5 %, solución de Melzer, azul de algodón en lactofenol, para el análisis de las reacciones microquímicas y descripciones microscópicas de las especies. Algunas de ellas se confirmaron, observando la ornamentación esporal bajo microscopía electrónica de barrido.

La determinación de los especímenes se realizó con base en bibliografía específica como Coker y Couch (1928), Cunningham (1944), Bottomley (1948), entre otros. Los ejemplares se conservan en la colección de macromicetos del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora con algunos duplicados en el Herbario Nacional (MEXU). El análisis de suelo está basado en 10 submuestras recolectadas al azar por localidad de aproximadamente 4 kg, a una profundidad de 0-30 cm. Los parámetros químicos y la clasificación de la textura de los suelos se hicieron con base en

Tabla 1. Localidades muestreadas de la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (m)	Vegetación
1. La Huerta Vieja	27°02'05"	109°02'53"	584	SBC
2. Promontorios	27°00'54"	109°02'10"	602	SBC
3. El Aguaje	26°56'45"	108°45'48"	462	SBCS, BG
4. El Platanar	26°59'26"	108°40'40"	635	SBCS
5. Las Cañitas	26°59'32"	108°38'59"	657	SBC, BE
6. Mesa del Trigo	26°58'12"	108°41'21"	592	SBCS
7. El Cuзалito	26°58'33"	108°39'28"	742	BE
8. El Sabinito	27°00'05"	108°48'14"	377	SBC, VSa
9. San Pedro	27°03'52"	108°43'14"	444	SBC
10. Palo Injerto	27°02'50"	108°43'57"	425	SBC, VSa

Tipo de vegetación: Selva Baja Caducifolia (SBC); Bosque de Encino (BE); Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia (SBCS); Bosque de Galería (BG); Vegetación Secundaria Arbustiva (VSa).

la metodología de Castellanos *et al.* (2000).

Resultados y discusión

Taxonomía, ecología y corología

Se determinaron 22 especies de hongos gasteroides, siendo 15 y 3 nuevos registros para la RBAC y la micobiota sonorese respectivamente (Tabla 2). En el orden Agaricales se encontraron tres familias: Agaricaceae (11 spp.), Diplocystidiaceae (1 sp.) y Sclerodermataceae (1 sp.). Los géneros *Cyathus* y *Disciseda* fueron los mejor representados

con tres taxones cada uno. En el orden Geastrales, una familia Geastraceae (9 spp.) con tres géneros, destacando *Geastrum* con 7 taxones.

Araneosa columellata se observó en selva baja caducifolia, en suelo con textura franco-arenosa en el verano (Figura 1). Esqueda *et al.* (1998) citaron este taxón por primera vez para México, en un matorral xerófilo de Sonora. Se reconoce por su basidioma angiocárpico, con un estípite corto de base bulbosa, el cual se extiende en una columela conspicua a través de la gleba conformada por peridioles pequeños con esporas subglobosas y lisas. Con excepción del verano, *Battarrea phalloides* se encontró a lo largo del año

Tabla 2. Distribución de hongos gasteroides en la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui

Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
BASIDIOMYCOTA				
AGARICALES				
Agaricaceae				
* <i>Araneosa columellata</i> Long		1 ^a		
* <i>Battarrea phalloides</i> (Dicks.) Pers.	8		8	8
** <i>Cyathus intermedius</i> (Mont.) Tul. & C. Tul.				2
** <i>C. pallidus</i> Berk. & M.A. Curtis			6	
<i>C. setosus</i> H.J. Brodie		6,10		
* <i>Disciseda bovista</i> (Klotzsch) Henn.	6,8	8	8	
* <i>D. hyalothrix</i> (Cooke & Masee) Hollós			10	10
<i>D. verrucosa</i> G. Cunn.	6	8	6,8,9	10
* <i>Lycoperdon curtisii</i> Berk.		4		
** <i>L. flavotinctum</i> Bowerman		10		
<i>Tulostoma fimbriatum</i> Fr.			10	10
Diplocystidiaceae				
* <i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan				4,7
Sclerodermataceae				
* <i>Scleroderma cepa</i> Pers.				5
PHALLOMYCETIDAE				
GEASTRALES				
Geastraceae				
* <i>Geastrum coronatum</i> Pers.				9
<i>G. fimbriatum</i> Fr.		8,10		
<i>G. lageniforme</i> Vittad.			3	
* <i>G. pectinatum</i> Pers.		9		
<i>G. saccatum</i> Fr.		10	9	
* <i>G. schweinitzii</i> (Berk. & M.A. Curtis) Zeller		10		
* <i>G. striatum</i> DC.	2	10		
<i>Myriostoma coliforme</i> (Dicks.) Corda	6			
* <i>Radiigera fuscogleba</i> Zeller				3

^a Los números corresponden a las localidades muestreadas e indicadas en la Tabla 1. Primer registro para la reserva (*) y para la micobiota de Sonora (**).

Tabla 3. Algunos parámetros fisicoquímicos del suelo

Factor edáfico	Localidad									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	7.1	7.3	7.1	7.9	6.6	6.9	6.6	6.9	6.8	6.6
CE (dS m ⁻¹)	1.4	1.6	1.0	1.3	1.4	1.4	1.0	1.2	1.3	1.1
Materia orgánica total (%)	4.4	5.2	4.6	5.8	5.4	5.0	4.6	4.6	5.0	2.6
N-NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	30.0	28.2	24.0	28.5	21.9	29.2	22.5	26.3	26.6	27.5
P-PO ₄ ⁼ (mg kg ⁻¹)	97.3	26.8	18.3	50.7	22.2	11.4	20.6	41.2	11.4	52.3
Na (mg L ⁻¹)	0.8	0.8	0.8	1.6	1.2	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7
Textura	FA	AF	FA	FA	FA	FA	F	FA	FA	AF

El número de las localidades está acorde con la Tabla 1. CE: Conductividad eléctrica. Textura: Franco-Arenosa (FA), Arenoso-Franca (AF), Franca (F).

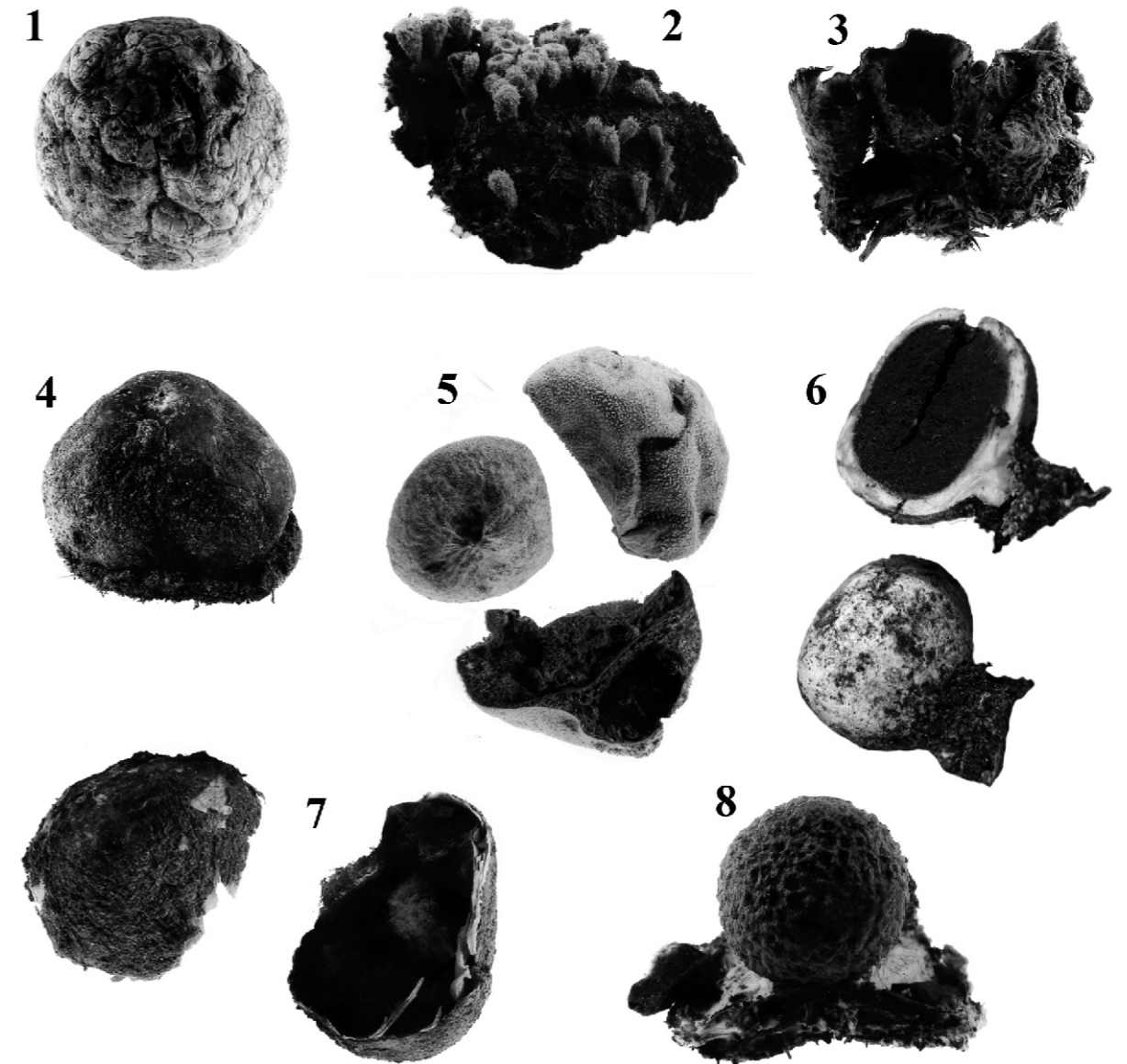
solamente en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva. En Sonora se ha colectado en regiones áridas y semiáridas, destacando por la dimensión de su basidioma de hasta 65 cm de altura, en un área de inundación en el estero de Tastiota, asociado con vegetación halófila y suelos salinos con una conductividad eléctrica de 66 dS m⁻¹ y el contenido de sodio de 595 mg L⁻¹ (Esqueda *et al.*, 2002), lo cual contrasta con lo observado en el presente estudio con 1.2 dS m⁻¹ y 0.8 mg L⁻¹ respectivamente (Tabla 3). Contrariamente, el contenido de N-NO₃⁻ y P-PO₄⁼ fue bajo en Tastiota, de 1.2 y 2.6 vs. 26.2 y 41.2 mg kg⁻¹ en la RBAC, respectivamente (Tabla 3). A nivel microscópico puede confundirse con *Battarreoides diguetii* ((Pat. & Har.) R. Heim & T. Herrera, diferenciándose por su peridio ostiolado vs. una dehiscencia circumsésil en *Battarrea* (Pegler *et al.*, 1995).

Cyathus intermedius se caracteriza por su basidioma con un exoperidio marrón-rojizo, con 7 a 11 peridiolos y esporas de 18-21 x 12-15 µm, hialinas, elipsoide-elíptica con una pared de 2 µm de grosor. Este taxón es similar a *C. palidus* (Figura 2), el cual se distingue por su basidioma con un exoperidio marrón-amarillento, con 13 peridiolos y basidiosporas de 8-11 x 6-9 µm, ovoide-elipsoidal con una pared de 1 µm de grosor. *C. intermedius* y *C. pallidus* son nuevos registros para la microbiota sonoreña, colectados en selva baja caducifolia en invierno y selva baja caducifolia y subcaducifolia en otoño respectivamente (Tabla 2).

Cyathus setosus presentó un basidioma de 6-9 x 5-8 mm (Figura 3), exoperidio marrón-rojizo, con 9 a 11 peridiolos y basidiosporas de 18-22 x 10-16 µm. Estas colecciones constituyen el segundo registro del taxón para Sonora, previamente citada para la Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui por Esqueda *et al.* (1999). Se observó en selva baja caducifolia y subcaducifolia, así como en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva durante el verano.

Con excepción del invierno, *Disciseda bovista* se colectó a lo largo del año, en los dos mismos tipos de vegetación registrados para *C. setosus*. Se observó con un hábito agrupado y un hábitat terrestre en suelos con textura franco-arenosa en áreas abiertas. Presentó un cuerpo fructífero globoso, subgloboso a ligeramente piriforme y sésil; esporas de 6-8 µm diám., ornamentadas con espinas piramidales conspicuas bajo el microscopio electrónico. Taxón ampliamente citado para las regiones áridas y semiáridas de Sonora (Esqueda *et al.*, 2010).

Disciseda hyalothrix se observó solamente en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva en otoño e invierno (Figura 4), con un hábito agrupado con alrededor de 20 basidiomas en unos cuantos metros cuadrados sobre suelo con textura arenoso-franca y pH 6.6 (Tabla 3), en la ribera del río Cuchujaqui. Aunque varios ejemplares tenían el exoperidio completo y carecían de estoma, características



Figuras 1-8. Hongos gasteroides en la Reserva de Biosfera Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui. 1: *Araneosa columellata*. 2: *Cyathus palidus*. 3: *Cyathus setosus*. 4: *Disciseda hyalothrix*. 5: *Lycoperdon curtisii*. 6: *Sclerodema cepa*. 7: *Radiigera fuscogleba*. 8: *Geastrum schweinitzii*.

distintivas del género *Abstoma*, sus esporas de 8.0-9.0 µm diám., ornamentadas conspicuamente por espinas de ca. 1 µm largo, las cuales coalescen en el ápice, formando procesos columnares con el extremo apical plano y el pedicelo de 10-15 µm confirmaron que todos los basidiomas correspondían a *D.*

hyalothrix, el cual junto con *D. bovista* son nuevos registros para la RBAC.

Disciseda verrucosa se recolectó en selva baja caducifolia y subcaducifolia, así como selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva. Este taxón se reconoce

fácilmente por su ornamentación esporal conformada por procesos digitiformes curvados en el ápice. En el Continente Americano está citado únicamente para México: Sonora y Chihuahua (Moreno *et al.*, 2007, 2010).

Lycoperdon curtisii se encontró únicamente en selva baja caducifolia y subcaducifolia en el verano (Figura 5), con un hábito solitario sobre suelo con textura franco-arenosa. En México se ha observado en bosques de encino, pino-encino, pino y *Abies* entre 2200 y 2900 msnm, así como en zonas tropicales a 50 msnm. En su estadio juvenil su exoperidio es similar a *L. candidum* Pers., pero la especie en discusión es más pequeña y con un exoperidio persistente. A nivel microscópico *L. curtisii* puede confundirse con *L. subincarnatum* Peck., porque ambos taxones poseen un capilicio hialino y septado, pero *L. subincarnatum* tiene un endoperidio marrón-rosáceo con cicatrices por la pérdida de las espinas (Calderón-Villagómez y Pérez-Silva, 1989). *Lycoperdon flavotinctum* se recolectó en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva en el verano. Se registra por primera vez para la micobiota sonorensis. Este taxón se caracteriza por su espóra globosa con un pedicelo corto y un episporio conformado por delicadas espinas, las cuales pueden pasar inadvertidas en el MO. Macroscópicamente puede confundirse con *L. umbrinum* Pers., pero presenta espinas independientes vs. espinas pequeñas, las cuales cubren casi totalmente la superficie en *L. flavotinctum*.

Tulostoma fimbriatum está ampliamente distribuido a nivel mundial y fructifica a lo largo del año en regiones áridas y semiáridas en Sonora, incluso previamente registrada para Álamos (Esqueda *et al.*, 2004). En el presente estudio se colectó únicamente en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva en el otoño e invierno. Se caracteriza por su estoma fimbriado, exoperidio hifal y esporas con un episporio verrucoso y subreticulado (Wright, 1987).

En la familia Diplocystidiaceae se observó una especie *Astraeus hygrometricus*, en selva baja caducifolia y

subcaducifolia, así como bosque de encino en otoño. Taxón citado frecuentemente en la micobiota sonorensis (Esqueda *et al.*, 2010). La familia Sclerodermataceae estuvo representada por una especie *Sclerodema cepa* (Figura 6), restringida a bosque de encino en el otoño; representa un nuevo registro para la RBAC. Los cuerpos fructíferos en estadio juvenil de *S. cepa* producen calvacina, lo cual podría ser aprovechado por los pobladores de esta reserva (Ying *et al.*, 1987).

En relación a Geastraceae, la mayoría de las especies de *Geastrum* se colectaron en selva baja caducifolia principalmente en el verano (5 spp.). *G. fimbriatum*, *G. lageniforme* y *G. saccatum* están citadas para diversas localidades de Sonora, incluyendo la zona de estudio (Pérez-Silva *et al.*, 1999; Esqueda *et al.*, 2003). *G. coronatum*, *Myriostoma coliforme* y *Radiigera fuscogleba* (Figura 7) se observaron únicamente en invierno, primavera y otoño respectivamente. Lo anterior podría deberse a que la mayoría de estas especies han mostrado un hábitat y un periodo de fructificación restringido (Pérez-Silva *et al.*, 1999). *G. coronatum* es similar a *G. pouzarii* V.J. Stanek y *G. pseudolimbatum* Hollós, diferenciándose por su basidioma más pequeño, lacinias higroscópicas, estípote blanquecino y ornamentación esporal (Esqueda *et al.*, 2003).

Geastrum fimbriatum crece generalmente asociado con *Abies*, *Picea* y *Pinus*, fructificando de julio a diciembre (Sunhede, 1989; Pérez-Silva *et al.*, 1999). En la RBAC se colectó en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva en verano sobre suelo con textura franco-arenosa y arenoso-franca con un nivel bajo y medio de nitratos y fosfatos respectivamente (Tabla 3). *G. lageniforme* se colectó en otoño con un hábito agrupado sobre suelo rico en materia orgánica en selva baja caducifolia y subcaducifolia con bosque de galería.

Geastrum pectinatum está registrado para Sonora, en bosque de encino-pino (Esqueda *et al.*, 1998). Aunque se asocia generalmente con coníferas, en el presente estudio se colectó en selva baja caducifolia en el verano sobre suelo con

textura franco-arenosa con un hábito agrupado. Este taxón se caracteriza por su peristoma plegado, cónico; lacinias no higroscópicas; saco esporífero liso, sin collar ni estrias; esporas globosas de 6-7 µm diám., marrón-amarillentas, episporio ornamentado con verrugas conspicuas. Puede confundirse con *G. schmidelii* Vittad., el cual presenta basidiomas más pequeños, endoperidio con un estípote corto y esporas con verrugas menos gruesas. También es similar a *G. striatum*, pero se reconoce por su endoperidio con un collar basal (Sunhede, 1989).

Geastrum saccatum se observó entre 425 y 444 msnm en selva baja caducifolia y este mismo tipo de vegetación asociado con vegetación secundaria arbustiva sobre suelo con pH 6.6-6.8. Esta especie es una de las más frecuentemente registrada de *Geastrum* para Sonora (Esqueda *et al.*, 2003). En *G. schweinitzii* se observaron pocos basidiomas en verano (Figura 8), aunque se ha registrado con un hábito agrupado en otras partes del país (Pérez-Silva *et al.*, 1999). Se reconoce por su endoperidio sésil, exoperidio no higroscópico, peristoma fimbriado y bien delimitado, y esporas verrucosas de 3-4 µm diám. Este taxón es el más representativo de *Geastrum* en Costa Rica (Calonge *et al.*, 2005). Contrariamente en México, el conocimiento sobre su distribución es restringido (Pérez-Silva *et al.*, 1999). Este registro para la RBAC podría representar el límite norte de la distribución de la especie en el Continente Americano. *G. striatum* mostró una fructificación limitada a selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva durante primavera y verano, en suelo con pH entre 6.6 y 7.3. La presencia de cristales de oxalato de calcio distintivo en este taxón, no se observó de forma conspicua quizás por la intemperización de los basidiomas debido a las condiciones ambientales extremas.

Myriostoma coliforme fructificó en selva baja caducifolia y subcaducifolia en primavera sobre suelo pobre en nitratos (Tabla 3). Aunque está previamente citada para Álamos (Esqueda *et al.*, 1999), es un taxón poco conocido en

la micobiota mexicana y a nivel mundial, se describió originalmente del Reino Unido donde no se ha observado desde hace más de un siglo (Pegler *et al.*, 1995). Es una especie única, reconocida por su cuerpo endoperidial multiestipitado y con una membrana multiporada, así como por sus esporas con una ornamentación alada.

Aunque *Radiigera fuscogleba* no desarrolla lacinias está ubicada en la familia Geastraceae, por la estructura de su gleba, morfología del capilicio, exoperidio y endoperidio, así como la ornamentación esporal característica de *Geastrum* (Pegler *et al.*, 1995). Se recolectó en selva baja caducifolia y subcaducifolia con bosque de galería, sobre suelo con textura franco-arenosa con pH 7.1 y materia orgánica total de 4.6% (Tabla 3). Taxón previamente registrado para la micobiota sonorensis en bosque de encino (Esqueda *et al.*, 1998).

Algunos parámetros fisicoquímicos de suelos

El pH varió de 6.6 hasta 7.9, el más básico en selva baja caducifolia y subcaducifolia, mientras que el más ácido en tres localidades con selva baja caducifolia, bosque de encino y selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva. Esqueda *et al.* (2000) registraron un pH promedio de 5.7 y 6.5 en localidades con bosque de encino y selva baja caducifolia respectivamente, para diversas especies de hongos gasteroides en Sonora, México. El contenido de materia orgánica total (MO) fue de 2.6 (bajo) hasta 5.8 % (alto), observándose el valor más bajo en selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva y el más alto en selva baja caducifolia y subcaducifolia (Tabla 3). En un gradiente de vegetación en Sonora con 77 especies de hongos gasteroides, Esqueda *et al.* (2000) determinaron desde 2.5 hasta 6.7% de MO. Esqueda *et al.* (2003) encontraron desde 2 hasta 12 % de material orgánica total en tres regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en Sonora, en un estudio realizado con diversas especies de *Geastrum*. En ninguna localidad se registró problema de salinidad, todos los valores de la conductividad eléctrica (CE) fueron menores a 1.6 dS

m^{-1} , el valor crítico es 4 dS m^{-1} (Castellanos *et al.*, 2000). En el transecto Hermosillo – Yécora, Sonora con 7 tipos de vegetación, la CE varió entre 0.4 y 0.7 dS m^{-1} (Esqueda *et al.*, 2000).

La concentración de nitratos varió de 21.9 a 30 mg kg^{-1} . Esqueda *et al.* (2003) citaron variaciones de N-NO_3^- entre 0.2 y 18.1 mg kg^{-1} en 17 especies de *Geastrum* recolectadas en 20 localidades en Sonora. El valor menor y mayor de P-PO_4^{3-} con 11.4 y 97.3 mg kg^{-1} respectivamente, se encontraron en dos localidades con vegetación de selva baja caducifolia. Los valores registrados para la RBAC son más altos, que los observados para especies de *Geastrum* de $0.2\text{-}26.2 \text{ mg kg}^{-1}$, en otras áreas prioritarias para la conservación en Sonora (Esqueda *et al.*, 2003). Siete localidades presentaron un suelo con textura franco-arenosa, es decir moderadamente gruesa con un 61-75% de arena, 16-25% de limo y 7-15% de arcilla. En las localidades 2 y 10, la textura fue gruesa, arenoso-franca con un 79-83% de arena, 10-14% de limo y 7% de arcilla. El sitio 7 fue el único con textura mediana, un suelo franco con 53, 34 y 13% de arena, limo y arcilla respectivamente (Tabla 3).

Aunque los hongos gasteroides tienen una importancia ecológica relevante, existen pocas investigaciones sobre la influencia de los factores bióticos y abióticos en su crecimiento y desarrollo, así como el impacto en su interacción micorrízica. En un estudio realizado en el Eje Neovolcánico, México, Cifuentes *et al.* (1997) observaron que el tipo de suelo, la altitud y las condiciones climáticas son factores más importantes que el tipo de vegetación, en los patrones de distribución de las especies fúngicas, lo cual no se observó en la RBAC.

Agradecimientos

Los autores agradecen a CONABIO (proyecto DC026) por el financiamiento del presente estudio. RV agradece al IPN y a la

COFAA el apoyo otorgado a sus investigaciones.

Literatura citada

- Bottomley, A.M., 1948. Gasteromycetes of South Africa. *Bothalia* 4: 473-810.
- Calderón-Villagómez, A., E. Pérez-Silva, 1989. Consideraciones taxonómicas y nuevos registros de algunas especies del género *Lycoperdon* (Gasteromycetes) en México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 59: 1-15.
- Calonge, F.D., M. Mata, J. Carranza, 2005. Contribución al catálogo de Gasteromycetes (Basidiomycotina, Fungi) de Costa Rica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62: 23-45.
- Castellanos, J.Z., J.X. Uvalle, A. Aguilar, 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. INCAPA, México.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, S. Sierra. 1986. Hongos. In: Lot, A., F. Chiang (eds.), Manual de Herbario. Administración y Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos. UNAM-Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México. pp. 55-64.
- Cifuentes, J., M. Villegas, J.L. Villarruel-Ordaz, S. Sierra, 1997. Diversity of macromycetes in pine-oak forest in the Neovolcanic Axis, Mexico. In: Palm, M.E., I.H. Chapela (eds.), *Mycology in Sustainable Development: Expanding Concepts, Vanishing Borders*. Parkway Pub. Inc., North Carolina. pp. 111-121.
- Coker, W.C., J.N. Couch, 1928. The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada. University of North Carolina Press, New York.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2007. Reserva de Biosfera Sierra de Álamos – Río Cuchujaqui. <http://www.conanp.gob.mx>. Última consulta 16 de julio de 2011.
- Cunningham, G.H., 1944. The Gasteromycetes of Australia and New Zealand. J. Cramer. Vaduz.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, G. Moreno, 1998. Adiciones al conocimiento de los gasteromicetos de Sonora. *Revista Mexicana de Micología* 14: 41-52.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, F. San Martín, R. Santos-Guzmán, 1999. Macromicetos de selva baja caducifolia. I: Álamos, Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 15: 73-78.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, M. Coronado, A. Estrada, 2000. Composición de gasteromicetos en un gradiente de vegetación. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 71: 39-62.
- Esqueda, M., T. Herrera, E. Pérez-Silva, A. Aparicio, G. Moreno, 2002. Distribution of *Battarrea phalloides* in Mexico. *Mycotaxon* 82: 207-214.
- Esqueda, M., T. Herrera, E. Pérez-Silva, A. Sánchez, 2003. Distribution of *Geastrum* species from some priority regions for conservation of biodiversity of Sonora, Mexico. *Mycotaxon* 87: 445-456.
- Esqueda, M., G. Moreno, E. Pérez-Silva, A. Sánchez, A. Altés, 2004. The genus *Tulostoma* in Sonora, Mexico. *Mycotaxon* 90: 409-422.
- Esqueda, M., M.L. Coronado, A. Gutiérrez, R. Valenzuela, S. Chacón, R.L. Gilbertson, T. Herrera, M. Lizárraga, G. Moreno, E. Pérez-Silva, T. van Devender, 2010. Hongos. In: Molina-Freaner, F.E., T.R. van Devender (eds.), *Diversidad Biológica de Sonora*. UNAM-CONABIO, México. pp. 189-205.
- Guzmán, G., 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2000. Síntesis de información geográfica y cartas temáticas digitales (SIGE de Sonora) Escala 1:1,000,000. INEGI. México. CD.

- Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter, J.A. Stalpers, 2008. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10 Ed. International Mycological Institute, CAB International, Wallingford.
- Moreno, G., M. Esqueda, E. Pérez-Silva, T. Herrera, A. Altés, 2007. Some interesting gasteroid and secotiod fungi from Sonora, Mexico. *Persoonia* 19: 265-280.
- Moreno, G., M. Lizárraga, M. Esqueda, M.L. Coronado, 2010. Contribution to the study of gasteroid and secotiod fungi of Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon* 112: 291-315.
- Pegler, D.N., T. Laessoe, B.M. Spooner, 1995. *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns. An Account of the British Gasteroid Fungi*. Royal Botanic Garden, Kew.

- Pérez-Silva, E., T. Herrera, M. Esqueda, 1999. Species of *Geastrum* (Basidiomycotina: Geastraceae) from Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 15: 89-104.
- Sunhede, S., 1989. Geastraceae (Basidiomycotina). Morphology, ecology, and systematics with special emphasis on the North European species. *Synopsis Fungorum* 1. Fungiflora, Gronlands Grafiske A/S, Oslo.
- Wright, J.E., 1987. The genus *Tulostoma* (Gasteromycetes). A world monograph. J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- Ying, J., X. Mao, Q. Ma, Z. Zong, H. Wen, 1987. *Icons of Medicinal Fungi from China*. Science Press, Beijing.