

SEP

POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768



Enero 2022

Núm. 53

POLIBOTÁNICA



CONACYT



Núm. 53

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Enero 2022

PÁG.

CONTENIDO

- 1 Fabáceas del Área de Protección de Flora y Fauna Médanos de Samalayuca, Chihuahua, México
Fabaceae of the Flora and Fauna Protection Area Médanos de Samalayuca, Chihuahua, Mexico
J.R. Rueda-Torres | L. De León Pesqueira | A.B. Gatica Colima
- 13 Estudio de la flora presente en apiarios de tres municipios en el estado de Yucatán, México
Study of flora present in apiaries of three municipalities in the state of Yucatan, Mexico
C.I. Briceño Santiago | J. Cano Sosa | A.L. Ramos Díaz | R. Noriega Trejo | D.I. Couoh May
- 35 Relaciones filogenéticas de especies de *Phaseolus* de México con base en marcadores de ADN cloroplástico
Phylogenetic relationships of Phaseolus species from México based on chloroplastic DNA markers
V.H. Villarreal Villagrán | J. S. Muruaga Martínez | M.L.P. Vargas Vázquez | N. Mayek Pérez | S. Hernández Delgado
- 53 Las ingresiones e islas de los bosques espinosos del Caldenal dentro de los pastizales Austral Pampeanos
The Caldenal thorny forests ingressions and islands inside the Austral Pampean grasslands
E.L. Guerrero
- 69 Diversidad de especies de plantas arvenses en tres monocultivos del Bajío, México
Diversity of weed species in three monocultures from Bajío, Mexico
R. Guzmán Mendoza | V. Hernández Hernández | M.D. Salas Araiza | H.G. Núñez Palenius
- 87 Genetic diversity and genetic structure of *Capsicum annuum* L., from wild, homegarden and cultivated populations in a heterogeneous environment in Oaxaca, Mexico
Diversidad genética y estructura genética de Capsicum annuum L., de poblaciones silvestres, de traspatio y cultivadas en un ambiente heterogéneo en Oaxaca, México
R.T. Tapiaez | J.M. Peñaloza Ramírez | A.P. Olvera | A.L. Albarran Lara | K. Oyama
- 105 Morfología polínica de *Neomillspaughia* y *Podopterus* (Polygonaceae: Eriogonoideae: Cocolobeae)
Pollen morphology of Neomillspaughia and Podopterus (Polygonaceae: Eriogonoideae: Cocolobeae)
K.C. Durán Escalante | J.J. Ortiz Díaz | M. M. Ferrer | J. Tun Garrido
- 119 Morfoanatomía, histoquímica y germinación de las semillas de *Mammillaria parkinsonii* Ehrenb. (Cactaceae)
Morphoanatomy, histochemistry and germination of the seeds of Mammillaria parkinsonii Ehrenb. (Cactaceae)
Y. Uribe Salazar | A. Quintanar Isaías | C. Barbosa Martínez | J. Flores | C.L. Jiménez Sierra
- 135 Asymbiotic germination, *ex situ* conservation and *in vitro* plant regeneration of *Catasetum integerrimum* Hook
Germinación asimbiótica, conservación ex situ e in vitro regeneración de plantas de Catasetum integerrimum Hook
G. López Puc | G.J. Herrera Cool
- 151 Fitoquímicos y propiedades nutraceuticas de durazno (*Prunus persica* L.) cultivado en Zacatecas
Phytochemicals and nutraceutical properties of peach (Prunus persica L.) harvested in Zacatecas
J. Aguayo Rojas | S. Mora Rochín | X. Tovar Jiménez | J.J. Rochín Medina | R.O. Navarro Cortez
- 167 Evaluation of extracts of endemic trees (*Magnolia* spp.) in Mexico against the fruit fly pest and preliminary phytochemical study
Evaluación de extractos de árboles endémicos (Magnolia spp.) de México contra la plaga de la mosca de la fruta y estudio fitoquímico preliminar
S.G. Vásquez Morales | E.A. Alvarez Vega | D.A. Infante Rodríguez | J.P. Huchin Mian | M. Pedraza Reyes
- 183 Características fenotípicas, nutricionales y nutraceuticas de frutos de chile x'catik, dulce y su híbrido fl (*Capsicum annuum* L.)
Phenotypic, nutritional and nutraceutical traits of x'catik chili fruits, sweet and its fl hybrid (Capsicum annuum L.)
Y.A. Mís Valdez | M.J. Hernández Pinto | R. Garruña | K.B. Medina Dzul | R.H. Andueza Noh
- 197 Mecanismos de infección endógena en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*
Mechanisms of endogenous infection in cocoa fruits with Moniliophthora roreri
V. Flores | L. Gómez Rodríguez | J.A. López García | J. Grajales Conesa
- 211 Efectos de *Bacillus subtilis* cepas GBO3 y IN937b en el crecimiento de maíz (*Zea mays* L.)
Effects of Bacillus subtilis strains GBO3 and IN937b on the growth of corn (Zea mays L.)
A.E. Gutiérrez Calvo | A. Gutiérrez Estrada | C.L. Miceli Méndez | M.A. López Miceli
- 219 Conhecimentos etnobotánicos de mateiros em comunidades rurais da região da Serra das Almas, Paraná - Brasil
Conocimiento etnobotánico de los silvicultores en comunidades rurales de la región Serra das Almas, Paraná - Brasil
Ethnobotanical knowledge of foresters in rural communities in the Serra das Almas region, Paraná - Brazil
M. Ferreira Clarindo | A. Staniski | J. Strachulski
- 239 Valor cultural de los recursos forestales no maderables en comunidades zapotecas de la Sierra Juárez de Oaxaca
Cultural value of non-timber forest resources in Zapotec communities of the Sierra Juarez de Oaxaca
J. Martínez López | N.G. Molina Luna | S. Rangel Landa | C. Aquino Vázquez | A. Acosta Ramos

Portada

Podopterus mexicanus Humb. & Bonpl. Polygonaceae. "Rompe capa". Árboles o arbustos de 1.5-6.0 m de altura, ramas con espina terminal, braquiblastos, hojas fasciculadas, flores blancas a verdosas en fascículos, y frutos cubiertos por el perianto externo que forma alas delgadas y largamente decurrentes hacia el pedicelo. Crece en bosques tropicales caducifolios y bosques espinosos, sobre suelo rocoso negro derivado de rocas ígneas. En elevaciones de 550-760 m. Florece de abril a mayo y fructifica de junio a septiembre. Se distribuye desde México hasta Centroamérica. En México se encuentra en los estados de Colima, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Se utiliza como planta melífera y para leña.



Podopterus mexicanus Humb. & Bonpl. Polygonaceae. "Rompe capa". Trees or shrubs 1.5-6.0 m tall, branches with a terminal spine, brachyblasts, fasciculate leaves, white to greenish flowers in fascicles, and fruit covered by the external perianth that forms thin wings and longly decurrent towards the pedicel. It grows in tropical deciduous forests and thorny forests, on black, rocky soil derived from igneous rocks. At elevations of 550-760 m. Blossoms from April to May and bears fruit from June to September. It is distributed from Mexico to Central America. In Mexico it is found in the states of Colima, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Veracruz and Yucatán. It is used as a melliferous plant and for firewood.

por/by **Rafael Fernández Nava**



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General: *Dr. Arturo Reyes Sandoval*

Secretario General: *Mtro. Juan Manuel Cantú Vázquez*

Secretario Académico: *Dr. David Jaramillo Viguera*

Secretario de Extensión e Integración Social: *Dr. Luis Alfonso Villa Vargas*

Secretario de Investigación y Posgrado: *Dra. Laura Arreola Mendoza*

Secretario de Servicios Educativos: *Dra. Ana Lilia Coria Páez*

Secretario de Administración: *M. en C. Javier Tapia Santoyo*

Director de Educación Superior: *Mtro. Mauricio Igor Jasso Zaranda*

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Directora:

Dra. Yadira Rivera Espinoza

Subdirectora Académica:

M. en C. Martha Patricia Cervantes Cervantes

Subdirector Administrativo:

Ing. Raúl Chávez Alvircio

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

Dr. Gerardo Aparicio Ozores

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social:

Dr. Felipe Neri Rodríguez Casasola

POLIBOTÁNICA, Año 27, No. 53, enero-junio 2022, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F. Teléfono 57296000 ext. 62331. <http://www.herbario.encb.ipn.mx/>, Editor responsable: Rafael Fernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2015-011309001300-203. ISSN impreso: 1405-2768, ISSN digital: 2395-9525, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la ENCB del IPN, Rafael Fernández Nava, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EDITOR EN JEFE

Rafael Fernández Nava

EDITORA ASOCIADA

María de la Luz Arreguín Sánchez

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Christiane Anderson
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, US

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados
Estado de México, México

Jorge Llorente Bousquets
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Graciela Calderón de Rzedowski
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Delia Fernández González
Universidad de León
León, España

Theodore S. Cochrane
University of Wisconsin
Madison, Wisconsin, US

Jerzy Rzedowski Rotter
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Hugo Cota Sánchez
University of Saskatchewan
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Luis Gerardo Zepeda Vallejo
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Fernando Chiang Cabrera
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Claude Sastre
Muséum National d'Histoire Naturelle
Paris, Francia

Thomas F. Daniel
California Academy of Sciences
San Francisco, California, US

Mauricio Velayos Rodríguez
Real Jardín Botánico
Madrid, España

Francisco de Asis Dos Santos
Universidad Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemi Waksman de Torres
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, NL, México

Carlos Fabián Vargas Mendoza
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Julieta Carranza Velázquez
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

José Luis Godínez Ortega
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Tom Wendt
University of Texas
Austin, Texas, US

José Manuel Rico Ordaz
Universidad de Oviedo
Oviedo, España

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

Luz Elena Tejeda Hernández

OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Pedro Aráoz Palomino

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

Dr. Rafael Fernández Nava
Editor en Jefe de

POLIBOTÁNICA

Departamento de Botánica
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional
Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:
polibotanica@gmail.com
rfernan@ipn.mx

Dirección Web
http://www.polibotanica.mx

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONACYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.



**MORFOLOGÍA POLÍNICA DE
Neomillspaughia S.F. BLAKE Y
Podopterus BONPL. (POLYGONACEAE,
ERIOGONOIDEAE, COCCOLOBEAE)**

**POLLEN MORPHOLOGY OF
Neomillspaughia S.F. BLAKE Y
Podopterus BONPL. (POLYGONACEAE,
ERIOGONOIDEAE, COCCOLOBEAE)**

Durán Escalante, K. C.; J. J. Ortiz-Díaz; M. M Ferrer y J. Tun-Garrido:

MORFOLOGÍA POLÍNICA DE *Neomillspaughia* S.F. BLAKE Y *Podopterus* BONPL. (POLYGONACEAE, ERIOGONOIDEAE, COCCOLOBEAE).

POLLEN MORPHOLOGY OF *Neomillspaughia* S.F. BLAKE AND *Podopterus* BONPL. (POLYGONACEAE, ERIOGONOIDEAE, COCCOLOBEAE).



**MORFOLOGÍA POLÍNICA DE *Neomillspaughia* S.F. BLAKE Y *Podopterus* BONPL.
(POLYGONACEAE, ERIOGONOIDEAE, COCCOLOBEAE).**

**POLLEN MORPHOLOGY OF *Neomillspaughia* S.F. BLAKE AND *Podopterus* BONPL.
(POLYGONACEAE, ERIOGONOIDEAE, COCCOLOBEAE)**

Durán Escalante, K. C.;
J. J. Ortiz-Díaz;
M. M Ferrer
y J. Tun-Garrido.

MORFOLOGÍA POLÍNICA
DE *Neomillspaughia* S.F.
BLAKE Y *Podopterus* BONPL.
(POLYGONACEAE,
ERIOGONOIDEAE,
COCCOLOBEAE).

POLLEN MORPHOLOGY
OF *Neomillspaughia* S.F.
BLAKE AND *Podopterus*
BONPL. (POLYGONACEAE,
ERIOGONOIDEAE,
COCCOLOBEAE).

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 53: 105-117. Enero 2022

DOI:
10.18387/polibotanica.53.7

K. C. Durán Escalante

J. J. Ortiz-Díaz / odiaz@correo.uady.mx

Departamento de Botánica. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,
Universidad Autónoma de Yucatán
Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116, 97000.

M. M Ferrer

Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales.
Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán,
Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116, 97000.

J. Tun-Garrido

Departamento de Botánica. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,
Universidad Autónoma de Yucatán
Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116, 97000.

RESUMEN: *Neomillspaughia* y *Podopterus* son dos géneros de hábito arbóreo y arbustivo que habitan en las selvas caducifolias de Mesoamérica. Ambos géneros son monofiléticos y han sido clasificados en la tribu Coccolobae. Aunque cada uno cuenta con tres especies, solo *Neomillspaughia emarginata*, *Podopterus cordifolius* y *P. mexicanus* han sido empleadas en estudios filogenéticos moleculares de tal manera que sus relaciones filogenéticas en la tribu aún son inciertas. Estudios palinológicos en Eriogonoideae mencionan que el polen presenta poca variación, sin embargo, entre los géneros de esta subfamilia existe una organización diversa de los colpos, poros y ornamentaciones, lo que confiere a estos elementos de interés taxonómico. Los objetivos de este estudio son caracterizar el polen de *Neomillspaughia* y *Podopterus* y explorar su valor taxonómico dentro de la subfamilia Eriogonoideae. La caracterización del polen se realizó mediante observaciones con microscopía óptica y electrónica de barrido de polen proveniente de ejemplares de herbario. *Neomillspaughia* se caracterizó por presentar granos de prolotos a subprolotos y una ornamentación microrreticulada; solo *N. hondurensis* presentó una estructura vestibular en la apertura. En *Podopterus*, la forma del grano varía de subproloto a proloto esférico y la ornamentación de microrreticulada a reticulada. *P. cordifolius* presenta exina reticulada con lúmenes profundos y bien definidos; *P. guatemalensis*, presenta una estructura vestibular en la apertura y *P. mexicanus* exhibe granos tri-tetracolporados, característica observada únicamente en esta especie junto a aperturas circulares. La caracterización palinológica de las seis especies reveló que el número de colpos y los patrones de ornamentación de la exina son similares a los encontrados en otros géneros de la subfamilia Eriogonoideae. La variación registrada en la forma, número de aperturas, así como también en la ornamentación de la exina de los granos de polen permiten la certera identificación de las especies. En este trabajo se incluyen descripciones de los géneros y las especies, así como también microfotografías de microscopio óptico y electrónico de barrido.

Palabras clave: Palinología, taxonomía, géneros leñosos, Mesoamérica.

ABSTRACT: *Neomillspaughia* and *Podopterus* are two woody genera that inhabit deciduous forests of Mesoamerica. Both genera are monophyletic and have been classified in the Coccolobeae tribe. Although each has three species, only *N. emarginata*, *P. mexicanus* and *P. cordifolius* has been used to establish phylogenetic relationships. Palynological studies in Eriogonoideae mention that pollen presents little variation, however, taxonomic value at species level have not been explored, since there is a diverse organization of colpi, pores and ornamentation among them. The objectives of this study are to characterize the pollen of *Neomillspaughia* and *Podopterus* and to explore its taxonomic value within the subfamily Eriogonoideae. The characterization of the pollen was carried out by observations with optical and scanning electron microscopy of pollen from herbarium specimens. *Neomillspaughia* was characterized by the presence of prolate to subprolate grains and microreticulated ornamentation; only *N. hondurensis* presented a vestibular structure at the aperture. In *Podopterus*, the grain shape varies from subprolate to prolate spheroidal and the ornamentation from microreticulated to reticulated. *P. cordifolius* has reticulated exin with deep and well-defined lumens; *P. guatemalensis*, presents a vestibular structure at the apertures and *P. mexicanus* exhibits tri-tetracolporate grains, characteristic observed only in this species together with circular apertures. The palynological characterization of the six species revealed that the number of colpi and the patterns of ornamentation of exine are similar to those found in other genera of the Eriogonoideae subfamily. The variation in the shape, number of apertures, as well as in the ornamentation of the exine of the pollen grains allow the accurate identification of the species. In this study we include descriptions of the genera and species, as well as light and scanning microphotographs.

Keywords: Palynology, taxonomy, woody genera, Mesoamérica.

INTRODUCCIÓN

Neomillspaughia y *Podopterus* son dos géneros de hábito leñoso cuya distribución se restringe a las selvas caducifolias de México y América Central (Brandbyge, 1993; Burke et al., 2010; Hernández-Ledesma et al., 2015). Cada uno de los géneros tiene tres especies descritas que poseen en común tépalos acrescentes en el fruto con alas dorsales. *Neomillspaughia* se diferencia por tener flores en panículas y tépalos exteriores con las alas dorsales sin extenderse a los pedicelos, mientras que en *Podopterus* las flores son fasciculadas y los tépalos exteriores con las alas dorsales decurrentes en el pedicelo (Blake, 1921). El número de tépalos es una característica clave para el reconocimiento de ambos géneros; por un lado, cinco tépalos es un número consistente en *Neomillspauhia* (Blake, 1921; Standley y Steyermark, 1946) mientras que en *Podopterus* suele variar de cinco a seis (Blake, 1921; Burger, 1983; Ortiz-Díaz, 1994; Standley y Steyermark, 1946) pudiendo ocasionalmente, presentarse cuatro. Las relaciones filogenéticas de estos dos géneros son controversiales resolviéndose *Neomillspaughia* como grupo hermano de *Coccoloba* ambos con cinco tépalos y *Podopterus* en una posición más afin a los géneros con seis tépalos como *Gymnopodium*, *Leptogonum*, *Ruprechtia* y *Triplaris* (Burke et al., 2010). No obstante, Burke y Sanchez (2011) incluyen a *Podopterus* dentro de la tribu Coccolobeae junto con *Coccoloba* y *Neomillspaughia*. Aunque las diferencias morfológicas entre *Neomillspaughia* y *Podopterus* son sustanciales, el número de especies empleadas en estudios filogenéticos moleculares se limita a tres, *N. emarginata*, *P. mexicanus* y *P. cordifolius* de tal manera que las relaciones filogenéticas en la subfamilia Eriogonoideae aún son inciertas. Estudios palinológicos en Polygonaceae realizados por diversos autores (Brandbyge, 1990b, 1993; Brandbyge y Øllgaard, 1984; Nowicke y Skvrla, 1977) en la subfamilia Eriogonoideae mencionan que el polen presenta poca variación, sin embargo, existe una organización diversa de los aperturas y ornamentaciones entre los géneros de esta subfamilia (Burke et al., 2010; Mondal, 1997) lo que les confiere interés taxonómico. El polen en la subfamilia es tri-, o menos comúnmente, tetracolporado, la exina varía de punctada y punctado-estriada a reticulada y microreticulada, así como también espinulosa.

Aunque la utilidad taxonómica del polen para explicar las relaciones filogenéticas en Eriogonoideae ha sido limitada (Burke *et al.*, 2010), hay que señalar que su potencial no ha sido explorado en todas las especies de los géneros *Neomillspaughia* y *Podopterus*. Por ejemplo *N. hondurensis* descrita por Ortiz-Díaz *et al.* (2013) no se ha considerado en estudios filogenéticos ni palinológicos previos. La variación en la forma, número de aperturas, así como también en la ornamentación de la exina de los granos de polen podrían sugerir relaciones con otros géneros de Eriogonoideae. Los objetivos de este estudio son caracterizar el polen de *Neomillspaughia* y *Podopterus* y explorar el valor taxonómico del polen en la delimitación de sus especies y sus afinidades con otros géneros de la subfamilia Eriogonoideae.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de las especies

Para el estudio palinológico se consideraron todas las especies de *Neomillspaughia* y *Podopterus*: *N. emarginata*, *N. hondurensis*, *N. paniculata*, *P. cordifolius*, *P. guatemalensis* y *P. mexicanus*. En total se seleccionaron 16 ejemplares de herbario (Apéndice) procedentes de los herbarios del Museo de Historia Natural de Londres (BM), Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), Jardín Botánico de Missouri (MO) y de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Para las especies *N. emarginata* y *N. paniculata* se analizaron 4 ejemplares de cada uno y de *N. hondurensis*, tres pliegos de herbario. Para las especies de *P. mexicanus* y *P. cordifolius* dos, y para *P. guatemalensis*, uno.

Técnica de acetólisis

El polen se acetolizó de acuerdo con la técnica de acetólisis (Erdtman, 1952) siguiendo las adecuaciones de Alfaro-Bates *et al.* (2010). Los granos de polen obtenidos se colocaron en gelatina glicerizada (Sawyer, 1988) haciendo las preparaciones permanentes, mismas que después de su descripción se depositaron en la colección palinológica de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY-PAL).

Medición y descripción de los granos de polen

Para el registro de las mediciones se tomaron en cuenta 30 granos de polen de cada especie de *Neomillspaughia* y 14 granos de polen para cada especie de *Podopterus*. Esto se justifica debido a la disponibilidad de ejemplares de herbario y a que algunos ejemplares presentaron pocos granos de polen. Aun así, el esfuerzo de observación y medición cumple con el número estándar en las descripciones palinológicas de 10-15 granos por especie como en las presentadas por Hong *et al.* (2005), Yasmin *et al.* (2009, 2015) o Yurtseva *et al.* (2014). Las observaciones, mediciones y fotografías se tomaron en las vistas polar y ecuatorial empleando un microscopio óptico Zeiss Primo Star y cámara Infinity3 a 1000 aumentos. Las mediciones se tomaron en las microfotografías digitales previa calibración en el programa ImageJ ver. 1.44p (Schneider *et al.*, 2012). El promedio y desviación estándar de los datos se expresan en μm . En vista ecuatorial, la medición del eje polar (P) y el eje ecuatorial (E) permite obtener la relación (P/E) y así determinar la forma del grano de polen en vista ecuatorial. En vista polar, se midió la distancia entre los colpos (dc) y el diámetro (d) y con estos valores se obtiene el índice de área polar (dc/d). Para la observación detallada de la ornamentación de la exina se empleó el microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL JSM-6360LV. Para ello, los granos acetolizados fueron deshidratados en un tren de alcohol de 30%, 50% y 70%, montados sobre cinta de carbón bifaz y recubiertos con oro. El microscopio electrónico de barrido fue operado a 20kV. La terminología utilizada para la descripción palinológica de las especies incluye la de Erdtman (1952), Sáenz Laín (2004) y Punt *et al.* (2007).

RESULTADOS

Neomillspaughia S. F. Blake, Bull. Torrey Bot. Club 48(3): 84–85. 1921.

Granos radiosimétricos isopolares, prolato a subprolotos dada la relación eje polar/ecuatorial de 1.32 a 1.36; tricolporados. Tectum perforado y microrreticulado, con exina de 0.64-1.07 μm de grosor. Endoaperturas lalongadas; colpos con margen o vestíbulo. Índice de área polar pequeña.

Neomillspaughia emarginata (H. Gross) S. F. Blake, Bull. Torrey Bot. Club 48(3): 85. 1921 (Láminas I, II y III A).

Granos tricolporados, prolotos de $12.97 \pm 0.85 \mu\text{m} \times 9.76 \pm 1.49 \mu\text{m}$. Relación P/E= 1.36. Exina de $0.90 \pm 0.17 \mu\text{m}$ de grosor, sexina de $0.53 \mu\text{m}$ de espesor y nexina de $0.37 \mu\text{m}$. Tectum microrreticulado. Colpos de $4.30 \pm 0.80 \times 1.27 \pm 0.34 \mu\text{m}$ con margen. Endoaperturas lalongadas de $4.85 \pm 0.98 \mu\text{m}$ de largo $\times 1.32 \pm 0.43 \mu\text{m}$ de ancho. Granos de tamaño pequeño según el índice de área polar= 0.24.

Neomillspaughia hondurensis J.J. Ortíz & Arnelas, Phytotaxa 144(2): 57–60, f. 1C–D. 2013. (Láminas I, II y III B)

Granos tricolporados, subprolotos de $15.34 \pm 1.45 \mu\text{m} \times 11.76 \pm 1.64 \mu\text{m}$. Relación P/E= 1.32. Exina de $0.90 \pm 0.15 \mu\text{m}$ de grosor, sexina de $0.51 \mu\text{m}$ de espesor y nexina de $0.39 \mu\text{m}$. Tectum microrreticulado. Colpos de $5.62 \pm 1.92 \mu\text{m} \times 1.20 \pm 0.27 \mu\text{m}$ con vestíbulo. Endoaperturas lalongadas de $7.60 \pm 2.47 \mu\text{m}$ de largo $\times 1.59 \pm 0.34 \mu\text{m}$ de ancho. Granos de tamaño pequeño según el índice de área polar= 0.19.

Neomillspaughia paniculata (Donn. Sm.) S. F. Blake, Bull. Torrey Bot. Club 48(3): 85. 1921. (Láminas I, II y III: C).

Granos tricolporados, prolotos de $9.81 \pm 2.87 \mu\text{m} \times 7.41 \pm 2.25 \mu\text{m}$. Relación P/E= 1.34. Exina de $0.84 \pm 0.20 \mu\text{m}$ de grosor, sexina de $0.48 \mu\text{m}$ de espesor y nexina de $0.36 \mu\text{m}$. Tectum microrreticulado. Colpos de $3.45 \pm 0.66 \mu\text{m} \times 1.12 \pm 0.21 \mu\text{m}$ con margen. Endoaperturas lalongadas de $5.26 \pm 1.57 \mu\text{m}$ de largo $\times 1.25 \pm 0.24 \mu\text{m}$ de ancho. Granos de tamaño pequeño según el índice de área polar= 0.21.

Podopterus Pl. Aequinoct. 2: 89. 1809[1812].

Granos radiosimétricos isopolares, subprolotos a prolato esferoidales dada la relación eje polar/ecuatorial de 1.11 a 1.30; tricolporados (rara vez, tetracolporados y en proporción variable). Tectum perforado y microrreticulado en su mayoría, con exina de 0.95-1.41 μm de grosor. Endoaperturas lalongadas o circulares; colpos con margen o vestíbulo. Índice de área polar pequeña a mediana.

Podopterus cordifolius Rose & Standl. Proc. Biol. Soc. Washington 33: 66. 1920. (Láminas I, II y III D)

Granos tricolporados, prolato esferoidales de $12.34 \pm 1.11 \mu\text{m} \times 11.15 \pm 1.16 \mu\text{m}$. Relación P/E= 1.11. Exina de $1.19 \pm 0.22 \mu\text{m}$ de grosor, sexina de $0.73 \mu\text{m}$ de espesor y nexina de $0.46 \mu\text{m}$. Tectum reticulado con lúmenes más profundos y definido que en el resto de las especies. Colpos de $4.79 \pm 0.92 \mu\text{m} \times 1.52 \pm 0.44 \mu\text{m}$ con margen. Endoaperturas lalongadas de $6.61 \pm 0.93 \mu\text{m}$ de largo $\times 1.18 \pm 0.43 \mu\text{m}$ de ancho. Granos de tamaño pequeño según el índice de área polar= 0.22.

Podopterus guatemalensis S. F. Blake, Bull. Torrey Bot. Club 48(3): 87. 1921. (Láminas I, II y III E).

Granos tricolporados, subprolotos de $15.97 \pm 1.29 \mu\text{m} \times 12.30 \pm 0.58 \mu\text{m}$. Relación P/E= 1.30. Exina de $1.08 \pm 0.01 \mu\text{m}$ de grosor, sexina de $0.59 \mu\text{m}$ de espesor y nexina de $0.50 \mu\text{m}$. Tectum microrreticulado. Colpos de $6.12 \pm 1.43 \mu\text{m} \times 2.37 \pm 0.51 \mu\text{m}$ con vestíbulo. Endoaperturas lalongadas de $7.54 \pm 1.83 \mu\text{m}$ de largo $\times 1.69 \pm 0.19 \mu\text{m}$ de ancho. Granos de tamaño pequeño según el índice de área polar= 0.24.

Podopterus mexicanus Bonpl. Pl. Aequinoct. 2: 89–91, t. 107. 1809[1812]. (Láminas I, II y III F).

Granos tricolporados o tetracolporados, subprolotos de $17.13 \pm 1.23 \mu\text{m} \times 13.82 \pm 1.62 \mu\text{m}$. Relación P/E=1.25. Exina de $1.12 \pm 0.17 \mu\text{m}$ de grosor, sexina de $0.64 \mu\text{m}$ de espesor y nexina de $0.48 \mu\text{m}$. Tectum microrreticulado. Colpos de $5.55 \pm 0.64 \mu\text{m} \times 2.49 \pm 0.94 \mu\text{m}$ con margen. Endoaperturas circulares de $5.61 \pm 0.81 \mu\text{m}$ de diámetro. Granos de tamaño mediano según el índice de área polar= 0.27.



Lámina I: Microfotografías de granos de polen de *Neomillspaughia* y *Podopterus* en vista ecuatorial y polar tomadas con microscopio óptico a 1000 aumentos. A. *Neomillspaughia emarginata*; B. *N. hondurensis*; C. *N. paniculata*; D. *Podopterus cordifolius*; E. *P. guatemalensis*; F *P. mexicanus* con granos tri-tetracolporados.

Cuadro 1. Cuadro resumen con los caracteres palinológicos evaluados en las especies estudiadas. EP= Eje Polar; EE.= Eje Ecuatorial; RP/E= Relación Ejes Polar y Ecuatorial; Forma, I= Subprolato, II= Prolato, III= Prolato esferoidal; IAP= Índice de Área Polar; GE= Grosor de la Exina; OE= Ornametación de la exina, I= Microreticulado, II= Reticulado; LC= Longitud del colpo; AC= Ancho del colpo; NA= Número de apertura; CA= Característica de la Apertura, I= Sin vestíbulo, II= Con vestíbulo; LE= Longitud de la Endoapertura; AE= Ancho de Endoapertura; TE= Tipo de Endoapertura I= Lalongadas, II = Circulares; Todas las mediciones son en micrómetros =µm

Caracteres/ Especies	EP	EE	R/P/E	Forma	IAP	GE	OE	LC	AC	NA	CA	LE	AE	TE
<i>N. emarginata</i>	12.97±0.85	9.76±1.49	1.36	II	0.24	0.90±0.17	I	4.30±0.80	1.27±0.34	3	I	4.85±0.98	1.32±0.43	I
<i>N. hondurensis</i>	15.34±1.45	11.76±1.64	1.32	I	0.19	0.90±0.15	I	5.62±1.92	1.20±0.27	3	II	7.60±2.47	1.59±0.34	I
<i>N. paniculata</i>	9.81±2.87	7.41±2.25	1.34	II	0.21	0.84±0.20	I	3.45±0.66	1.12±0.21	3	I	5.26±1.57	1.25±0.24	I
<i>P. cordifolius</i>	12.34±1.11	11.15±1.16	1.11	III	0.22	1.19±0.22	II	4.79±0.92	1.52±0.44	3	I	6.61±0.93	1.18±0.43	I
<i>P. guatemalensis</i>	15.97±1.29	12.30±0.58	1.3	I	0.24	1.08±0.01	I	6.12±1.43	2.37±0.51	3	II	7.54±1.83	1.69±0.19	I
<i>P. mexicanaus</i>	17.13±1.23	13.82±1.62	1.25	I	0.27	1.12±0.17	I	5.55±0.64	2.49±0.94	3-4	I	5.61±0.81	5.61±0.81	II

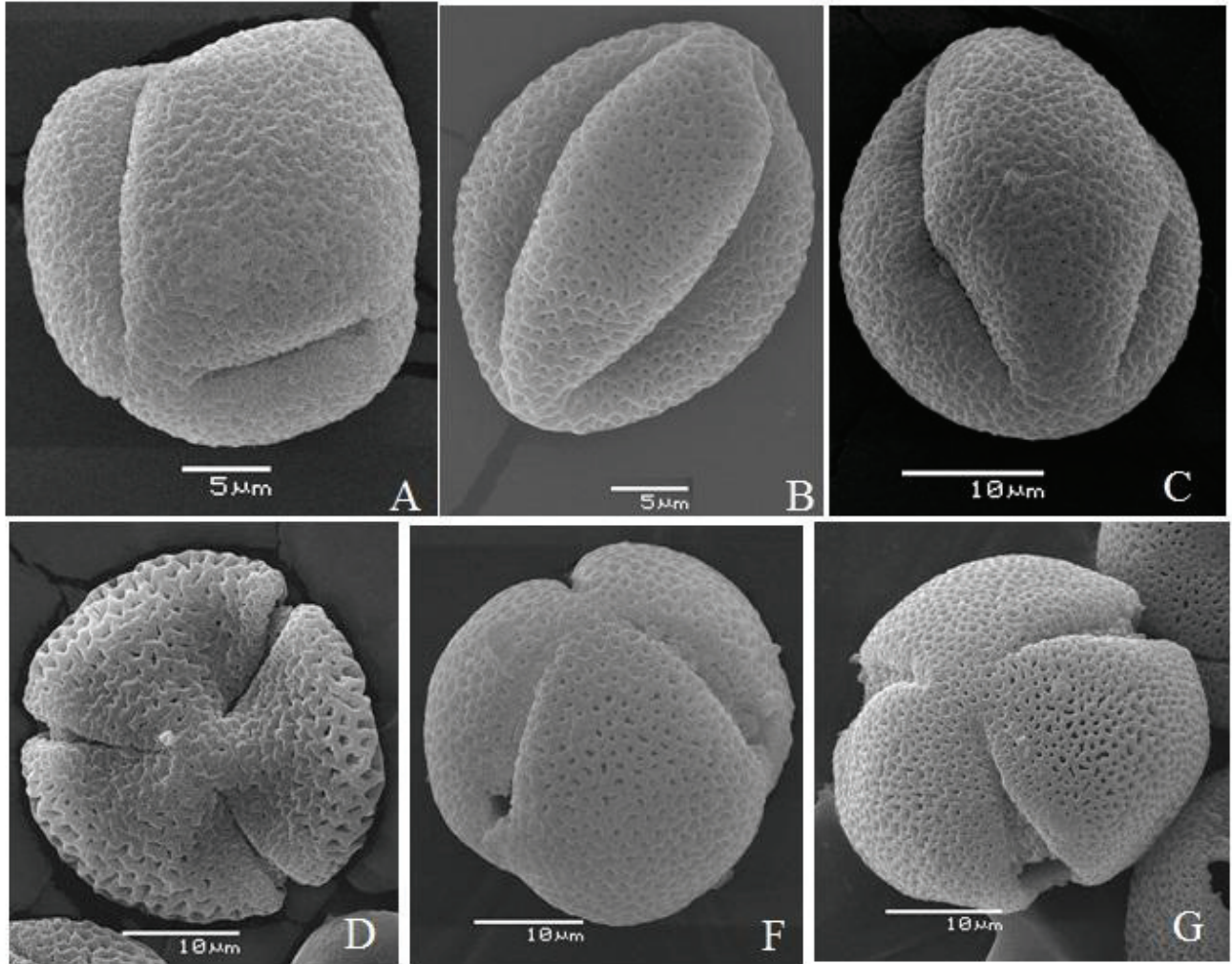


Lámina II. Vistas polar y ecuatorial de los granos de polen de *Neomillspaughia* y *Podopterus* tomadas con el MEB. A. *Neomillspaughia emarginata* en vista subecuatorial; B. *N. hondurensis* (ecuatorial); C. *N. paniculata* (subecuatorial); D. *Podopterus cordifolius* vista polar; F. *P. guatemalensis* (subpolar); G. *P. mexicanus* (polar).

DISCUSIÓN

En este trabajo se exploran los patrones generales de la morfología polínica de *Neomillspaughia* y *Podopterus* así como también se registra su variación interespecífica con el propósito de reconocer su utilidad taxonómica. Como resultado de las observaciones los caracteres tales como la forma, número de aberturas, ornamentación y tipo de endoapertura de los granos de polen muestran variación a diferentes niveles taxonómicos. Las formas del grano de polen registradas en este estudio son de tres tipos: subprolato, prolato y prolato esferoidal. El primer tipo se presenta en *Neomillspaughia hondurensis*,

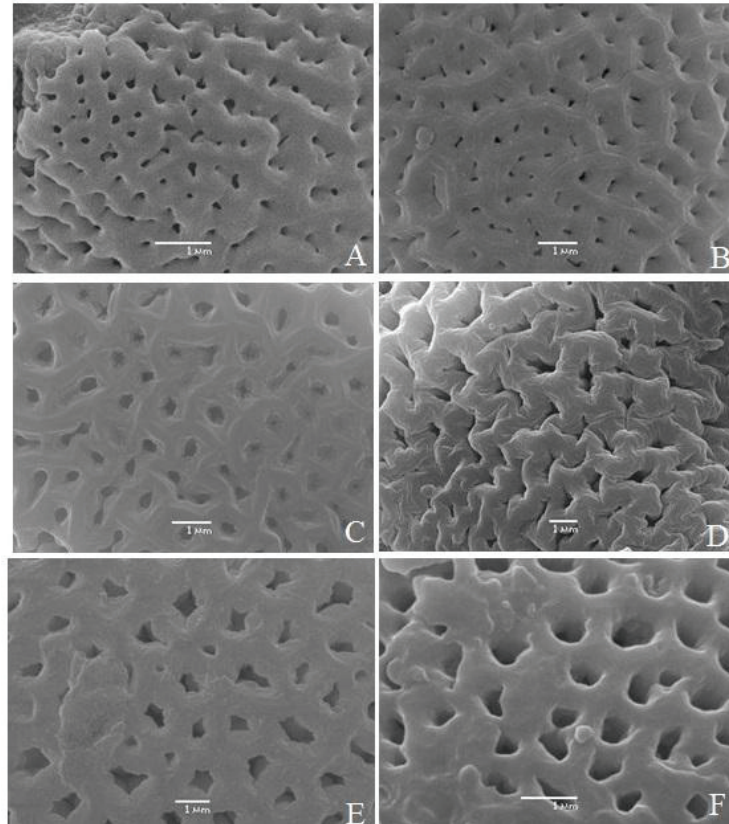


Lámina III. Microfotografías de la superficie de la ectexina de *Neomillspaughia* y *Podopteris* tomadas con el MEB. A. *Neomillspaughia emarginata* B. *N. hondurensis*; C. *N. paniculata*; D. *Podopteris cordifolius*; E. *P. guatemalensis*; F. *P. mexicanus*.

Podopteris guatemalensis y *P. mexicanus*, mientras que el segundo tipo lo exhibe *N. emarginata* y *N. paniculata* y en tercer tipo *P. cordifolius*. Las discrepancias en el tamaño y forma del grano de polen pueden reflejar variación intraespecífica (Oswald *et al.*, 2011), diferentes estados de madurez del polen (García *et al.*, 2015), deberse a diferencias entre material vivo y de herbario (Oswald *et al.*, 2011), la elección en los métodos de extracción e incrustación (Ayodele, 2005) o al grado de hidratación de los granos de polen antes del proceso de fijación (Russell, 2003). De esta manera, tal vez se explique el por qué *P. mexicanus* en nuestro estudio, aparece con granos subprolato y discrepa de Alfaro-Bates *et al.* (2010), que los describen como oblatos esferoidales. Las mediciones promedio de los ejes polar y ecuatorial de ambos autores es de $P=37.4$ y $E=39.1$ Las mediciones promedio obtenidas en nuestro estudio fueron de $P=17.13$ y $E=13.82$.

Especies estrechamente relacionadas a menudo producen granos de polen similares (Wang y Dobritsa, 2018). El polen para las tres especies que conforman el género *Neomillspaughia* se describe como prolato a subprolato con índice de área polar pequeña y ornamentación microrreticulada y es concordante con las observaciones generales realizadas por Nowicke y Skvrta (1977), Sánchez-Dzib *et al.* (2009) y Alfaro-Bates *et al.* (2010) en *Neomillspaughia emarginata*.

En cuanto al número de aperturas, el grano de polen en esta tribu es tricolporado (rara vez 4-colporado) y coincide con el tipo básico de polen en la familia Polygonaceae (Nowicke y

Skvrla, 1977; Wodehouse, 1931). El número de aperturas también es importante en la separación de *P. mexicanus* de las otras especies de la tribu ya que esta especie puede presentar granos tri y tetracolporados en proporciones variables. Alfaro-Bates *et al.* (2010) indican que la proporción de granos tricolporados observados en *P. mexicanus* fue la misma para granos tetracolporados. En este estudio, la proporción de granos con cuatro aperturas fue menor. De acuerdo con García *et al.* (2015) esta tendencia que exhiben algunas plantas a incrementar el número de aperturas o a presentar granos con diferente número de aperturas en un mismo individuo, se debe a menudo a procesos de hibridación. También, se ha documentado que la variación en el número de aperturas está ligado al nivel de ploidía en los individuos (Albert *et al.*, 2018; Reeder *et al.*, 2016; Yurtseva *et al.*, 2014). Por ejemplo, en *Rumex acetosella* se observó que la tasa de granos tricolporados es de 100% para individuos diploides y que esta disminuye al aumentar el nivel de ploidía tetraploide y hexaploide (Den Nijs *et al.*, 1980). Asimismo, polen con diferente número de aperturas ha sido observado en algunas especies del género *Polygonum* y se ha asociado al nivel ploidal (Yurtseva *et al.*, 2014). *Podopterus mexicanus* es también la única especie que presenta endoaperturas de tipo lolongado dentro de la tribu. En relación con la presencia de vestíbulo en las aperturas solo *Podopterus guatemalensis* y *Neomillspaughia hondurensis* lo poseen sin haberse observado en las otras cuatro especies.

La ornamentación es un carácter de suma importancia para reconocer a los géneros e incluso algunas especies (Hong *et al.*, 2005; Wang y Dobritsa, 2018). En *Neomillspaughia* y *Podopterus*, la ornamentación más común es de tipo microrreticulada, únicamente en *P. cordifolius* es reticulada. Las ornamentaciones observadas en este estudio para los tres géneros son consistentes con lo observado por Wodehouse (1931), Nowicke y Skvrla (1977) y Brandbyge (1990a).

Los granos de polen en *Podopterus cordifolius* son los únicos en exhibir una forma prolato esférica y una exina reticulada con lúmenes profundos y bien definidos observables en microscopía óptica y de barrido. Esta especie presenta unas pocas poblaciones documentadas en Oaxaca y Colima y además difiere con las otras especies de *Podopterus* por poseer una ocrea larga y hialina, como las encontradas en los integrantes de la subfamilia Polygonoideae, presentar un hábito de crecimiento de tipo liana y flores de color lila, un carácter único en Polygonaceae (Burke *et al.*, 2010). Si bien los estudios filogenéticos moleculares de la subfamilia Eriogonoideae (Burke *et al.*, 2010; Koenemann y Burke, 2020) en los que se incluye a *P. mexicanus* y *P. cordifolius* considera a este género monofilético resultan contrastantes con la información palinológica aquí presentada. En este contexto valdría la pena considerar mayor número de muestras en ambos estudios e incluir *P. guatemalensis* para corroborar la monofilia del género y para explicar las relaciones infragenéricas.

CONCLUSIONES

La caracterización palinológica de las especies de *Neomillspaughia* y *Podopterus* ha permitido explorar la utilidad taxonómica en el contexto de la subfamilia Eriogonoideae corroborando que el número de aperturas y los patrones de ornamentación de la exina son similares a los encontrados en otros géneros. La variación en la forma, número y tipo de aperturas, así como también en la ornamentación de la exina de los granos de polen en las seis especies estudiadas son críticas para su identificación por lo que pueden ser útiles en estudios de otra índole como los melisopalínológicos. *Neomillspaughia emarginata* y *Podopterus mexicanus* especies de importancia de apícola y marcadores geográficos que contribuyen de manera importante en la producción de miel en la península de Yucatán (México).

AGRADECIMIENTOS

A la MSc Rita Alfaro-Bates por la asesoría en el procesamiento y análisis del polen y a la I.Q.I. Silvia Andrade por su asistencia en la microscopía de barrido. A los curadores de los herbarios MEXU, MO y UADY por las facilidades otorgadas en la toma de muestras de flores.

LITERATURA CITADA

- Albert, B., Ressayre, A., Dillmann, C., Carlson, A. L., Swanson, R. J., Gouyon, P.-H., & Dobritsa, A. A. (2018). Effect of aperture number on pollen germination, survival and reproductive success in *Arabidopsis thaliana*. *Annals of Botany*, 121(4), 733–740. <https://doi.org/10.1093/aob/mcx206>
- Alfaro-Bates, R. G., González Acereto, J. Á., Ortiz Díaz, J. J., Viera Castro, F. A., Burgos Pérez, A. I., Martínez Hernández, E., & Ramírez Arriaga, E. (2010). *Caracterización palinológica de las mieles de la Península de Yucatán*. UADY: CONABIO.
- Ayodele, A. (2005). The morphology and taxonomic significance of pollen in the West African Polygonaceae. *Thaiszia Journal of Botany*, 15, 143–153.
- Blake, S. F. (1921). *Neomillspaughia*, a new genus of Polygonaceae, with remarks on related genera. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 48(3), 77–88. <https://doi.org/10.2307/2480362>
- Brandbyge, J. (1990a). The diversity of micromorphological features in the genus *Coccoloba* (Polygonaceae). *Nordic Journal of Botany*, 10, 25–44. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1990.tb01749.x>
- Brandbyge, J. (1990b). The genus *Leptogonum* (Polygonaceae). *Nordic Journal of Botany*, 10(5), 487–492. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1990.tb02092.x>
- Brandbyge, J. (1993). Polygonaceae. In K. Kubitzki, J. G. Rohwer, & V. Bittrich (Eds.), *Flowering Plants · Dicotyledons. The families and genera of vascular plants* (Vol. 2, pp. 531–544). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_63
- Brandbyge, J., & Øllgaard, B. (1984). Inflorescence structure and generic delimitation of *Triplaris* and *Ruprechtia* (Polygonaceae). *Nordic Journal of Botany*, 4(6), 765–769. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1984.tb02007.x>
- Burger, W. C. (1983). Polygonaceae. In W. Burger (Ed.), *Flora Costaricensis. Fieldiana Botany 13* (pp. 99–138). Field Museum of Natural History. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.2593>
- Burke, J. M., & Sanchez, A. (2011). Revised subfamily classification for Polygonaceae, with a tribal classification for Eriogonoideae. *Brittonia*, 63(4), 510–520. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12228-011-9197-x>
- Burke, J. M., Sanchez, A., Kron, K., & Luckow, M. (2010). Placing the woody tropical genera of Polygonaceae: A hypothesis of character evolution and phylogeny. *American Journal of Botany*, 97(8), 1377–1390. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000022>
- den Nijs, J., Hooghiemstra, H., & Schalk, P. (1980). Biosystematic studies of the *Rumex acetosella* complex (Polygonaceae). IV. Pollen morphology and the possibilities of identification of cytotypes in pollen analysis. *Phyton*, 20(3–4), 307–323.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy: angiosperms (an introduction to Palynology)*. Vol. I (B. Archive, Ed.). Almqvist & Wiksell.
- García, L., Rivero, M., & Droppelmann, F. (2015). Descripción morfológica y viabilidad del polen de *Nothofagus nervosa* (Nothofagaceae). *Bosque*, 36(3), 487–496. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300015>
- Hernández-Ledesma, P., Berendsohn, W. G., Borsch, T., Mering, S. von, Akhani, H., Arias, S., Castañeda-Noa, I., Eggli, U., Eriksson, R., Flores-Olvera, H., Fuentes-Bazán, S., Kadereit, G., Klak, C., Korotkova, N., Nyffeler, R., Ocampo, G., Ochoterena, H., Oxelman, B., Rabeler, R. K., ... Uotila, P. (2015). A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order Caryophyllales. *Willdenowia*, 45(3), 281–383. <https://doi.org/10.3372/wi.45.45301>

Recibido:
19/julio/2021

Aceptado:
14/enero/2022

- Hong, S. P., Oh, I. C., & Ronse De Craene, L. P. (2005). Pollen morphology of the genera *Polygonum* s. str. and *Polygonella* (Polygonaceae: Polygonaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 254, 13–30. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0334-4>
- Koenemann, D. M., & Burke, J. M. (2020). A molecular phylogeny for the genus *Coccoloba* (Polygonaceae) with an assessment of biogeographic patterns. *Systematic Botany*, 45(3), 567–575. <https://doi.org/10.1600/036364420X15935294613536>
- Mondal, M. (1997). Pollen morphology and systematic relationship of the family Polygonaceae. *Botanical Survey of India*.
- Nowicke, J. W., & Skvrla, J. J. (1977). Pollen morphology and the relationship of the and Primulaceae to the order Centrospermae. *Smithsonian Contribution to Botany*, 37, 1–64.
- Ortiz-Díaz, J. (1994). *Polygonaceae. Etnoflora yucatanense. Fascículo 10.* (UADY, Ed.). Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ortiz-Díaz, J. J., Arnelas, I., Tun, J., & Flores, J. S. (2013). *Neomillspaughia hondurensis* (Polygonaceae), a new species from Central America. *Phytotaxa*, 144(2), 56–60. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.144.2.3>
- Oswald, W. W., Doughty, E. D., Ne'eman, G., Ne'eman, R., & Ellison, A. M. (2011). Pollen morphology and its relationship to taxonomy of the genus *Sarracenia* (Sarraceniaceae). *Rhodora*, 113(955), 235–251. <https://doi.org/10.3119/0035-4902-113.955.235>
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>
- Reeder, S. H., Lee, B. H., Fox, R., & Dobritsa, A. A. (2016). A ploidy-sensitive mechanism regulates aperture formation on the *Arabidopsis* pollen surface and guides localization of the aperture factor INP1. *PLOS Genetics*, 12(5), e1006060. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006060>
- Russell, A. (2003). *Phylogenetic analysis and morphological study of the subfamily Eriogonoideae (Polygonaceae) with emphasis on the genus Chorizanthe.*
- Sáenz Laín, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 25, 93–112.
- Sánchez-Dzib, Y., Sosa-Nájera, S., & Lozano-García, M. (2009). Morfología polínica de especies de la selva mediana subperennifolia en la cuenca del río Candelaria, Campeche. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 84, 83–104. <https://doi.org/https://doi.org/10.17129/botsoci.2296>
- Sawyer, R. (1988). *Honey identification.* Cardiff Academic Press.
- Schneider, C., Rasband, W., & Eliceiri, K. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671–675. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1946). Flora of Guatemala - Part IV. *Fieldiana Botany*, 24(4), 104–137. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/19662#page/11/mode/1up>
- Wang, R., & Dobritsa, A. A. (2018). Exine and aperture patterns on the pollen surface: their formation and roles in plant reproduction. *Annual Plant Reviews*, 1(2), 1–40. <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0625>
- Wodehouse, R. P. (1931). Pollen grains in the identification and classification of plants. VI. Polygonaceae. *American Journal of Botany*, 18(9), 749–764. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2435790>
- Yasmin, G., Khan, M. A., Shaheen, N., & Khan, U. J. (2015). Palynological studies of *Aconogonon* (Polygonaceae) from Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*, 31(1), 16–21.
- Yasmin, G., Khan, M., Shaheen, N., Hayat, M. Q., Ahmed, M., & Zafar, M. (2009). Taxonomic utility of palynological characters in the genus *Fallopia* Adan, Family Polygonaceae from Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11, 798–800.
- Yurtseva, O., Severova, E., & Bovina, I. (2014). Pollen morphology and taxonomy of *Atraphaxis* (Polygonaceae, Polygonaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 300(4), 749–766. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0917-4>

APÉNDICE

Material examinado de *Neomillspaughia* y *Podopterus* y su respectivo número de catálogo dentro de la colección palinológica de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY-PAL).

Neomillspaughia emarginata. México. Campeche, 4 km del camino a Uayamon, 20 Sep 1983, *J. J. Ortiz* 371 (MO5687094) (UADY-PAL 426); Quintana Roo, 3.5 km SW of Tihosuco, 4 Ago 1972, *G. L. Webster* y *S. P. Lynch* 17684 (MO2706804) (UADY-PAL 427); Quintana Roo, 8 km al Sureste de Cobá, 12 Ago 1980, *O. Téllez* 3208 (MO5703356) (UADY PAL 428); Yucatán, Yaxcabá, Tixcacaltuyub 8 km al norte, 26 Jun 1980, *C. Vargas* 59 (MO5703363) (UADY PAL 425). *Neomillspaughia hondurensis*. Honduras. El Paraíso, Morocelí, Quebrada Guisire aprox. 6 km de Morocelí, 8 Jun 2003, *J. Linares* 6580 (MEXU1164362) (UADY PAL 429), 6595 (MEXU1164363) (UADY PAL 430); Francisco Morazán, along road to Olancho, c. 2 mi NE of Tegucigalpa, 6 Jul 1962, *G. L. Webster et al.* 12062 (MO1982180) (UADY PAL 432); Guatemala. Zacapa, between km 40 and 45 on road to Chile, 21 Oct 1994, *J. J. Castillo* 2283 (MO5707835) (UADY PAL 431). *Neomillspaughia paniculata*. Honduras, Olancho, Juticalpa, llanura de Juticalpa, a 5 km de la misma, 21 Oct 1979, *D. B. Pereira* 96 (MO3604251) (UADY PAL 435); Comayagua, Villa Chicuas, near Villa Chicuás, 11 Sep 1974, *D. L. Harlett* 2017 (MO2238414) (UADY PAL 434); Nicaragua. Estelí, San Juan Limay, Los Encuentros, 1 Sep 1980, *P. P. Moreno* 1939 (MO5707985) (UADY PAL 433). *Podopterus cordifolius*. México. Guerrero, Acapulco, 18 Feb 1941, *I. Raugman* 3342 (MEXU1317369) (UADY PAL 437); México. Jalisco, La Huerta, Chamela, Arroyo Careyes, 07 Jul 1991, *M. A. Ayala* 91-252 (MEXU593221) (UADY PAL 436); *Podopterus guatemalensis*. Nicaragua. Boaco, Santa Cruz, 1 km E of Santa Cruz, W of Teustepe, 7 Jun 1984, *W. D. Stevens* 22919 (MO5707957) (UADY PAL 438). *Podopterus mexicanus*. México. Yucatán, Ticul, North slopes of hills south of Ticul, 22 Feb 1982, *D. A. White* y *R. Mott* 104 (BM000827824) (UADY PAL 440); México. Yucatán, *E. Cabrera* 10177 (UADY021951) (UADY PAL 439).