

## EL POLEN DE LAS ESPECIES ARGENTINAS DE *TROPAEOLUM* (TROPAEOLACEAE)

Silvina Garralla<sup>1</sup> & Eva Bulacio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Ecología Aplicada al Litoral - CONICET, Universidad Nacional del Nordeste, Casilla de correo 291, 3400 Corrientes, Argentina; silgabe2@yahoo.com.ar (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Fundación Miguel Lillo, Laboratorio de Taxonomía Fanerogámica, Miguel Lillo 251, 4000 San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

**Abstract.** Garralla, S. & E. Bulacio. 2011. Pollen of the Argentinean species of *Tropaeolum* (Tropeolaceae). *Darwiniana* 49(2): 119-130.

We analyzed pollen morphology of *Tropaeolum argentinum*, *T. atrocapillare*, *T. capillare*, *T. incisum*, *T. meyeri*, *T. patagonicum*, *T. pentaphyllum*, *T. polyphyllum*, *T. porifolium*, *T. trialata*, *T. tuberosum* subsp. *silvestre*, *T. warmingianum* subsp. *warmingianum* and *T. willinkii* to provide supplementary data for the delimitation of these species. Observations, counting and measuring of pollen grains were carried out under optical and scanning electron microscopes. This study points out that *Tropaeolum* is a stenopalynous genus. Grains are isopolar or isopolar bilateral, radiosymmetric or bisymmetric, small to medium-sized, triangular to subcircular, anguloaperturate, dicolporate, tricolporate or tetracolporate. The exine is tectate, perforate with reticulum suprategate, heterobrochate, angustimurate. Differences among the taxa are discussed, and a palynological key for the Argentinean species of *Tropaeolum* is presented.

**Keywords.** Argentina; pollen; Tropeolaceae; *Tropaeolum*.

**Resumen.** Garralla, S. & E. Bulacio. 2011. El polen de las especies argentinas de *Tropaeolum* (Tropeolaceae). *Darwiniana* 49(2): 119-130.

En este trabajo se analizan las características polínicas de *Tropaeolum argentinum*, *T. atrocapillare*, *T. capillare*, *T. incisum*, *T. meyeri*, *T. patagonicum*, *T. pentaphyllum*, *T. polyphyllum*, *T. porifolium*, *T. trialata*, *T. tuberosum* subsp. *silvestre*, *T. warmingianum* subsp. *warmingianum* y *T. willinkii* con la finalidad de aportar datos para la delimitación de estas especies. Las observaciones, conteos y mediciones de los granos de polen se realizaron con microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido. El estudio de los taxones pone de manifiesto que se trata de un género estenopalínico. Los granos son isopolares, bilaterales, radiosimétricos o bisimétricos, pequeños a medianos, con ámbito triangular a subcircular, ánguloaperturados, dicolporados, tricolporados o tetracolporados. La exina es tectada, perforada, con un retículo suprategate heterobrocado, angustimurado. Se discuten diferencias palinológicas entre los taxones y se brinda una clave palinológica para su diferenciación.

**Palabras clave.** Argentina; polen; Tropeolaceae; *Tropaeolum*.

### INTRODUCCIÓN

*Tropaeolum* L. (Tropeolaceae), con alrededor de 90 especies, es un género austroamericano que se distribuye desde el sur de México

hasta la Patagonia argentina, principalmente por la Cordillera de los Andes (Sparre & Andersson, 1991).

Las especies de *Tropaeolum* habitan en bosques, arbustales mixtos, quebradas húmedas, lade-

ras rocosas y estepas, hasta los 3000 m s.m. Comprenden hierbas trepadoras o rastreras, con o sin tubérculos, fácilmente distinguibles por tener hojas peltadas, lobuladas o palmadas; flores cigomorfas largamente pedunculadas, amarillas, anaranjadas o rojas; cáliz bilabiado con 5 sépalos, el dorsal convertido en espolón, y fruto tricoco que se divide en tres mericarpos, de los cuales, por lo general, uno aborta. En su mayoría son plantas anuales a excepción de *T. pentaphyllum* Lam., *T. polyphyllum* Cav., *T. incisum* (Speg.) Sparre y *T. tuberosum* Ruiz et Pav. subsp. *silvestre* Sparre. Los granos de polen de la familia se caracterizan por ser reticulados o estriatoreticulados, tricolporados, dicolporados o dicolpados, entre los cuales se reconocen 12 tipos de polen principales (Huynh, 1968).

Andersson & Andersson (2000), sobre la base de estudios moleculares, redujeron la familia a un solo género (*Tropaeolum*), con dos secciones (*Tropaeolum* y *Chilensia*).

La revisión de *Tropaeolum* para la Argentina, sobre la base de estudios exomorfológicos vegetativos, florales, carpológicos y de observaciones de hábitat y hábito (Bulacio & Bernardello, 2005) permitió delimitar 14 especies que se distribuyen en las provincias del noroeste, noreste y sur del país.

Este trabajo presenta las características palinológicas, observadas con microscopía óptica y electrónica de barrido, de las especies de *Tropaeolum* delimitadas por Bulacio & Bernardello (2005) para Argentina, con el fin de enriquecer y complementar la información taxonómica del grupo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras proceden de material de herbario y de material fresco fijado directamente en el campo con FAA (formaldehído 40% : etanol 70% : ácido acético, 1:18:1). Los ejemplares de referencia se hallan depositados en los herbarios BAB, LIL, LP y SI. El material utilizado fue procesado según la técnica de acetólisis de Erdtman (1966), utilizando glicerina gelatina como medio de montaje de los preparados palinológicos para su posterior observación al microscopio óptico. Dichos preparados fueron depositados en la Palinoteca de

la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina, bajo la sigla PAL-CTES.

Para las observaciones, conteos, mediciones y descripciones ópticas se utilizó un microscopio óptico (MO) Olympus Bx 40 y las fotomicrografías fueron tomadas con una cámara digital Canon Power Shot S55. De cada ejemplar se midieron los siguientes parámetros: eje polar, diámetro ecuatorial, largo de los colpos, diámetro de los poros, mesocolpio, apocolpio, espesor y capas de la exina. Para cada parámetro se tomaron medidas de por lo menos 20 granos de polen por taxón. Estos datos se expresan como rangos y medias aritméticas para cada parámetro.

Las observaciones y descripciones de las especies fueron complementadas con fotomicrografías obtenidas con el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) Jeol/JSM- 580 OLV de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste. El material utilizado para la obtención de estas fotomicrografías fue previamente acetolizado, montado en una platina metálica y luego metalizados con oro.

La terminología utilizada es la sugerida por Erdtman en Nilsson & Pragłowski (1992), consultándose también Sáenz Laín (2004) y Punt et al. (2007).

## Material examinado

### *Tropaeolum argentinum* Buch.

ARGENTINA. **Tucumán**. Depto. Trancas, acceso a Choromoro, 31/III/2005, *Bulacio 822* (LIL). PAL-CTES N°7450.

### *Tropaeolum atrocapsillare* Sparre

ARGENTINA. **Salta**. Depto. Santa Victoria, Santa Victoria, 22/III/2006, *Bulacio et al. 1020* (LIL). PAL-CTES N°7452.

### *Tropaeolum capsillare* Buch.

ARGENTINA. **Tucumán**. Depto. Yerba Buena, camino a San Javier pasando 1ra. Confitería, *Bulacio 780* (LIL). PAL-CTES N°7454.

### *Tropaeolum incisum* (Speg.) Sparre

ARGENTINA. **Mendoza**. Depto. San Rafael, Los Molles, 31/XII/1949, *Sleumer 657* (LIL). PAL-CTES N°7460.

*Tropaeolum meyeri* Sparre

ARGENTINA. **Tucumán**. Depto. Monteros, Km 30 camino a Tafí del Valle, *Bulacio 752* (LIL). PAL-CTES N°7453.

*Tropaeolum patagonicum* Speg.

ARGENTINA. **Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Su.** Depto. Río Grande, Ea. José Menendez, 10/I/1971, *Goodall 3315* (SI). PAL-CTES N°7455.

*Tropaeolum pentaphyllum* Lam.

ARGENTINA. **Buenos Aires**. Pdo. La Plata, Isla Martín García, área urbana, 21/I/1996, *Hurrell et al. 2800* (LP). PAL-CTES N°7457.

*Tropaeolum polyphyllum* Cav.

ARGENTINA. **Mendoza**. Depto. Las Heras, Valle de Horcones, 1 km al oeste de la ruta a Chile, 6/III/2002, *Grau 1280* (LIL). PAL-CTES N°7459.

*Tropaeolum porifolium* (Cav.) L. Andersson & S. Andersson

ARGENTINA. **Chubut**. Depto. Biedma, Dordillo, 8 km de Puerto Madryn, 1/X/1996, *Forcone 726* (LIL). PAL-CTES N°7458.

*Tropaeolum trialata* L. Andersson & S. Andersson

ARGENTINA. **Neuquén**. Depto. Añelo, a más o menos 20 km de Mina Escondida, 11/X/1982, *Boelcke et al. 8616* (BAB). PAL-CTES N°7456.

*Tropaeolum tuberosum* subsp. *silvestre* Sparre

ARGENTINA. **Jujuy**. Depto. Valle Grande, Duraznillo, 5/IV/2008, *Bulacio & Ayarde 1321* (LIL). PAL-CTES N°7461.

*Tropaeolum warmingianum* Rohrb. subsp. *warmingianum* Sparre

ARGENTINA. **Misiones**. Depto. Iguazú, Río Iguazú a 70 km al E de las Cataratas, 5/III/1951, *Capurro 912* (LIL). PAL-CTES N°7502

*Tropaeolum willinkii* Sparre

ARGENTINA. **Jujuy**. Depto. Libertador Gral. San Martín, Parque Nacional Calilegua, 28/VIII/2008, *Bulacio & Ayarde 1468* (LIL). PAL-CTES N°7451.

## RESULTADOS

Las especies de *Tropaeolum* de Argentina presentan granos de polen con escasas variaciones morfológicas entre ellas. Los granos son isopolares, isopolares bilaterales, radiosimétricos o bisimétricos, pequeños a medianos, con ámbito triangular a subcircular, lados rectos a convexos, ánguloaperturados, dicolporados, tricolporados o tetracolporados, colpos de márgenes bordes bien delimitados, ora circulares a lalongados. La exina es tectada, de  $\pm 1,4 \mu\text{m}$  de espesor, uniforme en todo el grano, con sexina con columelas simples de  $0,7 \mu\text{m}$  y nexina de  $0,7 \mu\text{m}$ , suprarticulada.

Las observaciones con MEB confirman que la exina es tectada, perforada, con un retículo supratectal heterobrocado, angustimurado. Los lúmenes del retículo próximos a las aperturas son notoriamente más pequeños que en el resto del cuerpo del grano. Los colpos poseen una membrana apertural esculturada.

### *Tropaeolum argentinum* Buch. (Fig. 1 A-C)

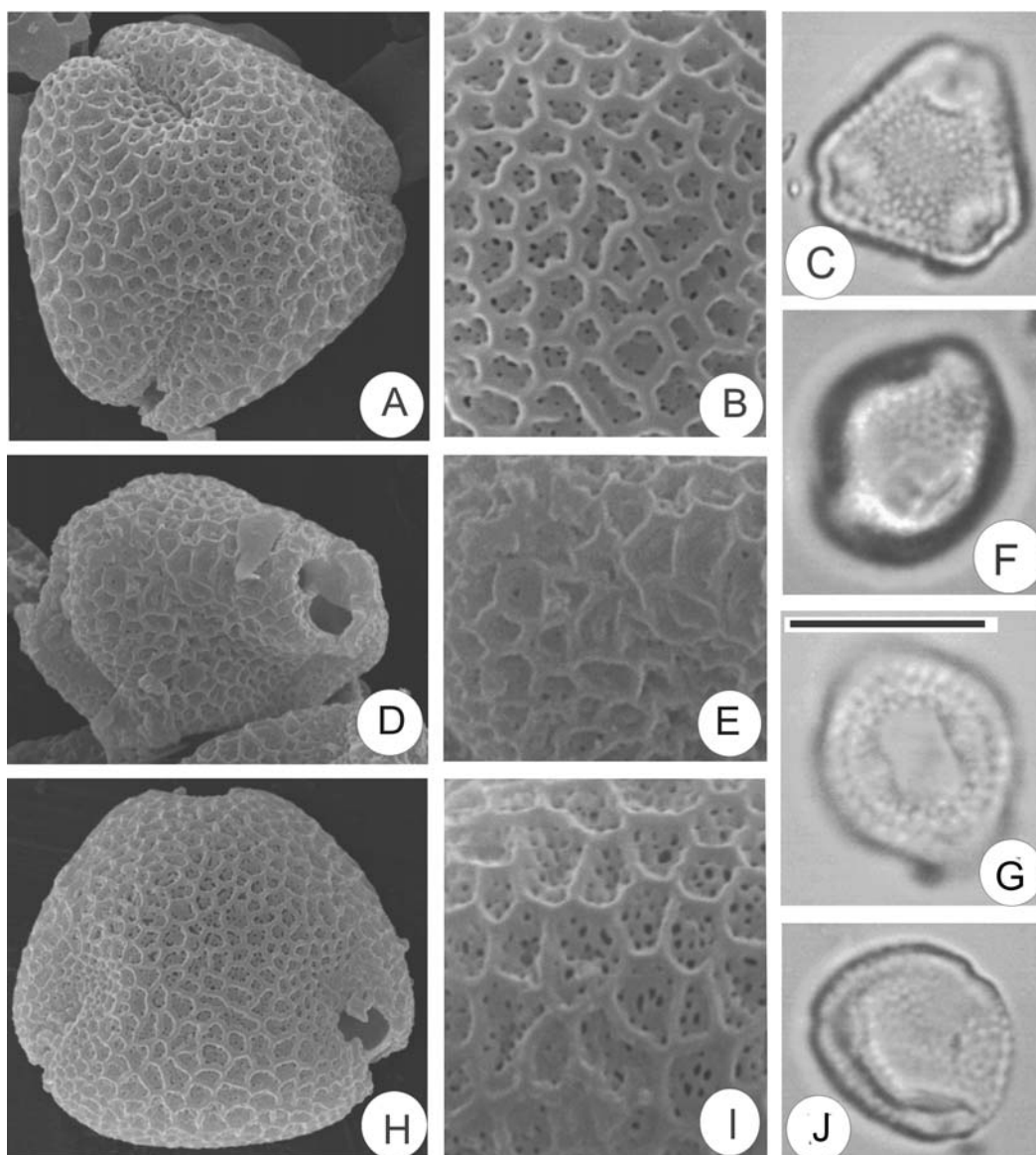
*MO*. Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito triangular. Lados rectos. Tricolporados (10% tetracolporados), colpos cortos y ora ligeramente lalongados. Mesocolpios de  $16 \mu\text{m}$ , apocolpios  $7 \mu\text{m}$ .

*MEB*. En la mayoría de los granos, los colpos preservan la membrana apertural con escasos gránulos de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$  de alto. El tectum con perforaciones de tamaños variables de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ , retículo con muros de  $0,2 - 0,3 \mu\text{m}$  de ancho y lúmenes de  $0,4 - 0,9 \mu\text{m}$  de diámetro.

### *Tropaeolum atrocapillare* Sparre (Fig. 1D-F)

*MO*. Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito triangular. Lados rectos. Tricolporados, colpos cortos y ora ligeramente lalongados. Mesocolpios de  $12 \mu\text{m}$  y apocolpios  $8 \mu\text{m}$ .

*MEB*. Colpos con membrana apertural granular con gránulos de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  de alto, el tectum escasamente perforado con perforaciones de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ , los muros del retículo de  $0,3$  a  $0,4 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes varían entre  $0,4 - 1,2 \mu\text{m}$  de diámetro.



**Fig. 1.** Polen de *Tropaeolum*. **A-C**, *T. argentinum*. **A**, grano en vista polar (MEB). **B**, detalle de la superficie del grano (MEB). **C**, grano en vista polar (MO). **D-F**, *T. atrocapillare*. **D**, grano en vista ecuatorial con detalle de la abertura (MEB). **E**, detalle de la superficie del grano (MEB). **F**, detalle de la superficie del grano en vista ecuatorial (MO). **G-J**, *T. capillare*. **G**, foco superior en vista ecuatorial (MO). **H**, grano en vista polar (MEB). **I**, detalle de la superficie del grano (MEB). **J**, grano en vista polar (MO). Escalas: **A**, 9  $\mu\text{m}$ ; **B**, 1,8  $\mu\text{m}$ ; **C**, 19  $\mu\text{m}$ ; **D**, 9  $\mu\text{m}$ ; **E**, 8  $\mu\text{m}$ ; **F**, 15,8  $\mu\text{m}$ ; **G**, 16,2  $\mu\text{m}$ ; **H**, 8,6  $\mu\text{m}$ ; **I**, 4  $\mu\text{m}$ ; **J**, 16,8  $\mu\text{m}$ .

***Tropaeolum capillare* Buch. (Fig. 1G-J)**

**MO.** Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito subtriangular. Lados convexos. Tricolporados, colpos cortos y ora ligeramente lalongados. Mesocolpos de 18  $\mu\text{m}$  y apocolpos de 12  $\mu\text{m}$ .

**MEB.** Colpos con membrana apertural granular (gránulos de  $\pm 0,3 \mu\text{m}$  de diámetro), el tectum densamente perforado (perforaciones de 0,1 - 0,2  $\mu\text{m}$ ), los muros del retículo de 0,3 - 0,4  $\mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes varían entre 0,1 a 1,2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

***Tropaeolum incisum*** (Speg.) Sparre (Fig. 2A-B, D-E)

*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Oblados. Ámbito triangular a subtriangular. Lados rectos a convexos. Tricolporados, colpos cortos y ora circulares, casi del mismo diámetro que el largo de los colpos. Mesocolpios de 17,5  $\mu\text{m}$  y apocolpios de 13  $\mu\text{m}$ .

*MEB.* Colpos con membrana apertural ornamentada con escasos gránulos de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  de alto, los cuales en algunas ocasiones están parcialmente fusionados. El tectum densamente perforado, cuyas perforaciones (de formas diversas) varían de  $\pm 0,1$  a  $1,6 \mu\text{m}$ ; los muros del retículo de  $0,2 - 0,3 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes de  $1,3 \mu\text{m}$  a  $1,7 \mu\text{m}$  de diámetro, siendo más pequeños alrededor de las aberturas.

***Tropaeolum meyeri*** Sparre (Fig. 2C-J)

*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Oblados. Ámbito triangular. Lados rectos a levemente convexos. Tricolporados, colpos largos y ora alargados. Mesocolpios de  $13,5 \mu\text{m}$  y apocolpios de  $6,5 \mu\text{m}$ .

*MEB.* Colpos con membrana apertural granular, gránulos de  $\pm 0,3 - 0,4 \mu\text{m}$  de alto, que en algunas membranas están densamente dispuestos. El tectum con perforaciones de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ , los muros del retículo de  $\pm 0,3 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes desde  $\pm 0,9 \mu\text{m}$  de diámetro en el área polar y mesocolpios, estos disminuyen progresivamente hacia las áreas aperturales midiendo  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ .

***Tropaeolum patagonicum*** Speg. (Fig. 2K-M)

*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Oblados. Ámbito triangular a subtriangular. Lados rectos a levemente convexos. Tricolporados, colpos largos y ora circulares. Mesocolpios de  $19 \mu\text{m}$  y apocolpios de  $8 \mu\text{m}$ .

*MEB.* Colpos con membrana apertural densamente granulada en la mayoría de ellas (gránulos de  $\pm 0,5 \mu\text{m}$  de alto), el tectum con perforaciones de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ , muros del retículo de  $\pm 0,3 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes desde  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  a  $1 \mu\text{m}$  de diámetro.

***Tropaeolum pentaphyllum*** Lam. (Fig. 3A-D)

*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito triangular a subtriangular. Lados rectos a cóncavos. Tricolporados, colpos largos y ora circulares. Mesocolpios de  $14 \mu\text{m}$  y apocolpios de  $8,4 \mu\text{m}$ .

*MEB.* Colpos con membrana apertural densamente granulada (gránulos de  $\pm 0,25 \mu\text{m}$  de diámetro), el tectum con escasas perforaciones de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$  de diámetro, los muros del retículo de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  a  $1 \mu\text{m}$  de diámetro.

***Tropaeolum polyphyllum*** Cav. (Fig. 3I-M)

*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito triangular. Lados rectos. Tricolporados, colpos largos y ora circulares. Mesocolpios de  $18,5 \mu\text{m}$  y apocolpios de  $8,2 \mu\text{m}$ .

*MEB.* Colpos con membrana apertural esculpura con nanoespinas y gránulos de  $\pm 0,3 \mu\text{m}$ . El tectum con perforaciones de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ , los muros del retículo de  $0,1 - 0,2 \mu\text{m}$  de ancho y lúmenes desde  $\pm 0,7 \mu\text{m}$  a  $1,5 \mu\text{m}$  de diámetro.

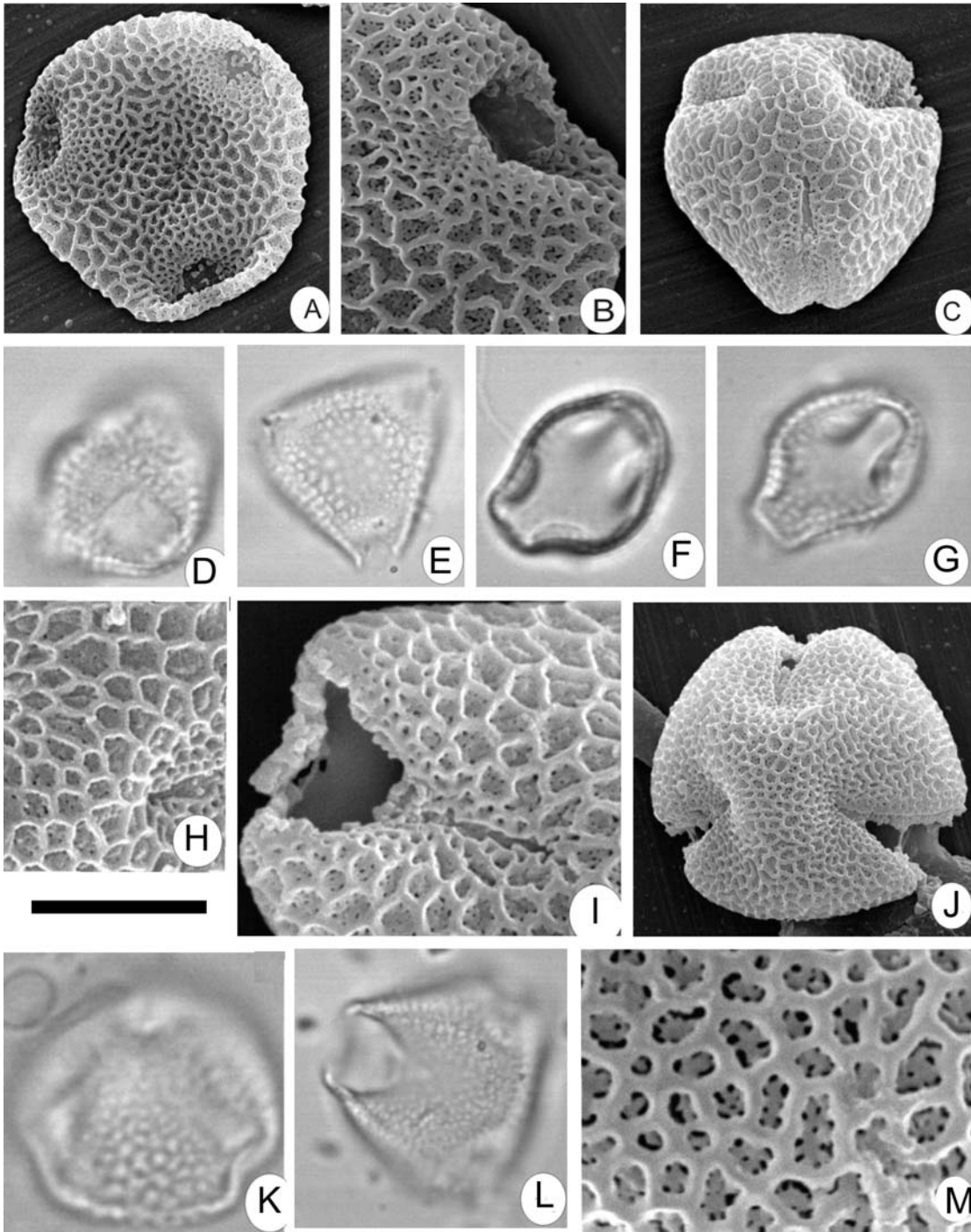
***Tropaeolum porifolium*** (Cav.) L. Andersson & S. Andersson (Fig. 3E-H)

*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Oblatos. Ámbito triangular. Lados rectos. Tricolporados, colpos cortos y ora circulares. Mesocolpios de  $10,9 \mu\text{m}$  y apocolpios de  $6,5 \mu\text{m}$ .

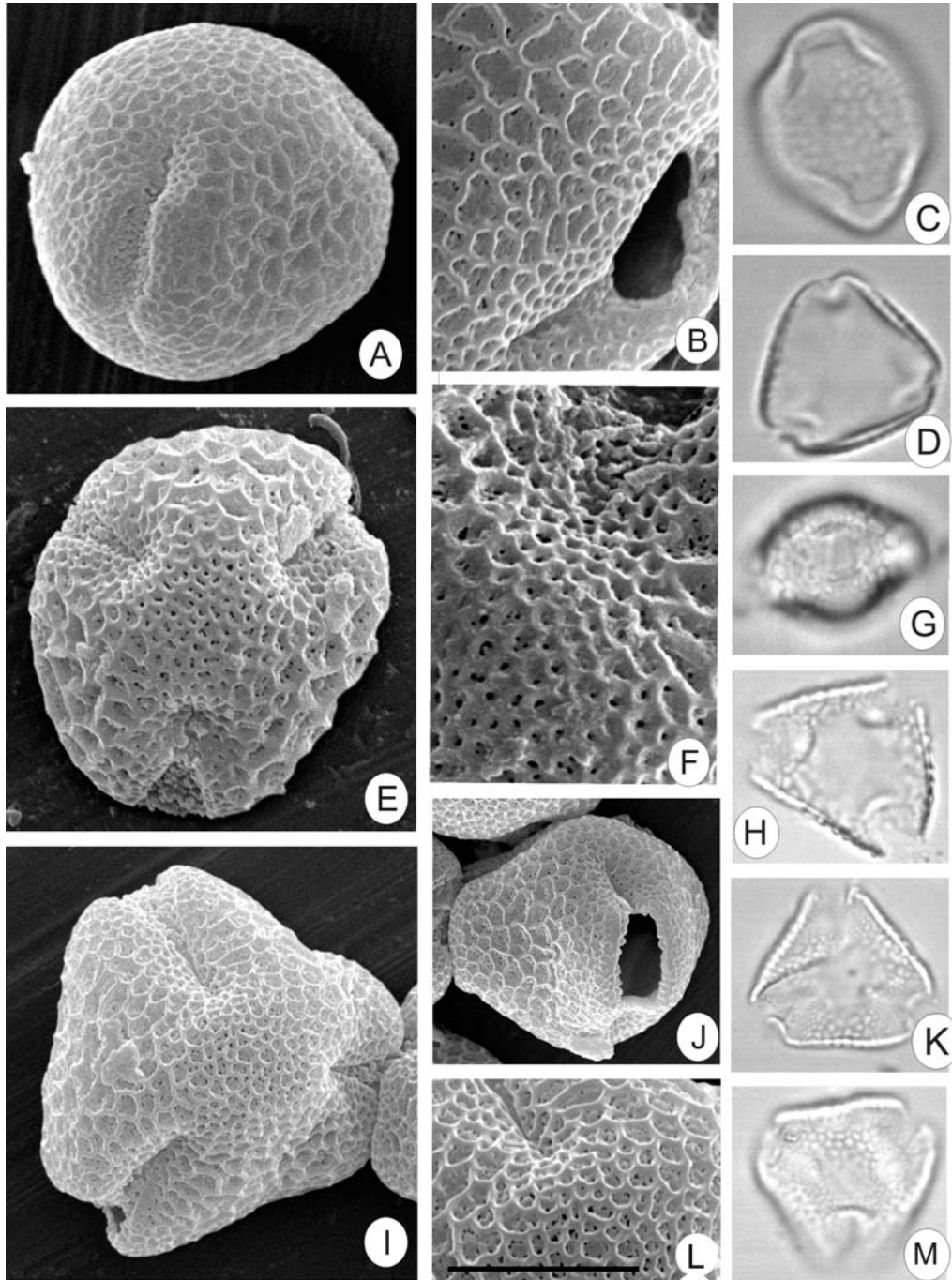
*MEB.* Colpos con membrana apertural esculpura con granulos y nanoespinas de  $\pm 0,3 \mu\text{m}$  de alto. El tectum con perforaciones irregulares de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  a  $0,4 \mu\text{m}$ , dando el aspecto de fosulado sobre el cual se dispone el retículo suprategal. Los muros del retículo de  $\pm 0,3 - 0,4 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  a  $1,9 \mu\text{m}$  de diámetro, estos últimos son más pequeños en las áreas aperturales y polares.

***Tropaeolum trialata*** L. Andersson & S. Andersson (Fig. 4A-C)

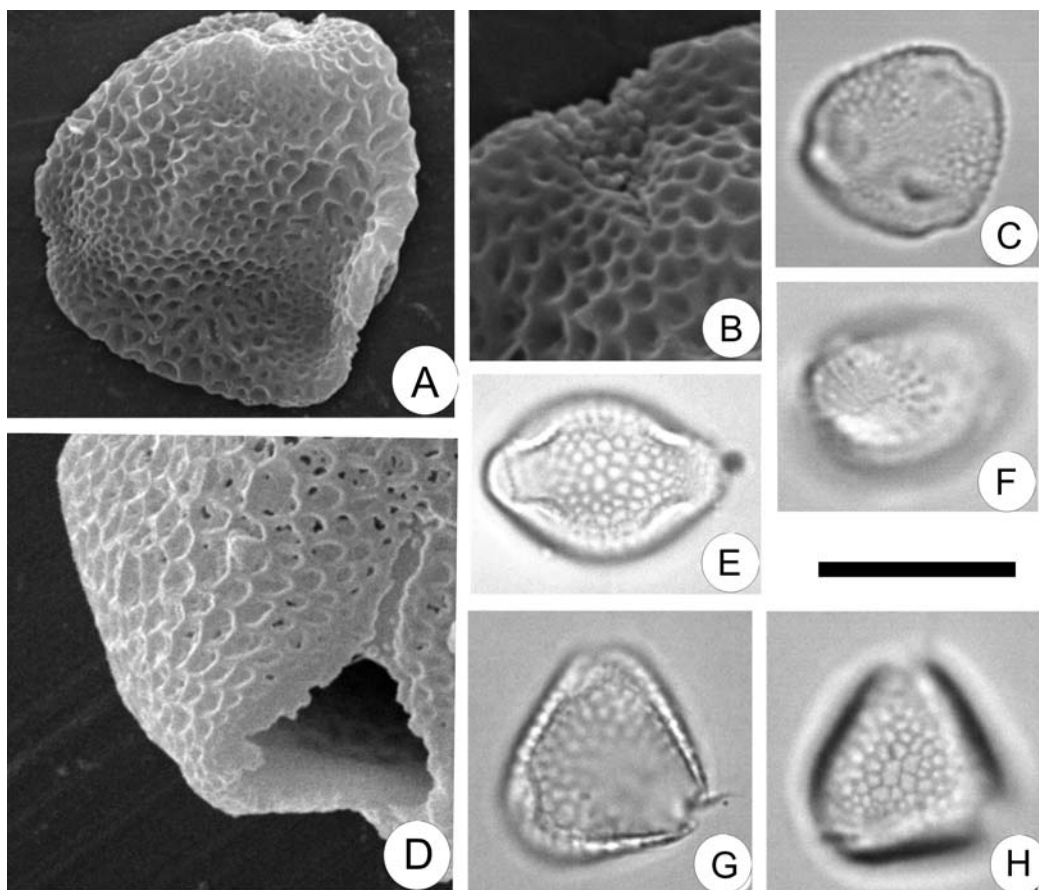
*MO.* Granos isopolares. Radiosimétricos. Sub-



**Fig. 2.** Polen de *Tropaeolum*. **A-B** y **D-E**, *T. incisum*. **A**, grano en vista polar (MEB). **B**, Detalle de la abertura y de la superficie del grano (MEB). **D**, grano en vista ecuatorial (MO). **E**, grano en vista polar (MO). **C**, **F-H** y **K**, *T. Meyeri*. **C**, vista general del grano (MEB). **F**, vista ecuatorial, corte óptico (MO). **G**, grano en vista ecuatorial (MO). **H**, detalle de la superficie del grano (MEB). **I**, detalle del colporo (MEB). **K**, grano en vista polar (MO). **J**, **L-M**, *T. patagonicum*. **J**, grano en vista polar (MEB). **L**, vista polar (MO). **M**, detalle de la superficie del grano (MEB). Escalas: **A**, 12,5  $\mu$ m; **B**, 5  $\mu$ m; **C**, **K**, 11  $\mu$ m; **D**, 18  $\mu$ m; **E**, **L**, 20  $\mu$ m; **F-G**, 15,8  $\mu$ m; **H-I**, 4  $\mu$ m; **J**, 16,5  $\mu$ m; **M**, 2,7  $\mu$ m.



**Fig. 3.** Polen de *Tropaeolum*. **A-D**, *T. pentaphyllum*. **A**, grano en vista ecuatorial (MEB). **B**, detalle del colporo y de la superficie del grano (MEB). **C**, foco superior en vista ecuatorial (MO). **D**, vista polar, corte óptico (MO). **E-H**, *T. porifolium*. **E**, grano en vista polar (MEB). **F**, detalle de la superficie del grano y parte del colporo (MEB). **G**, vista ecuatorial (MO). **H**, vista polar (MO). **I-M**, *T. polyphyllum*. **I**, grano en vista polar (MEB). **J**, grano en vista ecuatorial (MEB). **K**, vista polar, corte óptico (MEB). **L**, detalle de la superficie del grano y parte del colporo (MEB). **M**, foco superior en vista polar (MO). Escalas: **A**, 9  $\mu\text{m}$ ; **B**, 2,9  $\mu\text{m}$ ; **C**, 17  $\mu\text{m}$ ; **D**, 20,7  $\mu\text{m}$ ; **E**, 11,5  $\mu\text{m}$ ; **F**, 4,2  $\mu\text{m}$ ; **G**, 13,8  $\mu\text{m}$ ; **H**, 23,3  $\mu\text{m}$ ; **I**, 11  $\mu\text{m}$ ; **J**, 11,7  $\mu\text{m}$ ; **K**, 24,4  $\mu\text{m}$ ; **L**, 3,2  $\mu\text{m}$ ; **M**, 24,4  $\mu\text{m}$ .



**Fig. 4.** Polen de *Tropaeolum*. **A-C**, *T. trialata*. **A**, grano en vista polar (MEB). **B**, detalle de la superficie del grano y abertura (MEB). **C**, grano en vista polar (MO). **D-G**, *T. warmingianum*. **D**, detalle de la superficie del granos y abertura (MEB). **E**, vista ecuatorial (MO). **F**, vista ecuatorial, detalle de la abertura (MO). **G**, vista polar en corte óptico (MO). **H**, vista polar mostrando el retículo (MO). Escalas: **A**, 10  $\mu\text{m}$ ; **B**, 6,2  $\mu\text{m}$ ; **C**, 18,4  $\mu\text{m}$ ; **D**, 6,5  $\mu\text{m}$ ; **E-H**, 22,8  $\mu\text{m}$ .

oblados. Ámbito triangular. Mesocolpos de 16  $\mu\text{m}$  y apocolpos de 12  $\mu\text{m}$ . Lados convexos. Tricolporados, colpos cortos y ora circulares.

**MEB.** Colpos con membrana apertural con gránulos y nanoespinas de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  de alto, el tectum con escasas o ninguna perforación, los muros del retículo de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes de variadas formas y tamaños; estos son pequeños en las áreas aperturales y polares ( $\pm 0,1 \mu\text{m} - 0,3 \mu\text{m}$  de diámetro) y de mayor diámetro en las áreas interaperturales ( $\pm 1,5 \mu\text{m}$ ).

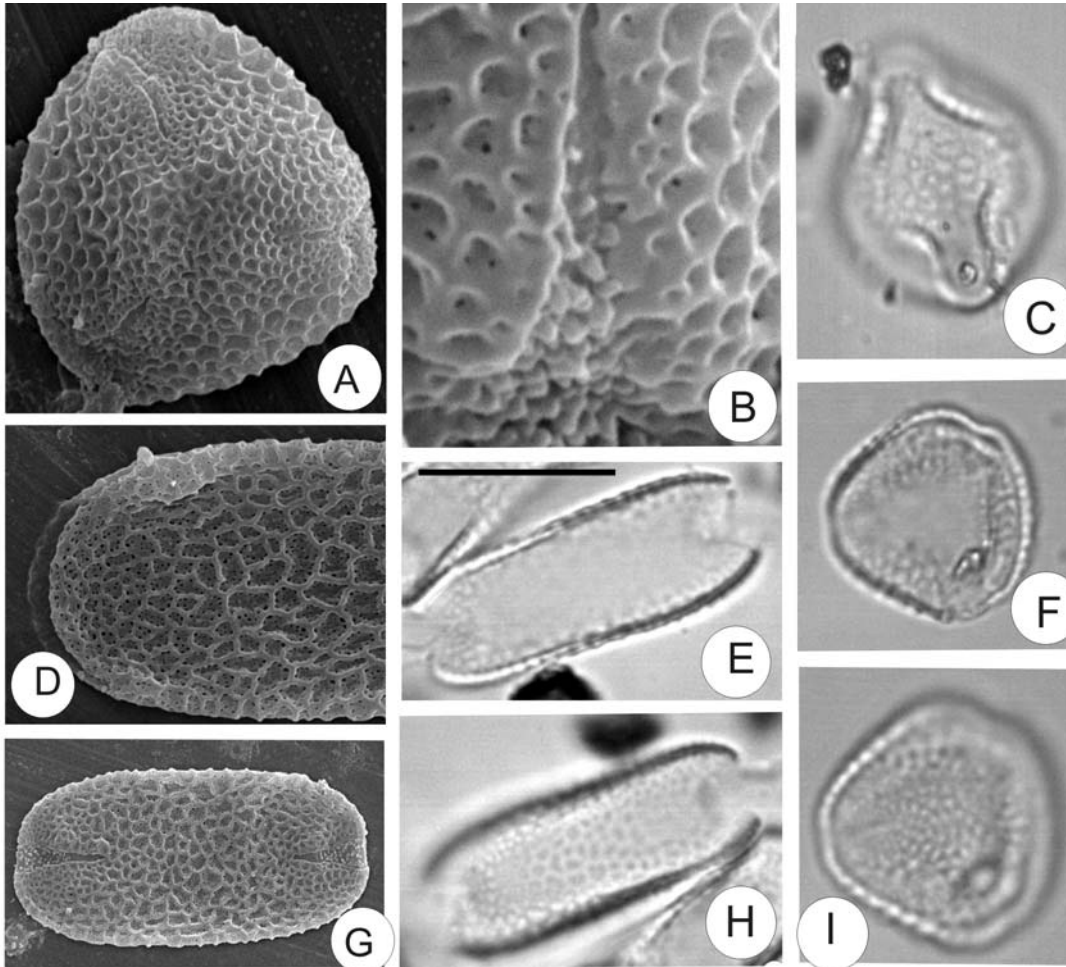
**Tropaeolum tuberosum** Ruiz et Pav. subesp. **silvestre** Sparre (Fig. 5D- E, G- H)

**MO.** Granos isopolares de simetría bilateral (con ejes ecuatoriales de diferente longitud). Bismétricos. Peroblados. Ámbito elíptico. Dicolporados, colpos cortos y ora circulares.

**MEB.** Colpos con membrana apertural granulada, gránulos hasta de 0,4  $\mu\text{m}$  de diámetro. El tectum profusamente perforado, con perforaciones pequeñas de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$  de diámetro; muros del retículo de 0,3 - 0,4  $\mu\text{m}$  de ancho y lúmenes de variadas formas y tamaños que van desde  $\pm 0,6 \mu\text{m}$  a 1,5  $\mu\text{m}$  de diámetro, siendo más pequeños en las áreas aperturales.

**Tropaeolum warmingianum** Rohrb. subesp. **warmingianum** Sparre (Fig. 4D-H)





**Fig. 5.** Polen de *Tropaeolum*. **A-C, F, I.** *T. willinkii*. **A**, grano en vista polar (MEB). **B**, detalle del colpo mostrando la membrana apertural granulada (MEB). **C**, vista ecuatorial (MO). **F**, vista polar en corte óptico (MO). **I**, vista polar mostrando el retículo (MO). **D-E, G-H.** *T. tuberosum* subsp. *silvestre*. **D**, detalle de la superficie del grano (MEB). **E**, vista polar en corte óptico (MO). **G**, grano en vista polar (MEB). **H**, foco superior en vista polar (MO). Escalas: **A**, 9,5  $\mu\text{m}$ ; **B**, 1,3  $\mu\text{m}$ ; **C**, 14  $\mu\text{m}$ ; **D**, 9  $\mu\text{m}$ ; **E, H**, 19,5  $\mu\text{m}$ ; **F**, 19  $\mu\text{m}$ ; **G**, 18  $\mu\text{m}$ .

**MO.** Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito triangular. Lados rectos. Tricolporados, colpos largos y ora circulares. Mesocolpos de 17,5  $\mu\text{m}$  y apocolpos de 7  $\mu\text{m}$ .

**MEB.** Colpos con membrana apertural granulada, gránulos de  $\pm 0,3 \mu\text{m}$  de alto. El tectum con perforaciones irregulares de  $\pm 0,1$  a  $0,4 \mu\text{m}$ , los muros del retículo de  $0,5 - 1 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes de forma y tamaños variados que van desde  $\pm 0,5 \mu\text{m}$  a  $3 \mu\text{m}$  de diámetro. Los lúmenes del retículo próximos a las aperturas son más pequeños y en algunos casos desaparecen.

#### ***Tropaeolum willinkii* Sparre (Fig. 5A-C, F, I)**

**MO.** Granos isopolares. Radiosimétricos. Suboblados. Ámbito triangular. Lados rectos a ligeramente cóncavos. Tricolporados, colpos largos y ora alargados. Mesocolpos de 17,5  $\mu\text{m}$  y apocolpos de 7  $\mu\text{m}$ .

**MEB.** Colpos con membrana apertural esculpturada con gránulos y nanoespinas hasta de  $0,4 \mu\text{m}$  de alto. El tectum con escasas perforaciones de  $\pm 0,1 \mu\text{m}$  de diámetro, los muros del retículo de  $0,2 - 0,3 \mu\text{m}$  de ancho y los lúmenes de  $0,7 \mu\text{m}$  a  $1,5 \mu\text{m}$  de diámetro.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Huynh (1968) estudió con microscopio óptico y microscopio electrónico de transmisión (MET) el polen de 91 especies de *Tropaeolum* provenientes de distintas localidades de Argentina, Chile, Brasil y Bolivia, de las cuales solo 10 de dichas especies coinciden con las analizadas en este trabajo. Si bien sus descripciones polínicas se corresponden con las que se presentan, éstas difieren ligeramente en el tamaño de los granos.

Desde el punto de vista palinológico, en Argentina, el género *Tropaeolum* constituye un grupo bastante homogéneo, no obstante se encontraron entre las especies diferencias apreciables con microscopio óptico, tales como la forma de los granos y el tamaño y la forma de las aberturas, permitiendo elaborar una clave palinológica para la determinación de la mayoría de las especies de *Tropeolaceae* de Argentina. Estas se caracterizan por poseer granos de polen cuyas aberturas son del tipo tricolporado, con la excepción de *Tropaeolum tuberosum* subsp. *silvestre* que son dicolporados, característica que permite fácilmente su identificación y determi-

nación. Por otra parte, es posible dividir a las especies que presentan granos de polen del tipo tricolporado, en dos grandes grupos de acuerdo a la forma del polen: granos oblados (*T. incisum*, *T. meyeri*, *T. patagonicum* y *T. porifolium*) y suboblados (*T. argentinum*, *T. atrocapillare*, *T. capillare*, *T. pentaphyllum*, *T. polyphyllum*, *T. trialata*, *T. warmingianum* subsp. *warmingianum* y *T. willinkii*).

Aunque las especies con granos oblados muestran, bajo el microscopio óptico, características polínicas estructurales y esculturales de pared muy similares entre sí, se las puede diferenciar palinológicamente por la longitud de los colpos y la forma de los ora en: *T. Incisum* (granos con colpos cortos), y *T. meyeri*, *T. patagonicum* y *T. porifolium* (granos con colpos largos, Tabla 1); mientras que, *T. meyeri* (con ora lalongados) se distingue de *T. patagonicum* y *T. porifolium* (por los ora circulares).

*T. patagonicum* y *T. porifolium* poseen granos de polen cuyos valores medios de la longitud de sus colpos y diámetro de los ora (Tabla 1) muestran mínimas variantes. Además, la concordancia de los valores extremos (máximo/mínimo) de

**Tabla 1.** Principales características polínicas de las especies argentinas de *Tropaeolum*.

Taxón	Eje polar (µm), mínimo(media) máximo	Diámetro ecuatorial (µm), mínimo(media) máximo	Colpos (longitud en µm)	Ora (diámetro en µm)
<i>T. argentinum</i>	13,9(15,2)16,7	16,9(19,5)21,5	5	2,5 x 3,5
<i>T. atrocapillare</i>	10,5(12,4)14	14(15,8)17,5	5	4 x 5,5
<i>T. capillare</i>	13,2(13,9)15,3	17,5(18,2)20	4,5	2 x 3,5
<i>T. incisum</i>	14(16,8)19,6	21,7(22,8)24,9	4,2	4
<i>T. meyeri</i>	12,5(13,5)14	17,5(18,2)21	7	3,5 x 6
<i>T. patagonicum</i>	17,5(19,3)21	24,5(27)29,4	8,4	3,5
<i>T. pentaphyllum</i>	13,3(15,2)17,5	14(17,5)21	7-10	6,5
<i>T. polyphyllum</i>	14,8(15,4)16,7	18,9(20,4)21	7	8
<i>T. porifolium</i>	12(13,5)15,5	18(20,5)22	7	5,5
<i>T. trialata</i>	12,8(14)15	16,2(19,8)21	4	3,5
<i>T. tuberosum</i> subsp. <i>silvestre</i>	9(13,5)19,6	28(35)38,5	5,6	5,5
<i>T. warmingianum</i> subsp. <i>warmingianum</i>	18(20,4)24,5	22,4(24,5)26,6	10	8
<i>T. willinkii</i>	14,7(16,3)17	17,5(19,9)21,1	5,6(5,8)7	2 x 5

dichos parámetros, junto a la similitud de los otros caracteres morfológicos, impiden una identificación y determinación segura de estas especies a partir del polen.

Las especies cuyos granos de polen son suboblados también pueden ser diferenciadas por el tipo de abertura (longitud de los colpos, forma de los ora) y por los lados de los granos en vista polar. Con colpos cortos (4-5 µm) se agrupa a *T. argentinum* y *T. atrocapillare*, especies estrechamente parecidas en su estructura polínica (tanto con MO como con MEB) resultando imposible diferenciarlas; sin embargo se distinguen claramente de *T. capillare* por la presencia de lados convexos en esta última especie. Por otra parte, *T. capillare* y *T. trialata* poseen granos con morfologías polínicas similares entre sí, siendo el tipo de poro (circular o lalongado) la única característica observada con MO que puede ser utilizada para separarlas.

Las especies con polen de colpos largos (7-10 µm), siempre dentro de la categoría suboblados, pueden ser separadas por la forma de los poros en: circulares (*T. pentaphyllum*, *T. polyphyllum*, *T. warmingianum*) y lalongados (*T. willinki*).

De lo expuesto se interpreta que, en Argentina el polen de todas las especies del género *Tropaeo-*

*lum* (con la excepción de *T. tuberosum* subsp. *silvestre*) tiene características palinológicas que se corresponden a las del tipo polínico “Tipo A1” (granos de forma triangular en vista polar, anguloaperturado, reticulado) y al “Subtipo A1 con membrana granulosa” propuesta por Huynh (1968), mientras que *T. tuberosum* subsp. *silvestre* corresponde al del “Tipo C2” (granos dicolporados, con tres planos de simetría y de gran tamaño).

Huynh (1968) señaló que las características palinológicas del “tipo A1 con membrana granulosa” serían el tipo polínico “inicial” dentro de la familia Tropaeolaceae (por poseer caracteres más primitivos con respecto a los otros tipos) y que estos predominan en el sur del continente austroamericano. Los resultados de Andersson & Andersson (2000) sugieren que las especies de *Tropaeolum* del sur de Argentina y Bolivia ocupan las posiciones basales en la filogenia, y concuerdan con lo sugerido por Huynh (1968) sobre un origen austral del género *Tropaeolum* y una posterior radiación hacia el norte del continente americano. Si se tiene en cuenta la morfología polínica dominante en las especies de Argentina, el Tipo A1 sería la morfología polínica plesiomórfica dentro de *Tropaeolum*.

#### Clave palinológica de las especies argentinas de *Tropaeolum*

1. Granos dicolporados	<i>T. tuberosum</i> subesp. <i>silvestre</i>
1. Granos tricolporados	2
2(1). Granos oblados	3
2. Granos suboblados	5
3(2). Colpos cortos (4 µm)	<i>T. incisum</i>
3. Colpos largos (7-8 µm)	4
4(3). Oras lalongados	<i>T. meyeri</i>
4. Oras circulares	<i>T. patagonicum</i> , <i>T. porifolium</i>
5(2). Colpos cortos (4-5 µm)	6
5. Colpos largos (7-10 µm)	8
6(5). Oras lalongados	7
6. Oras circulares	<i>T. trialata</i>
7(6). Lados rectos	<i>T. argentinum</i> , <i>T. atrocapillare</i>
7. Lados convexos	<i>T. capillare</i>
8(5). Oras circulares	<i>T. pentaphyllum</i> , <i>T. polyphyllum</i> , <i>T. warmingianum</i> subesp. <i>warmingianum</i>
8. Oras lalongados	<i>T. willinki</i>

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Fundación Miguel Lillo por el apoyo financiero brindado, a la Sra. Eva Acevedo (técnica de laboratorio) por la preparación del material polínico.

## BIBLIOGRAFÍA

Andersson, L. & S. Andersson. 2000. A molecular phylogeny of Tropaeolaceae and its systematic implications. *Taxon* 49: 721-736.

Bulacio, E. & G. Bernardello. 2005. Sinopsis preliminar

del género *Tropaeolum* (Tropaeolaceae) en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40 (supl.): 57-58.

Erdtman, G. 1966. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms*. New York: Hafner.

Huynh, K. L. 1968. Morphologie du pollen des Tropaeolacées et des Balsaminacées. *Grana Palynologica* 8: 88-184.

Nilsson, S. & J. Pragłowski (eds.). 1992. *Erdtman's Handbook of palynology*, 2nd. ed. Copenhagen: Munksgaard.

Punt, W.; P. P. Hoen, S. Blackmore, S. Nilsson & A. Le Thomas. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1-81.

Sáenz Laín, C. 2004. Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa* 25: 93-112.

Sparre, B. & L. Andersson. 1991. A taxonomic revision of the Tropaeolaceae. *Opera Botanica* 108: 1-139.