



Notothylas javanica (Anthocerotophyta: Notothyladaceae): nuevo registro para la brioflora de México

Notothylas javanica (Anthocerotophyta: Notothyladaceae): a new record for the bryoflora of Mexico

Dennis Alejandro Escolástico-Ortiz^{1,2} , Catalina Juárez-Martínez¹ 

1 Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias Biológicas, Av. Universidad 3000, 04510 Coyoacán, Cd. Mx., México.

2 Autor para la correspondencia: escolasticodennis@gmail.com

Citar como:

Escolástico-Ortiz, D. A. y C. Juárez-Martínez. 2018. *Notothylas javanica* (Anthocerotophyta: Notothyladaceae): nuevo registro para la brioflora de México. Acta Botanica Mexicana 123: 183-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm123.2018.1287>

Recibido: 28 de septiembre de 2017.

Revisado: 19 de octubre de 2017.

Aceptado: 9 de noviembre de 2017.

Primero en línea: 6 de febrero de 2018.

Publicado: 1 de abril de 2018.

DOI:

<http://dx.doi.org/10.21829/abm123.2018.1287>

RESUMEN:

Antecedentes y Objetivos: En México, los registros del género *Notothylas* se limitan a escasos reportes en la literatura y ejemplares de herbario. En este estudio, *Notothylas javanica* se reporta por primera vez para México.

Métodos: Se examinaron los caracteres morfológicos de *Notothylas javanica* utilizando los microscopios estereoscópico, óptico y electrónico de barrido. Los ejemplares recolectados se depositaron en MEXU.

Resultados clave: Se presenta la descripción, ilustración y datos ecológicos de la especie. Se discuten las diferencias y similitudes con las otras especies de *Notothylas* registradas para México. Adicionalmente, se presenta una clave para la determinación de las especies mexicanas de *Notothylas*.

Conclusiones: La información disponible para *Notothylas* sugiere la presencia de al menos tres especies en México. A fin de incrementar el conocimiento del género en este país, se recomienda explorar zonas clave y, además, realizar estudios que permitan conocer su diversidad, ecología y distribución geográfica.

Palabras clave: antocerotes, Chiapas, *Notothylas breutelii*, *Notothylas orbicularis*.

ABSTRACT:

Background and Aims: Reports on the genus *Notothylas* for Mexico are scarce and are known only from few published records and herbarium specimens. This work reports for the first time *Notothylas javanica* in Mexico.

Methods: Morphological characters of *Notothylas javanica* were examined under the stereo, compound and scanning electron (SEM) microscopes. Collected specimens were deposited in MEXU.

Key results: This work provides descriptions, illustrations and ecological data for the species. Differences and similarities with the other species of *Notothylas* reported for Mexico are discussed. In addition, an identification key for the Mexican species of *Notothylas* is provided.

Conclusions: Information compiled for *Notothylas* suggests that at least three species occur in Mexico. To increase the knowledge of the genus in this country, there is a need for further exploration of key areas and, additional studies on its diversity, ecology and geographical distribution.

Key words: Chiapas, hornworts, *Notothylas breutelii*, *Notothylas orbicularis*.

INTRODUCCIÓN

La división Anthocerotophyta incluye aproximadamente 215 especies a nivel mundial (Söderström et al., 2016). Para México, Delgadillo-Moya y Juárez-Martínez (2012) reconocen cuatro géneros y nueve especies de antocerotes de las cuales *Anthoceros orizabensis* (Steph.) Hässel y *A. venosus* Lindenb. & Gottsche son endémicas. Sin embargo, Delgadillo-Moya y Juárez-Martínez (2012) no reportaron *Notothylas* Sull. ex A. Grey para México.

Sullivan (1846) describió el género *Notothylas* tipificándolo con la especie *Notothylas orbicularis* (Schwein.) Sull. Las plantas de este género se caracterizan por presentar uno a tres cloroplastos por célula con o sin pirenoide. El esporofito mide en promedio 1-4 mm del pie al ápice de la cápsula, crece postrado sobre el gametofito y en la mayoría de las especies está totalmente cubierto por el involucre (excepto en *N. breutelii* (Gottsche) Gottsche, donde la cápsula se proyecta fuera del involucre). La cápsula del esporofito se abre de manera irregular, a través de una línea de dehiscencia o es indehiscente (Singh, 2002). A diferencia del resto de los antocerotes, la funcionalidad del meristemo basal es limitada y, por lo tanto, el crecimiento del esporofito es determinado. La columela está presente o ausente. Las esporas son amarillas a oscuras con un cíngulo ecuatorial y pueden estar acompañadas de pseudoeláteres sub-cuadrados con engrosamientos irregulares (Sullivan, 1846; Asthana y Srivastava, 1991; Schuster, 1992; Singh, 2002; Renzaglia et al., 2009; Villarreal et al., 2010).

Las clasificaciones actuales colocan a *Notothylas* en Notothyladaceae (subfamilia Notothyladoideae) (Stotler y Crandall-Stotler, 2005; Söderström et al., 2016).

Asthana y Srivastava (1991) propusieron dos subgéneros, *Notothylas* y *Notothyloides* A.K. Asthana & S.C. Srivast. El primero se caracteriza por tener columela siempre presente y la pared de la cápsula con 2(-3) capas de células de espesor, mientras que en el segundo, la columela está ausente y la pared de la cápsula tiene 4-8 capas de células.

El género *Notothylas* incluye 23 especies a nivel mundial que se distribuyen en zonas tropicales y templa-

das (Villarreal et al., 2010; Chantanaorrapint, 2014; Peng y Zhu, 2014; Söderström et al., 2016). La India es el país con mayor diversidad del género (~11 especies) (Singh, 2002). Para el Neotrópico se han reportado seis especies de *Notothylas* (Gradstein et al., 2001; Gradstein y Costa, 2003; Dauphin, 2005; Dauphin, et al., 2006), de las cuales *Notothylas orbicularis*, *N. breutelii* y *N. javanica* (Sande Lac.) Gottsche son de amplia distribución, mientras que las tres especies restantes, *Notothylas vitalii* Udar & D.K. Singh, *N. galapagensis* M. Howe y *N. dissecta* Steph., muestran una distribución más restringida en el continente americano (Udar y Singh, 1980; Pôrto et al., 1999; Gradstein et al., 2001; Dauphin, 2005; Dauphin et al., 2006).

En México, se habían registrado sólo dos especies de *Notothylas*. Schuster (1992) registró *N. orbicularis* por primera vez, posteriormente, Ibarra-Morales (2012) la describió e ilustró. Además, Schuster (1992) reportó a *N. breutelii* para Yucatán, Cozumel, Veracruz y San Luis Potosí.

En este estudio, *Notothylas javanica* es reportada por primera vez para México. Se proporcionan su descripción e ilustración y se discuten las diferencias y similitudes con otras especies de *Notothylas* registradas para el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas se encontraron sobre lodo en una zona urbana del municipio de Pichucalco, ubicado en el norte de Chiapas. Los ejemplares fueron colectados en contenedores de plástico para observar sus características en fresco. Una parte de la muestra fue colocada en sobres de papel como ejemplares de respaldo siguiendo la metodología propuesta por Delgadillo y Cárdenas (1990). Las observaciones y las mediciones morfológicas se realizaron con los microscopios estereoscópico (AO 580, American Optical, Southbridge, EUA) y óptico (OLYMPUS CX21, Olympus Corporation, Tokio, Japón). Así mismo, se realizaron observaciones de las esporas bajo el microscopio electrónico de barrido modelo Hitachi S-2460N Scanning Electronic Microscope (SEM) (Hitachi Ltd., Tokio, Japón) del Laboratorio de



Fotografía y Microscopia de la Biodiversidad del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. La determinación de los ejemplares se realizó con base en Schuster (1992) y Chantanaorrapint (2015). Adicionalmente, se elaboró una clave para la determinación de las especies de *Notothylias* reportadas para México. También se presentan ilustraciones de *N. orbicularis* y una discusión complementaria. El material examinado se depositó en la Colección de Briofitas del Herbario Nacional de México (MEXU).

RESULTADOS

Notothylias javanica (Sande Lac.) Gottsche, Botanische Zeitung, Berlin. 16: 20. 1858. TIPO: INDONESIA. Java, s. dat., *D. G. Holle s.n.* (holotipo: L). Fig. 1.

Plantas en rosetas color verde claro; talo 100-360 μm de grosor, con colonias esféricas de *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault en el interior del talo; células del talo pentagonales a hexagonales, 42-67.5 \times 22-47.5 μm ; cloroplasto uno por célula con un pirenoide central; plantas monoicas; anteridios con células arregladas irregularmente, en hileras no evidentes, 2-3 por cámara anteridial; arquegonios no observados; involucre 1.2-2 mm de largo con lamelas arregladas longitudinalmente; esporofito 1-2 \times 0.4 mm; cápsula cilíndrica sin líneas de dehiscencia (i. e. cleistocárpica), células epidérmicas de la cápsula cuadradas a rectangulares, 37-52 \times 20-30 μm , paredes celulares engrosadas, 5 μm de espesor; columela ausente; esporas color amarillo, 38-45 μm de diámetro, superficies proximal y distal vermiculadas, la proximal con marca trilete; pseudoeláteres ausentes.

Hábitat: en México, *Notothylias javanica* crece en zonas perturbadas, sobre barro o lodo. Las plantas se colectaron a 103 m s.n.m. A nivel mundial se reporta desde el nivel del mar hasta 150 m de altitud (Chantanaorrapint, 2015; Ruklani et al., 2016). Sin embargo, en Tailandia se reportó a 1500 m s.n.m. (Chantanaorrapint, 2015). *Notothylias javanica* mostró una estacionalidad marcada. De

acuerdo con reportes previos del género (Schuster, 1992; Ibarra-Morales, 2012), crecía sólo en la época de lluvias (de noviembre a enero).

Distribución: Japón, China (Taiwán), Indonesia (Java), Filipinas (Hasewaga, 1979; Peng y Zhu, 2014), Panamá (Dauphin et al., 2006), República Democrática del Congo (Stieperaere y Matcham, 2007), Tailandia (Chantanaorrapint, 2015), Sri Lanka (Ruklani et al., 2016), Australia (Cargill, 2016) y México.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Chiapas, Pichucalco, Col. El Mirador, 17°30'35.43"N, 93°06'37.14"O, 103 m, 19.XI.2016, *D. A. Escolástico-Ortiz 364* (MEXU); loc. cit., 4.I.2017, *D. A. Escolástico-Ortiz 365* (MEXU).

Clave para la determinación de las especies de *Notothylias* de México

Las descripciones detalladas de las especies de *Notothylias* registradas para México se pueden consultar en Schuster (1992).

- 1a. Esporas color pardo-oscuro a negro, con ornamentación papilosa-baculada en ambas superficies; involucre cubriendo menos de la mitad de la longitud de la cápsula *N. breutelii* (Gottsche) Gottsche
- 1b. Esporas color amarillo, con ornamentación vermiculada en ambas superficies; involucre cubriendo al menos la mitad de la longitud de la cápsula 2
- 2a. Cápsula con una línea de dehiscencia (bivalvada), paredes celulares de la cápsula fuertemente engrosadas, más de 5 μm de grosor; columela y pseudoeláteres presentes *N. orbicularis* (Schwein.) Sull.
- 2b. Cápsula sin líneas de dehiscencia (cleistocárpica), paredes celulares de la cápsula poco engrosadas, menos de 5 μm de grosor; columela y pseudoeláteres ausentes *N. javanica* (Sande Lac.) Gottsche

DISCUSIÓN

Notothylias javanica se caracteriza por tener esporas color amarillo con ornamentación vermiculada en las su-

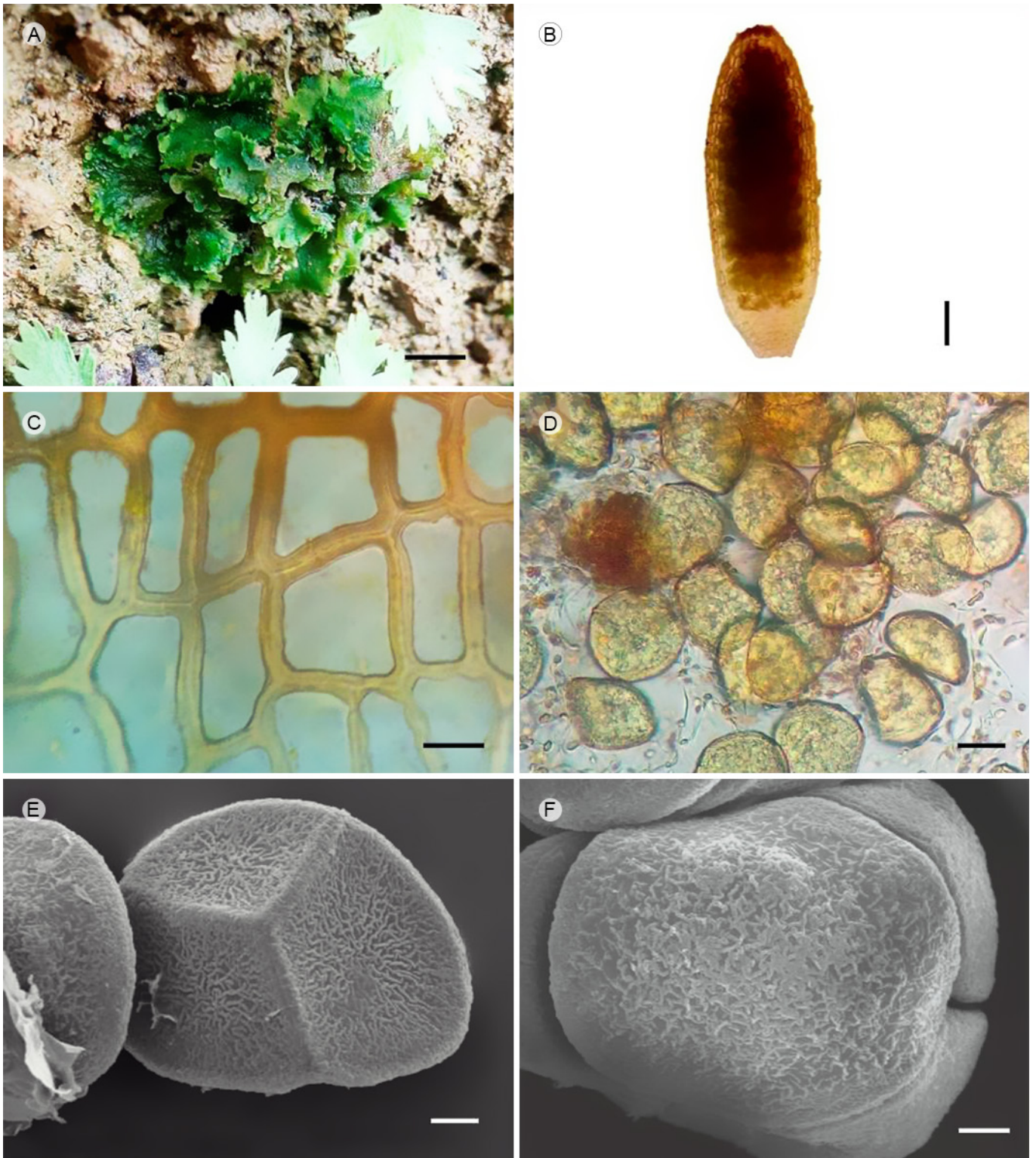


Figura 1: *Notothylas javanica* (Sande Lac.) Gottsche (D. A. Escolástico-Ortiz 364, MEXU). A. hábito (escala=2 mm); B. esporofito (escala=200 μ m); C. células epidérmicas de la sección media de la cápsula (escala=20 μ m); D. esporas (escala=20 μ m); E y F. superficies proximal y distal de la espóra en MEB (escala=5 μ m). Fotos: D. A. Escolástico-Ortiz.



perfiles proximal y distal, cápsula cleistocárpica, sin columela y sin pseudoeláteres (Fig. 1). *Notothylas javanica* podría ser confundida con *N. orbicularis* (Fig. 2), porque ambas tienen esporas color amarillo con el mismo tipo de ornamentación (Schuster, 1992). Sin embargo, en *N. javanica* la cápsula no tiene línea de dehiscencia y las células de la pared externa son cuadradas con paredes celulares poco engrosadas (menos de 5 μm de grosor) (Figs. 1B, C), mientras que en *N. orbicularis* la cápsula tiene una línea de dehiscencia y las células de la pared externa son alargadas-rectangulares con pa-

redes celulares fuertemente engrosadas (más de 5 μm de grosor) (Figs. 2B, C) (Stieperaere y Matcham, 2007). *Notothylas vitalii*, reportada para Brasil, es la única especie Neotropical similar a *N. javanica* por sus cápsulas cleistocárpicas, sin columela, sin pseudoeláteres y esporas vermiculadas; pero en *N. vitalii* la pared de las células de la cápsula está formada por múltiples capas (ver Udar y Singh, 1980).

El patrón de crecimiento de *N. javanica* en el área de estudio es anual y corresponde con la temporada de lluvias; lo anterior podría indicar que, las plantas de esta

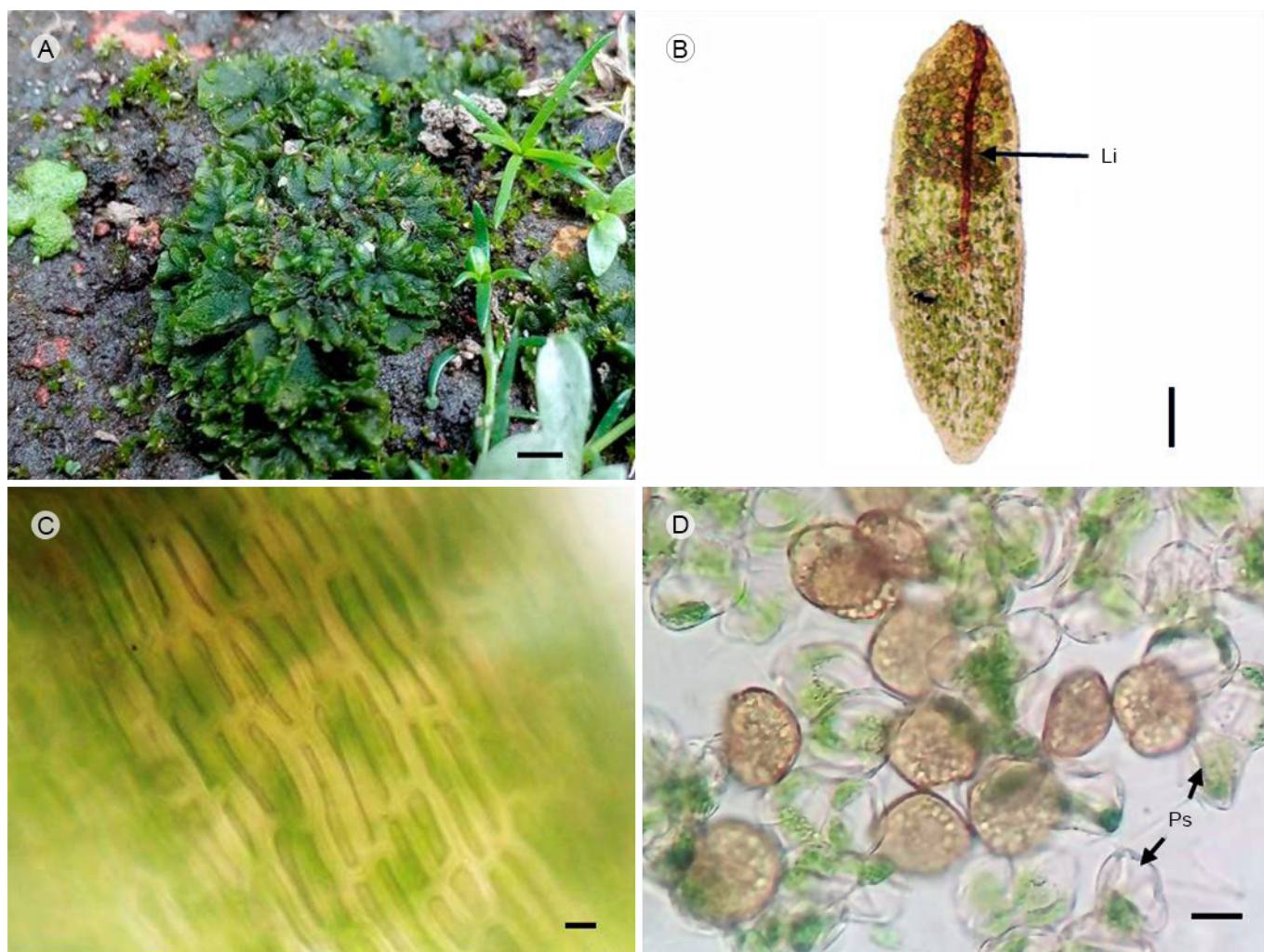


Figura 2: *Notothylas orbicularis* (Schwein.) Sull. (D. A. Escolástico-Ortiz 363, MEXU). A. hábito (escala=2 mm); B. esporofito con línea de dehiscencia (Li) (escala=200 μm); C. células epidérmicas de la zona media de la cápsula (escala=20 μm); D. esporas y pseudoeláteres (Ps) (escala=20 μm). Fotos: D. A. Escolástico-Ortiz.

especie son susceptibles a los cambios de humedad en el ambiente. En este sentido, Glime (2017) citó que, a nivel local, el escurrimiento superficial podría favorecer la dispersión de esporas en *Notothylas*.

Al igual que otras especies de *Notothylas*, *N. javanica*, predomina en ambientes antropogénicos, principalmente en suelos desprovistos de vegetación (Schuster, 1992; Dauphin et al., 2006). Schuster (1992) sugiere que para el género las alteraciones en el hábitat son importantes en la colonización de nuevos sitios. La presencia de *N. javanica* en las regiones tropicales de Asia, África, Australia y del continente americano (incluyendo México) podría indicar que su distribución pantropical sea debida a dispersión a larga distancia efectuada por intervención humana, como ocurre en otras especies del género (Hasewaga y Tan, 1986; Schuster, 1992).

De acuerdo con la información disponible, se estima que hay 16 especies de antocerotes en México (Delgado y Juárez-Martínez, 2012; Ibarra-Morales et al., 2015; Ibarra-Morales, 2017), de las cuales al menos tres pertenecen a *Notothylas*. Los estudios de *Notothylas* en el continente americano son infrecuentes comparados con los de *Anthoceros* L. y *Phaeoceros* Prosk. (Hässel de Menéndez, 1989, 1990; Ibarra-Morales et al., 2015). Esta situación podría estar relacionada con la biología del grupo como es el ciclo de vida anual, el tamaño del talo de menos de 5 cm y el crecimiento usual en rosetas aisladas que dificultan la observación de las plantas en su hábitat natural. Sin embargo, la exploración adecuada en zonas clave de México, como el sureste, podría aumentar el conocimiento de la diversidad, distribución geográfica y ecología del género. Se resalta la necesidad de estudios filogenéticos (con datos morfológicos y moleculares) que permitan conocer las relaciones entre las especies de *Notothylas*.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

DAEO colectó y determinó el material biológico. CJM elaboró la clave de determinación. Ambos autores redactaron en conjunto las secciones del trabajo.

FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado con una beca de maestría otorgada a DAEO por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo académico recibido. Al Instituto de Biología-UNAM, a través del Departamento de Botánica, por el uso de la infraestructura y colecciones. A Juan Carlos Villarreal por su colaboración en la determinación de los ejemplares y por la literatura proporcionada. A Berenit Mendoza Garfias y a Jesús Alberto Cruz-López por la obtención de las fotografías del MEB. Finalmente, agradecemos a dos revisores anónimos por sus valiosas recomendaciones y comentarios sobre el escrito.

LITERATURA CITADA

- Asthana, A. K. y S. C. Srivastava. 1991. Indian Hornworts (A Taxonomic Study). *Bryophytorum Bibliotheca* 42: 1-158.
- Cargill, D. C. 2016. Rare and peculiar hornworts: *Notothylas orbicularis* and *N. javanica* (Notothyladaceae), new genus and species records for Australia. *Phytotaxa* 275(1): 1-13. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.275.1.1>
- Chantanaorrapint, S. 2014. *Notothylas irregularis* (Notothyladaceae, Anthocerotophyta), a new species of hornwort from northern Thailand. *Acta Botanica Hungarica* 56(3-4): 269-274. DOI: <https://doi.org/10.1556/ABot.56.2014.3-4.3>
- Chantanaorrapint, S. 2015. Taxonomic studies on Thai Anthocerotophyta II. The genus *Notothylas* (Notothyladaceae). *Cryptogamie, Bryologie* 36(3): 251-266. DOI: <https://doi.org/10.7872/cryb/v36.iss3.2015.251>
- Dauphin, G. 2005. Catalogue of Costa Rican Hepaticae and Anthocerotae. *Bryophyte Diversity and Evolution* 26(1): 141-218. DOI: <https://doi.org/10.11646/bde.26.1.17>
- Dauphin, G., T. Pócs, J. C. Villarreal y N. Salazar-Allen. 2006. Nuevos registros de hepáticas y antocerotófitas para Panamá. *Bryophyte Diversity and Evolution* 27(1): 73-85. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/bde.27.1.10>



- Delgadillo M., C. y A. Cárdenas S. 1990. Manual de Briofitas, 2 ed. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. 135 pp.
- Delgadillo-Moya, C. y C. Juárez-Martínez. 2012. Biodiversidad de Anthocerotophyta y Marchantiophyta en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85(1): 106-109. DOI: <https://dx.doi.org/10.7550/rmb.30954>
- Glime, J. M. 2017. Adaptive Strategies: Spore Dispersal Vectors. In: Glime, J. M. (ed.). Bryophyte Ecology, Vol. I. Physiological Ecology. Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Michigan, USA. Pp. 1-44. <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/> (consultado agosto de 2017).
- Gradstein, S. R., S. P. Churchill y N. Salazar-Allen. 2001. Guide to the bryophytes of tropical America. Memoirs of the New York Botanical Garden 86: 1-577.
- Gradstein, S. R. y D. P. Costa. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. Memoirs of the New York Botanical Garden 87: 1-318.
- Hasegawa, J. 1979. Taxonomical studies on Asian Anthocerotae I. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica 30: 15-30.
- Hasegawa, J. y B. C. Tan. 1986. *Notothylas breutelii*, a Caribbean species newly found in the Philippines. Journal of Bryology 14(2): 249-253. DOI: <https://dx.doi.org/10.1179/jbr.1986.14.2.249>
- Hässel de Menéndez, G. G. 1989. Las especies de *Phaeoceros* (Anthocerotophyta) de América del Norte, Sud y Central; la ornamentación de sus esporas y taxonomía. Candollea 44(2): 715-739.
- Hässel de Menéndez, G. G. 1990. Las especies de *Anthoceros* y *Folioceros* (Anthocerotophyta) de América del Norte, Sud y Central; la ornamentación de sus esporas y taxonomía. Candollea 45(1): 201-220.
- Ibarra-Morales, A. 2012. Revisión anatómica y morfológica de Anthocerotophyta del Centro de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. 59 pp.
- Ibarra-Morales, A. 2017. Evaluación taxonómica de *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk. y *P. laevis* (L.) Prosk. (Anthocerotophyta) con base en datos moleculares. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. 71 pp.
- Ibarra-Morales, A., M. E. Muñiz y S. Valencia. 2015. The Genus *Anthoceros* (Anthocerotaceae, Anthocerotophyta) in Central Mexico. Phytotaxa 205(4): 215-228. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.205.4.1>
- Peng, T. y R. L. Zhu. 2014. A revision of the genus *Notothylas* (Notothyladaceae, Anthocerotophyta) in China. Phytotaxa 156(3): 156-164. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.156.3.6>
- Pôrto, K. C., S. R. Gradstein, O. Yano, S. R. Germano y D. P. da Costa. 1999. New and interesting records of Brazilian bryophytes. Bryophyte Diversity and Evolution 17(1): 39-243 45. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/bde.17.1.10>
- Renzaglia, K. S., J. C. Villarreal y R. J. Duff. 2009. New insights into morphology, anatomy, and systematics of hornworts. In: Goffinet, B. y A. J. Shaw (eds.). Bryophyte Biology, 2 ed. Cambridge University Press. Cambridge, UK. Pp. 139-171. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754807.004>
- Ruklani, N. S., S. C. Rubasinghe y J. C. Villarreal. 2016. Two new records of Sri Lankan hornworts, *Notothylas javanica* (Notothyladaceae) and *Megaceros flagellaris* (Dendrocerotaceae). Cryptogamie, Bryologie 37(4): 435-444. DOI: <https://doi.org/10.7872/cryb/v37.iss4.2016.435>
- Schuster, R. M. 1992. The Hepaticae and Anthocerotae of North America east of the hundredth meridian, Vol. VI. Field Museum of Natural History Chicago. Chicago, USA. 854 pp.
- Singh, D. K. 2002. Notothylaceae of India and Nepal (A morpho-taxonomic revision). Bishen Singh Mahendra Pal Singh. Dehradun, India. 271 pp.
- Söderström, L., A. Hagborg, M. von Konrat, S. Bartholomew-Began, D. Bell, L. Briscoe, E. Brown, D. C. Cargill, E. D. Cooper, D. P. da Costa, B. J. Crandall-Stotler, E. D. Cooper, G. Dauphin, J. J. Engel, K. Feldberg, D. Glenny, S. R. Gradstein, X. He, J. Heinrichs, J. Hentschel, A. L. Ilkiu-Borges, T. Katagiri, N. A. Konstantinova, J. Larraín, D. G. Long, M. Nebel, T. Pócs, F. Puche, M. E. Reiner-Drehwald, M. A. M. Renner, A. Sass-Gyarmati, A. Schäfer-Verwimp, J. G. Segarra-Moragues, R. E. Stotler,

- P. Sukkharak, B. M. Thiers, J. Uribe, J. Vána, J. C. Villarreal, M. Wigginton, L. Zhang y R.-L. Zhu. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59: 1-828. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.59.6261>
- Stieperaere, H. y H. W. Matcham. 2007. *Notothylas orbicularis* (Schwein.) Sull. in D. R. Congo and Uganda, new to Africa and *N. javanica* (Sande Lac.) Gottsche new to D.R. Congo (Anthocerotophyta, Notothyladaceae). *Journal of Bryology* 29(1): 3-6. DOI: <https://dx.doi.org/10.1179/174328207X160559>
- Stotler, R. E. y B. Crandall-Stotler. 2005. A revised classification of the Anthocerotophyta and a checklist of the hornworts of North America, North of Mexico. *The Bryologist* 108(1): 16-26. DOI: [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2005\)108%5B16:ARCOTA%5D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2005)108%5B16:ARCOTA%5D2.0.CO;2)
- Sullivan, W. S. 1846. Sullivan's Muscology. *American Journal of Science and Arts* 2(1): 74-75. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/51994> (consultado agosto de 2017).
- Udar, R. y D. K. Singh. 1980. An interesting *Notothylas* from Brasil. *Miscellanea Bryologica et Lichenologica* 8(9): 173-177.
- Villarreal, J. C., D. C. Cargill, A. Hagborg, L. Söderström y K. S. Renzaglia. 2010. A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. *Phytotaxa* 9(1): 150-166. DOI: <https://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.9.1.8>