

# Morfologia polínica das diversas cultivares da macieira (*Malus pumila* var. *domestica*)

*Pollen morphology of apple cultivars*  
(*Malus pumila* var. *domestica*)

Soraia Girardi **BAUERMANN**<sup>1,5</sup>; Jefferson Nunes **RADAESKI**<sup>2</sup>; Paulo Eduardo **LISKOSKI**<sup>3</sup> & Regis Sivori Silva dos **SANTOS**<sup>4</sup>

## RESUMO

Informações sobre os processos de polinização de espécies cultivadas são cruciais para estratégias de manutenção dos cultivos e aumento de produção para alimentação humana. Uma das espécies cultivadas e de grande importância para a alimentação humana é a maçã (*Malus pumila* var. *domestica*). O grão de pólen dessa espécie tem papel importante para fecundação e formação do fruto, pois o fruto só é gerado após polinização cruzada. O objetivo do estudo foi analisar a morfologia polínica das cultivares de maçã plantadas no Sul do Brasil, a fim de avaliar semelhanças e diferenças em seus grãos de pólen. De modo geral, os grãos de pólen das cultivares examinadas caracterizaram-se como mônade, tamanho médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, forma subprolato, tricolporado, colpo longo, curvado nas extremidades, endoabertura lalongada, exina microrreticulada. Os gráficos Box-plot e as análises *cluster* demonstram as similaridades entre as medidas dos grãos de pólen das diferentes cultivares. Os resultados obtidos confirmam o caráter estenopolínico da família Rosaceae das cultivares analisadas da espécie *Malus pumila* var. *domestica*.

**Palavras-chave:** maçã; Palinologia; pólen; sul do Brasil.

## ABSTRACT

Information on the pollination processes of cultivated species is crucial for strategies to maintain crops and increase production for human consumption. One of the cultivated species of great importance for human consumption is the apple (*Malus pumila* var. *domestica*). The pollen grain of this species plays an important role in fertilization and fruit formation, as the fruit is only generated after cross-pollination. In this sense, the objective of the study was to analyze the pollen morphology of apple cultivars planted in southern Brazil, in order to assess similarities and differences in their pollen grains. In general, the pollen grains of the cultivars studied were characterized as monad, medium size, radial symmetry, isopolar, subtriangular ambitus, subprolate shape, tricolporate, with long colpus, curved at the ends, lalongate endoaperture, microreticulated exine. Box-plot plots and cluster analyzes demonstrate the similarities between the measurements of pollen grains of different cultivars. The results obtained confirm the stenopollinic character of the Rosaceae family of the analyzed cultivars of the species *Malus pumila* var. *domestica*.

**Keywords:** apple; Palynology; pollen; southern Brazil.

Recebido em: 24. fev. 2022  
Aceito em: 5 abr. 2022

<sup>1</sup> Universidade Luterana do Brasil (Ulbra), Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), Av. Farroupilha, n. 8.001, São José – CEP 92420-280, Canoas, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Rede de Catálogos Polínicos *online* (RCPol), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), *campus* São Leopoldo, São Leopoldo, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil.

<sup>5</sup> Autor para correspondência: soraia.bauermann@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid) é uma espécie da família Rosaceae, subfamília Pomoidae, com ampla distribuição mundial, que apresenta mais de 7 mil variedades (WAY *et al.*, 1991). Entretanto somente algumas são extensivamente cultivadas, com destaque para as cultivares do grupo Gala e Fuji; no Brasil, ambas correspondem a 95% da produção nacional (FIORAVANÇO *et al.*, 2010; GASQUES *et al.*, 2012), com uma estimativa, para a safra 2021, de uma produção de 1,8 milhão de toneladas de maçã (ABPM, 2020).

A cultura da macieira é dependente de polinização cruzada para que haja produção de frutos em quantidade e qualidade adequadas (PETRI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2013). Dessa forma, há a necessidade da ação de agentes polinizadores, bióticos e abióticos, para que ocorra a transferência de pólen entre flores, nos pomares de macieiras, e conseqüentemente haja a polinização e a formação de frutos.

Em *Malus*, é comum a ocorrência de autoincompatibilidade, ou seja, quando o pólen e o estigma apresentam o mesmo alelo S, o crescimento do tubo polínico é lento ou nulo, de tal forma que a sua penetração no ovário é retardada ou impossibilitada (ALBUQUERQUE JUNIOR *et al.*, 2010). Logo, a manutenção da produtividade e da qualidade dos frutos requer adequada polinização das plantas, que inclui a distribuição apropriada das plantas polinizadas e polinizadoras na implantação do pomar, a sincronia de floração e o uso de agentes polinizadores eficientes durante as floradas.

Dentre os principais agentes polinizadores, destaca-se *Apis mellifera* L., cuja presença nos pomares garante maior proporção de frutificação e de formação de sementes (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). Além do mais, o número de sementes por fruto está intimamente relacionado ao tamanho e ao formato dos frutos, aumentando seu valor comercial (SALOMÉ, 2014).

Apesar do papel-chave desempenhado pelo grão de pólen na cadeia produtiva da maçã, pouco se sabe sobre a morfologia polínica das cultivares de *Malus* no Brasil. Estudos de morfologia polínica, já realizados por diversos autores, são em sua maioria sintéticos e utilizam como principais critérios para a caracterização dos grãos de pólen o número de aberturas e a ornamentação da exina (tabela 1).

**Tabela 1** – Síntese dos principais estudos polínicos sobre o gênero *Malus*.

| Data | Autor                  | Síntese da descrição polínica   |
|------|------------------------|---|
| 1989 | Shim <i>et al.</i>     | Tricolporado, estriado  |
| 1991 | Chao-Xing & Ping-Sheng | Colpados, estriado reticulado   |
| 2002 | Camacho <i>et al.</i>  | Trizonocolporado/trizonocolporoidado, finamente estriada ou rugulada/estriada   |
| 2008 | Nazeri                 | Tricolpado, colpos curvados no ápice, reticulado com estrias paralelas ao colpo |
| 2009 | Evrenosoğlu & Mirsili  | Tricolporado, estriado  |
| 2013 | Warkentin & Mougá      | Tricolporado, psilado/levemente estriado  |
| 2014 | Dyakova                | Tricolpado  |
| 2014 | Perveen & Qaiser       | Tricolpado, zonocolpado, estriado   |
| 2017 | Motyleva <i>et al.</i> | Tricolpado, estriado com muitas perfurações                                     |
| 2019 | Dar <i>et al.</i>      | Tricolpados, com poros na exina   |
| 2019 | Zhang <i>et al.</i>    | Tricolpado, estriado  |
| 2020 | Hayrapetyan & Muradyan | Tri/tetra zonocolporoidado, finamente perfurado/granulado                       |

Assim, o presente estudo apresenta a morfologia polínica detalhada das cultivares de maçã plantadas no Sul do Brasil, como forma de contribuir para o melhor entendimento planta-polinizador, subsidiando o manejo e a melhoria dos serviços de polinização prestados pelas abelhas.

## MATERIAL EXAMINADO

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Gala Real': BRASIL, Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33456 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1869).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Maxi Gala': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33457 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1870).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Fuji Select': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.XI.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33458 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1871).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Baigent': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33459 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1872).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Royal Gala': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.XI.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33456 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1880).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'GalalX': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.XI.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33460 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1874).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Imperial Gala': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33461 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1878).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Fuji Precoce': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.XI.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33462 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1871).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Fuji Suprema': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33463 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1875).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Mishima': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.XI.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33464 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1879).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Daiane': Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33465 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1873).

*Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Pink Lady' (Rio Grande do Sul, Vacaria, 28° 30' 39" S, 50° 55' 47", 960 m snm; 04.IX.2019, Regis Sivori dos Santos, s/n coletor, 33466 (HERULBRA). (Pal. Ulbra 1876).

## MATERIAL E MÉTODOS

Coletaram-se 25 flores de 12 diferentes cultivares de macieira, das quais foram removidas o máximo possível de anteras disponíveis, que depois foram depositadas em tubos de ensaio, lacrados e identificados. Para cada uma das amostras, fez-se tratamento químico acetolítico do material polínico (ERDTMAN, 1952).

Para cada cultivar, prepararam-se cinco lâminas, sobre as quais o material polínico foi colocado em gelatina glicerínada, cujas lamínulas foram vedadas com parafina, para posterior análise em microscopia óptica (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

Os grãos de pólen foram descritos quanto a âmbito, unidade polínica, tamanho, forma, número de aberturas e ornamentação. Mediram-se 25 grãos de pólen para cada cultivar, em microscopia óptica, com aumento de 1.000x. Em vista equatorial, foram medidos o diâmetro polar (P), o diâmetro equatorial (E), a espessura da exina (Ex), seguindo o protocolo proposto por Barth & Melhem (1988). Para o estabelecimento da forma do grão, utilizou-se a razão diâmetro polar por diâmetro equatorial (P/E), estabelecida por Erdtman (1952).

Para as análises estatísticas, recorreu-se ao *software* BioEstat 5.0, que permitiu a elaboração do gráfico de Box-plot para demonstrar a variação total das medidas dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen. O gráfico Box-plot mostra medidas sobrepostas e medidas que não se sobrepõem. Empregaram-se todas as medidas de tamanho de grão de pólen para o Box-plot (ou seja, 50 medidas de cada uma das 12 cultivares = total de 600 medidas). Com esse mesmo *software*, fez-se análise *cluster* para agrupamento de táxons, conforme suas similaridades morfológicas polínicas.

## RESULTADOS

### GRUPO GALA

#### ***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid ‘Gala Real’ (figura 1 A-D)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, prolato-esferoidal, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 29,4  $\mu$ m (26,5-34,3); E: 29,1  $\mu$ m (25,75-32,2); Ex: 1,7  $\mu$ m. P/E: 1,01.

#### ***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid ‘Baigent’ (figura 1 E-H)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, prolato-esferoidal, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 31,5  $\mu$ m (28,62-36,6); E: 28,7  $\mu$ m (25,17-32,81); Ex: 1,9  $\mu$ m. P/E: 1,09.

#### ***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid ‘Royal Gala’ (figura 1 I-L)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, prolato-esferoidal, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 30,4  $\mu$ m (27,2-33,7); E: 28,4  $\mu$ m (25,8-30,5); Ex: 1,7  $\mu$ m. P/E: 1,07.

#### ***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid ‘Maxi Gala’ (figura 1 M-P)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, subprolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 32,65  $\mu$ m (29,15-36,5); E: 25,15  $\mu$ m (22,2-27,6); Ex: 1,8  $\mu$ m. P/E: 1,29.

#### ***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid ‘Galaxi’ (figura 1 Q-T)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, subprolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 34,7  $\mu$ m (31,2-38,3); E: 27,45  $\mu$ m (24-30,1); Ex: 1,8  $\mu$ m. P/E: 1,26.

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Imperial Gala' (figura 1 U-W)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, prolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 34 µm (28,3-39); E: 24,60 µm (20,5-28,6); Ex: 1,7 µm. P/E: 1,38.

## GRUPO FUJI

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Fuji Precoce' (figura 2 A-D)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, prolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 34,2 µm (31,2-38,1); E: 25,4 µm (23,2-29); Ex: 1,6 µm. P/E: 1,34.

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Fuji Suprema' (figura 2 E-H)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, prolato-esferoidal, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 30 µm (26,3-34,6); E: 29 µm (26,45-32,8); Ex: 1,6 µm. P/E: 1,03.

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Fuji Select' (figura 2 I-L)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, prolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 37 µm (33,76-39,62); E: 25,5 µm (23,25-27,9); Ex: 1,8 µm. P/E: 1,45.

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Mishima' (figura 2 M-P)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, oblato esferoidal, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 28,5 µm (26,7-32,8); E: 31,1 µm (28,7-33,8); Ex: 1,8 µm. P/E: 0,91.

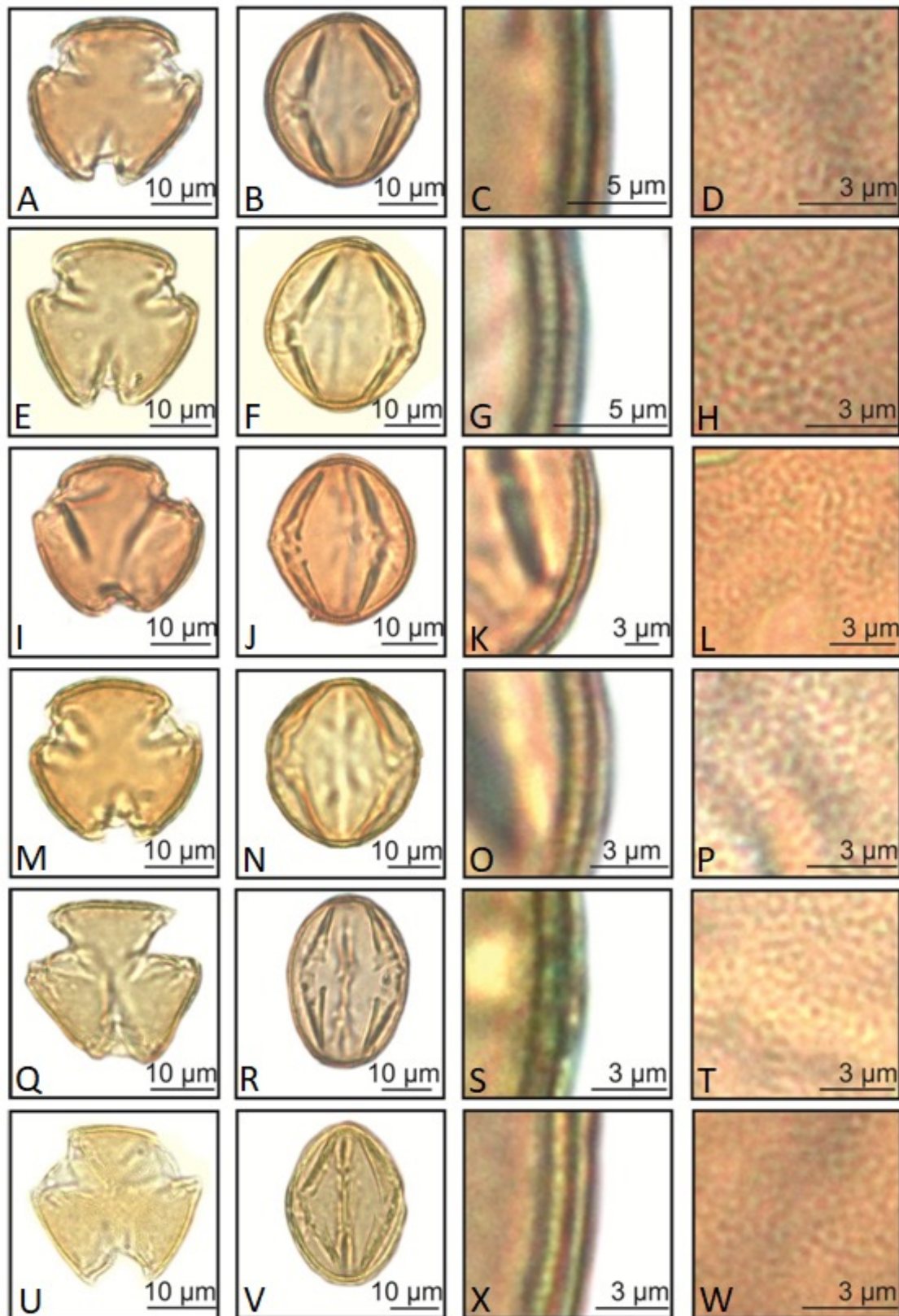
## OUTROS GRUPOS

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Daiane' (figura 2 Q-T)**

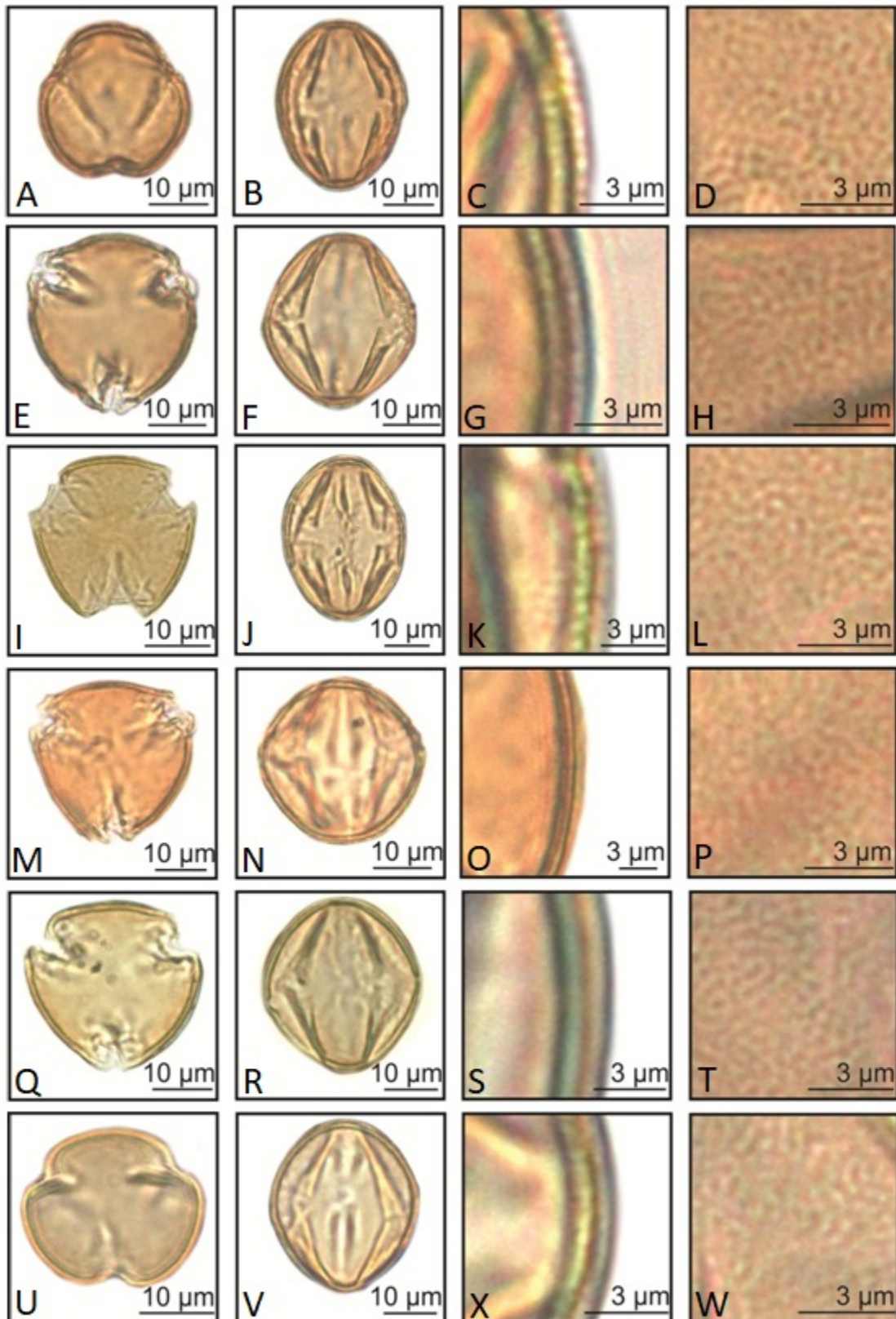
Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, subprolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 33,2 µm (29,1-37,75); E: 28,9 µm (25-33,25); Ex: 1,7 µm. P/E: 1,15.

***Malus pumila* var. *domestica* (Borkh.) C.K. Schneid 'Pink Lady' (figura 2 U-W)**

Descrição polínica: mônade, médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriângular, subprolato, tricolporado, colpo longo, endoaberturalalongada, exina microrreticulada. Sexina e nexina de mesma espessura. P: 32,7 µm (26,15-38,8); E: 25,1 µm (21-31,3); Ex: 1,75 µm. P/E: 1,30.



**Figura 1** – Tipos polínicos de cultivares do tipo Gala: Gala Real (A, B, C, D); Baigent (E, F, G, H); Royal Gala (I, J, K, L); Maxi Gala (M, N, O, P); Galaxi (Q, R, S, T); Imperial Gala (U, V, X, W). Fonte: primária.



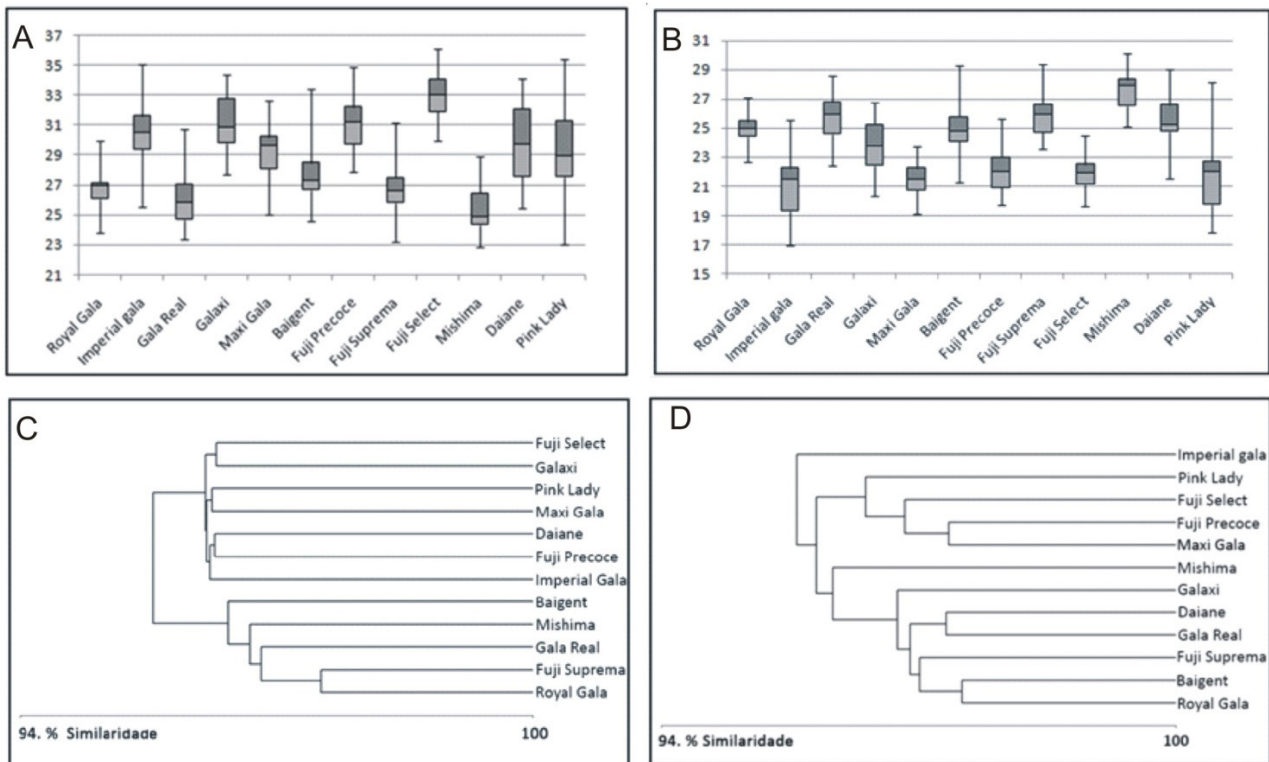
**Figura 2** – Tipos polínicos de cultivares do tipo Fuji Precoce (A, B, C, D); Fuji Suprema (E, F, G, H); Fuji Select (I, J, K, L); Mishima (M, N, O, P); Daiane (Q, R, S, T); Pink Lady (U, V, X, W). Fonte: primária.

Os grãos de pólen das cultivares estudadas caracterizaram-se como mônade, tamanho médio, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular, subprolato, tricolporado, colpo longo, curvado nas extremidades, endoaberturalalongada, exina microrreticulada (figura 3). O valor médio do eixo polar variou de 28,5  $\mu\text{m}$  (Mishima) a 37  $\mu\text{m}$  (Fuji Select), portanto estão na faixa de pólen de tamanho médio inferior. Em valores absolutos, o comprimento do eixo polar variou de 26,15  $\mu\text{m}$  (Pink Lady) a 39,6  $\mu\text{m}$  (Fuji Select). Em relação ao eixo equatorial, o valor médio permaneceu no intervalo de 24,6  $\mu\text{m}$  (Imperial Gala) a 31,5  $\mu\text{m}$  (Baigent). Considerando-se os valores totais, o comprimento mínimo do eixo equatorial foi de 20,5  $\mu\text{m}$  (Galaxi) a 39,62  $\mu\text{m}$  (Fuji Suprema).

No que tange à forma, o valor médio de P/E permaneceu acima de 1,0  $\mu\text{m}$  para todas as cultivares, exceto Mishima (0,91  $\mu\text{m}$ ); os valores variaram de 0,91  $\mu\text{m}$  (Mishima) a 1,45  $\mu\text{m}$  (Fuji Select). Com isso, as formas prolato e prolato-esferoidal abrigaram 66% dos grãos de pólen, sendo 25% considerados subprolatos e 8%, oblato-esferoidais.

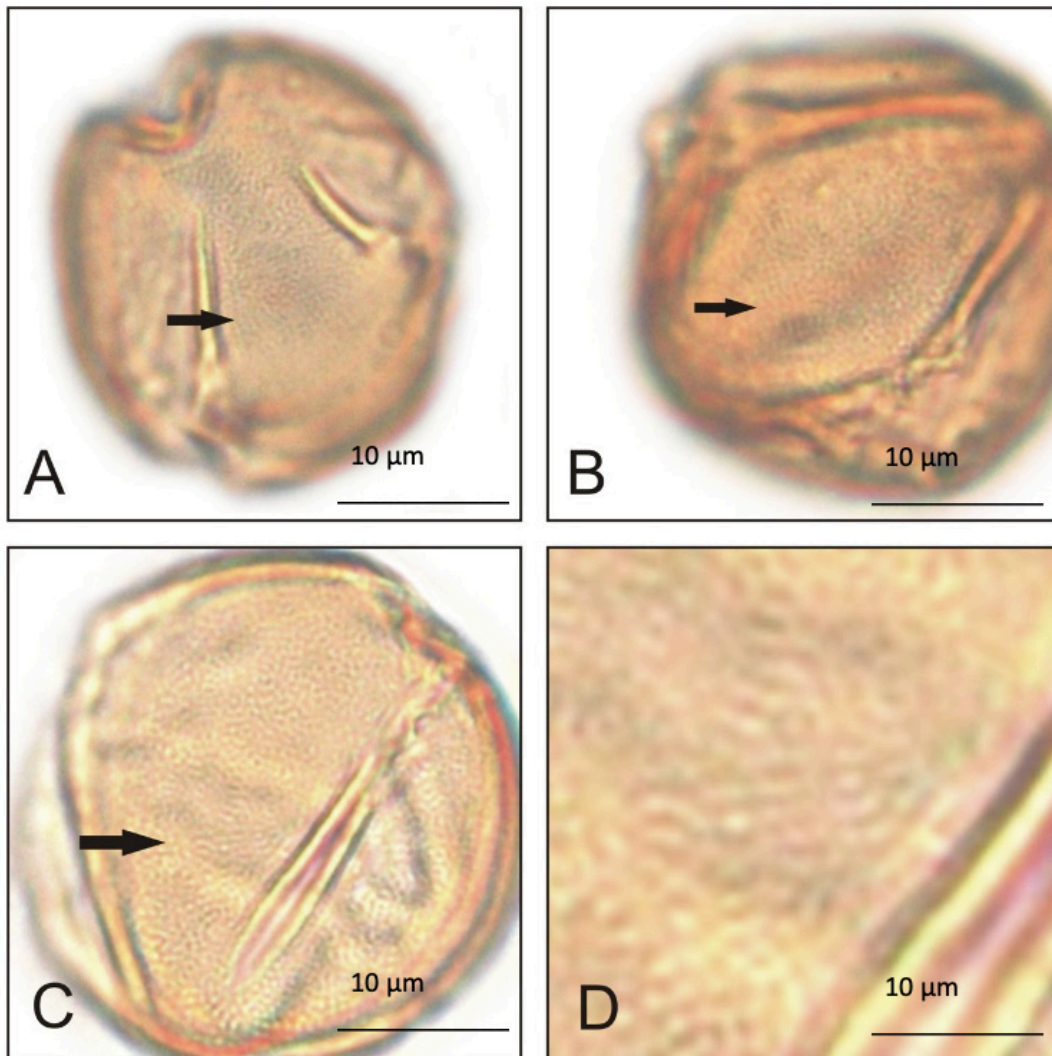
Os grãos de pólen são todos tricolporados, com colpos longos e curvados nas extremidades.

Todas as cultivares estudadas apresentaram exina reticulada e espessura de exina muito semelhante, variando de 1,6 a 1,9  $\mu\text{m}$ . Porém, em aumento óptico de 1.600x, pode-se observar a sutil presença de estrias no mesocolpo (figura 4).



**Figura 3** – A e B: Gráfico Box-plot dos diâmetros dos grãos de pólen analisados. A linha horizontal em negrito dentro da caixa representa a mediana. A caixa mostra 50% do intervalo interquartil e as suíças, a variação total. C e D: Agrupamento das cultivares por meio da análise de cluster utilizando-se atributos polínicos como diâmetro polar em C e diâmetro equatorial em D. Fonte: primária.





**Figura 4** – Imagem, sob aumento de 1.600x, evidenciando, na seta preta, a incipiente ocorrência de estrias no mesocolpo. A) Pink Lady; B) Mishima; C) Galaxi; D) detalhe das estrias em Galaxi. Fonte: primária.

## DISCUSSÃO

Como outros estudos prévios, os dados aqui estabelecidos demonstraram a ocorrência de grãos de pólen mônades, médios, triaperturados e zonoaperturados (SHIM *et al.*, 1989; CHAO-XING & PING-SHENG, 1991; CAMACHO *et al.*, 2002; NAZERI, 2008; EVRENOSOĞLU & MISIRLI, 2009; WARKENTIN & MOUGA, 2013; PERVEEN & QAISER, 2014; DYAKOVA, 2014; MOTYLEVA *et al.*, 2017; DAR *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2019; HAYRAPETYAN & MURADYAN, 2020).

Porém, quanto ao tipo de abertura, alguns autores citam os grãos de *Malus* como colpados (CHAO-XING & PING-SHENG, 1991; NAZERI, 2008; PERVEEN & QAISER, 2014; MOTYLEVA *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2019; DAR *et al.*, 2019), enquanto outros os consideram colporados (SHIM *et al.*, 1989; CAMACHO *et al.*, 2002; EVRENOSOĞLU & MISIRLI, 2009; WARKENTIN & MOUGA, 2013); somente Hayrapetyan & Muradyan (2020) citaram grãos de pólen colporoidados. Com base nos resultados do presente trabalho, concorda-se com aqueles autores que definiram a abertura como do tipo colporado.

Sobre a ornamentação, há um consenso sobre a presença de estrias, embora alguns autores acusem também a ocorrência de perfuração e/ou retículos (CHAO-XING & PING-SHENG, 1991; NAZERI, 2008; HAYRAPETYAN & MURADYAN, 2020). Os dados aqui obtidos confirmam a presença de ornamentação reticulada e sutil presença de estrias no mesocolpo, vistas com aumento a partir de 1.600x.

Zhang *et al.* (2019), analisando características morfológicas de espécies do gênero *Malus*, encontraram alta estabilidade para forma e tamanho dos grãos de pólen, especialmente para o eixo equatorial. Tais resultados também foram confirmados no presente estudo, em que se pode verificar a distribuição homegênea dos eixos polar e equatorial.

Zhang *et al.* (2019) acharam alta variabilidade em relação à ornamentação da exina dos grãos de pólen, sugerindo que se trata de um caráter menos sólido para a análise polínica. Variações no padrão de ornamentação da exina já haviam sido observados por Zhang *et al.* (2017), em que foi evidenciado que a regularidade do arranjo da ornamentação do pólen mostrou uma tendência decrescente durante o processo de hibridização. Os dados mencionados sobre a ornamentação foram encontrados nas cultivares analisadas no presente trabalho.

## CONCLUSÃO

As análises aqui realizadas confirmam o caráter estenopolínico da família Rosaceae (HEBDA *et al.*, 1988; HEBDA & CHINNAPPA, 1990) e das cultivares analisadas da espécie *Malus pumila* var. *domestica*. Por conta disso, não foi possível estabelecer caráter diagnóstico para a diferenciação das cultivares. As características morfológicas aqui apresentadas são todas inéditas e constituem estudos básicos para a compreensão da relação filogenética dentro do grupo *Malus* e para o melhor entendimento da relação planta-polinizador. Os resultados obtidos constituem base para a identificação do pólen de maçã em análises que se encontram em andamento sobre estudos polínicos de corbículas de abelhas de pomares de maçã no Sul do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

À Aline Lima dos Anjos o auxílio na confecção das lâminas microscópicas.

## REFERÊNCIAS

- Albuquerque Junior, C. L., Denardi, F., Dantas, A. C. M. & Nodari, R. O. Desenvolvimento de tubos polínicos em cruzamentos entre cultivares brasileiras de macieira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2010; 45: 1324-1327.
- ABPM – Associação Brasileira de Produtores de Maçã. 2020. [Acesso em: 24 fev. 2020]. Disponível em: <https://www.abpm.org.br/>.
- Barth, O. M. & Melhem, T. M. *Glossário ilustrado de Palinologia*. Campinas: Editora Unicamp; 1988. 75 p.
- Camacho, A., Díez, M. J. & Luque, B. Morfología polínica de las especies de frutales cultivadas en Andalucía occidental: Familia Rosaceae. *Lagasalia*. 2002; 22: 81-92.
- Chao-Xing, H. & Ping-Sheng, H. Pollen morphology of the genus *Malus* and its taxonomic and evolutionary significance. *Journal of Systematics and Evolution*. 1991; 29: 445-451.
- Dar, J. A., Wani, A. A. & Dhar, M. K. Preliminary pollen analysis of some apple cultivars in Kashmir: Towards understanding the apple pollen morphology. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 2019; 90: 431-438.
- Dyakova, I. Pollen morphology of the genus *Malus* Mill. *Modern Phytomorphology*. 2014; 6: 129-132.

- Erdtman, G. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm: Almquist & Wiksell; 1952. 553 p.
- Evrenosoğlu, Y. & Misirli, A. Investigations on the pollen morphology of some fruit species. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2009; 33: 181-190.
- Fioravanço, J. C., Girardi, C. L., Czermainski, A. B. C., Silva, G. A., Nachtigall, G. R. & Oliveira, P. R. D. Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal. Bento Gonçalves: Editora Embrapa Uva e Vinho-Docmentos; 2010. 60 p.
- Gasques, J. G., Dossa, D., Souza, G. S., Bastos, E. T. & Gomes, E. G. Brasil: projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022. Anais. 50.º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Vitória: Ufes; 2012. 20 p.
- Hayrapetyan, A. M. & Muradyan, A. H. Pollen of trees and shrubs of Armenia (Angiospermae. IX. Rosaceae. Genera *Amelanchier*, *Amygdalus*, *Armeniaca*, *Cerasus*, *Cotoneaster*). Takhtajania. 2020; 6: 64-76.
- Hebda, R. J., Chinnappa, C. C. & Smith, B. M. Pollen morphology of the Rosaceae of Western Canada: I. *Agrimonia* to *Crataegus*. Grana. 1988; 27: 95-113.
- Hebda, R. J. & Chinnappa, C. C. Studies on pollen morphology of Rosaceae in Canada. Review of Palaeobotany and Palynology. 1990; 64: 103-108.
- Imperatriz-Fonseca, V. L., Canhos, D. A. L., Alves, A. A. & Saraiva, A. S. Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora Edusp; 2012. 488 p.
- Motyleva, S., Brindza, J. & Kulikov, I. Themorphology of pollen grains of some species of Rosaceae Juss. Family. Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality. 2017; 1: 338-341.
- Nazeri, J. V. Pollen morphology of the genus *Malus* (Rosaceae). Iranian Journal of Science and Technology Transaction A - Science. 2008; 32: 89-97
- Perveen, A. & Qaiser, M. Pollen flora of Pakistan–LXXI. Rosaceae. Pakistan Journal of Botany. 2014; 46: 1027-1037.
- Petri, J. L., Leite, G. B., Couto, M. & Franscescato, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura. 2011; 33: 48-56.
- Salgado-Labouriau, M. L. Critérios e técnicas para o Quaternário. São Paulo: Editora Edgard Blücher; 2007. 404 p.
- Salomé, J. A. Polinização dirigida em pomares de macieiras (*Malus x doméstica* Borkh) com o uso de colmeias de *Apis mellifera* L. [Tese de Doutorado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina/Centro de Ciências Agrárias; 2014.
- Santos, R. S. S., Sebben, V. H. & Wolff, L. F. Visita floral de *Apis mellifera* L. em diferentes clones de cultivares de maçãs gala e fuji e sua relação com variáveis meteorológicas em Vacaria, RS, Brasil. Revista de La Facultad de Agronomia. 2013; 112: 114-122.
- Shim, K. K., Park, S. H. & Suh, B. K. A palynotaxonomic study of some *Malus* species. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 1989; 30: 122-128.
- Warkentin, M. & Mouga, D. M. D. S. Contribuição à caracterização polínica de espécies apícolas ornamentais e frutíferas da família Rosaceae Juss. Caderno de Iniciação à Pesquisa. 2013; 15: 10-14.
- Way, R. D., Aldwinckle, H. S., Lamb, R. C., Rejman, A., Sansavini, S., Shen, T., Watkins, R., Westwood, M. N. & Yoshida, Y. Apples (*Malus*). Acta Horticulturae. 1991; 290: 3-46.
- Zhang, W.-X., Fan, J.-J., Xie, Y., Peng, Y., Zhou, T. & Zhao, M.-M. Pollen morphological characteristics of ornamental crabapples. In: Zhang, W.-X., Fan, J., Xie, Y., Peng, Y., Zhou, T. & Zhao, M.-M. Na illustrated electronmicroscopic study of crabapple pollen. Singapore: Science Press & Springer; 2019. p. 17-25.
- Zhang, W.-X., Zhao, M.-M., Fan, J.-J., Zhou, T., Chen, Y.-X. & Cao, F.-L. Study on relationship between pollen exine ornamentation pattern and germplasm evolution in flowering crabapple. Scientific Reports. 2017; 7: 1-11.