

NOTA TÉCNICA

Sistematización sobre la morfología polínica de especies vegetales de interés apícola en el departamento Silípica, Santiago del Estero

Systematizing the pollen morphology of beekeeping interesting plant species in the Silípica Department, Santiago del Estero, Argentina

N. A. Olivera¹; M. Hoyos²; P. A. Grimaldi³ y F. Cespedes⁴

¹ Cátedra de Botánica Agrícola, Instituto para el Desarrollo Agropecuario del Semiárido (INDEAS), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Ruta Nacional 9, Km 1134 (CP 4206), Villa El Zanjón, Santiago del Estero, Argentina. E-mail: olivera.nair19@gmail.com

² Cátedra de Botánica Agrícola, Instituto para el Desarrollo Agropecuario del Semiárido (INDEAS), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Ruta Nacional 9, Km 1134 (CP 4206), Villa El Zanjón, Santiago del Estero, Argentina. E-mail: hoyosm202@gmail.com

³ Instituto de Investigación en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Comahue. Pasaje Gutiérrez 1415 (CP 8400), San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. E-mail: pablogrim22@gmail.com

⁴ Cátedra de Botánica Agrícola, Instituto para el Desarrollo Agropecuario del Semiárido (INDEAS), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Ruta Nacional 9, Km 1134 (CP 4206), Villa El Zanjón, Santiago del Estero, Argentina. Instituto de Investigación en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Comahue. Pasaje Gutiérrez 1415 (CP 8400), San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. E-mail: fernandonicolascspedes@gmail.com

Recibido en septiembre de 2024; Aceptado en abril de 2025

RESUMEN

Este es un estudio que focaliza en la sistematización de la información disponible sobre la morfología polínica de especies vegetales de interés apícola en el departamento Silípica de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. Se analizaron los granos de polen de 32 especies "muy preferidas" por *Apis mellifera*. A partir de la revisión de 100 trabajos científicos, se seleccionaron 21 que describen la morfología polínica en detalle. Los caracteres analizados incluyen forma, tamaño, aperturas y ornamentación de la exina. Los resultados indican que la mayoría de los granos de polen son medianos y pequeños, con formas esféricas o prolato-esferoidales, y aperturas tricolporadas. Las ornamentaciones predominantes son psiladas y equinadas. Este trabajo constituye una primera sistematización de la información sobre la morfología polínica en la provincia, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones que puedan apoyar el desarrollo de la apicultura local, un sector de importancia económica y ambiental para la provincia.

Palabras claves: Palinología, *Apis mellifera*, Santiago del Estero, Apicultura

ABSTRACT

This is a study focused on systematizing the available data on the morphology of beekeeping interesting plant species conducted in the Silípica Department, Santiago del Estero, Argentina. Pollen grains from 32 "highly preferred" by *Apis mellifera* species were analyzed. Twenty-one research papers containing detailed pollen information were selected out of corpora made up of one hundred scientific papers. The morphological traits considered included shape, size, apertures and sculpturing of the exine. The results indicate that most of the pollen grains are medium- and small-sized, showing spherical or prolate-spheroidal shapes being the tricolporate apertures the most frequent while the most occurring ornamentations shown by the exine include were the psilate (smooth) and the equinate (sipiny). This work is the very first attempt of systematizing information on pollen morphology carried out in the Province and provides solid foundational reference for future research that can support the development of local beekeeping, a sector of economic and environmental importance in Santiago del Estero.

Keywords: Palynology, *Apis mellifera*, Santiago del Estero, Beekeeping

1. INTRODUCCIÓN

Existen más de 16.000 especies de abejas distribuidas en el mundo (Danforth *et al.*, 2006) reconocidas como polinizadores efectivos de numerosas plantas nativas (Vossler, 2012). En Argentina, específicamente en la región del Chaco Semiárido, Diodato *et al.* (2008) reportaron la presencia de cuatro familias de abejas: Halictidae, Apidae, Andrenidae y Colletidae.

En Santiago del Estero, las especies de abejas nativas productoras de miel pertenecen a la familia Apidae, destacándose géneros y especies como *Trigona* sp., *Scaptotrigona* sp., *Plebeia* sp., *Lestrimelitta* sp., *Melipona orbignyi* y *Geotrigona argentina* (Chianeta *et al.*, 2020). Además, se encuentra presente *Apis mellifera* L. conocida como “abeja melífera o europea”, originaria de Europa, África y parte de Asia (Michener, 2007) e introducida al país y la región con fines económicos.

Las abejas visitan las flores en busca de polen y néctar, entre otros recursos, todos ellos esenciales para el sostenimiento de sus colonias (Palacio *et al.*, 2016). El néctar floral, rico en azúcares, provee energía a los adultos para actividades como pecoreo, alimentación de las crías, construcción de nidos, entre otras (Westerkamp, 1996). Por otro lado, el polen es la principal fuente de proteínas, aminoácidos, minerales y aceites vegetales necesarios para el crecimiento y desarrollo de larvas y abejas jóvenes, como para la postura de huevos (Michener, 2007; Brodschneider & Crailsheim, 2010; Tamame, 2011).

El análisis de los granos de polen se aborda desde la palinología, disciplina que estudia granos de polen, esporas y otras partículas microfósiles. Utiliza criterios como tamaño, forma, aperturas y esporoderma para analizar la diversidad polínica. Muchas de estas características tienen importancia porque nos permite entender la preferencia de ciertos polinizadores o incluso estimar a través del tamaño, el posible vector de polen en el proceso de polinización (Soejarto y Fonnegra, 1972).

El análisis polínico de una región, o de las mieles producidas en ella, permite identificar las especies vegetales claves para la alimentación y desarrollo de las colonias de abejas. Además, permite determinar el origen geográfico de los productos apícolas, estudiar el comportamiento de pecoreo y evaluar su papel en la producción agrícola y la conservación ambiental (Persano Oddo *et al.*, 2007).

En Argentina se registran diversos trabajos donde se estudiaron los granos de polen desde distintas ramas de la palinología; como la morfología polínica (Arbo, 1974; Cuadrado, 1993; Bernardello y Luján, 1997; Gamarro y Fortunato, 2001; Cuadrado, 2003; Cuadrado y Boilini, 2006; Wingenroth, 2011; Forcone y Ruppel, 2012; Sosa *et al.*, 2012; Fabbroni *et al.*, 2015; Suárez *et al.*, 2019; Tellería *et al.*, 2013; Sosa y Salgado, 2016; Tellería, 2017; Vega y Dematteis, 2011; Lattar y Cuadrado, 2010; Garalla y Cuadrado, 2007; Espeche *et al.*, 2020; Farrell *et al.*, 2020), melisopalinológicos (Vossler, 2012; Tamame, 2011; Salgado, 2006; Fagúndez, 2011; Sánchez y Lupo, 2009; Caramuti, 2006), aeropalinológicos (Naab, 2004; Nitu *et al.*, 2019), palinología forense (Povilauskas, 2016, 2022), entre otros.

En la provincia de Santiago del Estero se destacan trabajos botánicos sobre flora apícola asociada a la actividad (Carrizo *et al.*, 2015; Cilla *et al.*, 2018; Palacio, 2021; Céspedes, 2021), ecológicos (Diodato *et al.*, 2008; Zelaya *et al.*, 2022; Moggio, 2022; Céspedes y Grimaldi, 2024), etnobiológico (Céspedes *et al.*, 2023) y melisopalinológicos (Jiménez, 2004; Céspedes *et al.*, 2015a). Sin embargo, solo Céspedes *et al.* (2015b), documentaron la morfología polínica de algunas especies de interés apícola para la provincia.

Profundizar en estudios que contribuyan a la apicultura local es de gran relevancia para este sector consolidado y de importancia en Santiago del Estero. Aunque enfrenta grandes desafíos, Céspedes *et al.* (2021) señalaron la importancia económica, social y ambiental de esta actividad debido a su carácter económicamente complementario, de dinámica familiar y con un fuerte aporte a la conservación del ambiente.

Es por ello por lo que el objetivo de este trabajo fue sistematizar la información disponible sobre la morfología polínica de los granos de polen de las especies vegetales de interés apícola consideradas “muy preferidas” y que forman parte de la flora del departamento Silípica, Santiago del Estero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio, se trabajó con un listado de especies vegetales apícolas registrado por Céspedes (2021) en el departamento Silípica, Santiago del Estero. Esta área se encuentra en el Complejo Bosques-arbustales del Centro, en la subregión del Chaco Semiárido, dentro de la Ecorregión Chaco Seco. Esta área combina bosques secundarios, bosques xéricos de llanuras aluviales, sábanas abiertas altas no inundables, cultivos y parches de bosques en suelos bien drenados (Morello *et al.*, 2012).

Para elaborar el listado de especies para su posterior análisis se tuvo en cuenta el criterio de Céspedes (2021) y se seleccionaron aquellas categorizadas como “muy preferidas” por *A. mellifera*. Se utilizaron 32 especies vegetales (Tabla 1).

Sobre éstas, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de la morfología polínica. La revisión incluyó artículos científicos, tesis de grado y posgrado, tanto en español como en inglés, utilizando motores de búsqueda como Google Académico, ResearchGate y Scopus. Las palabras claves empleadas fueron el “nombre científico” de la especie (incluyendo sinónimos taxonómicos) AND “morfología polínica” OR “caracterización morfológica del grano de polen”.

Se revisaron un total de 100 trabajos, de los cuales 21 fueron seleccionados por contener descripciones de la morfología de los granos de polen de las especies estudiadas.

En la Tabla 2 se detallan las variables trabajadas. Las mismas fueron analizadas empleando frecuencias y porcentajes. Para todos los casos se empleó el software R (R Core Team, 2021). Para la visualización de datos, se utilizaron diferentes paquetes de R como “ggplot2” (Wickham *et al.*, 2016).

Tabla 1. Listado de especies vegetales “muy preferidas” por *A. mellifera*.

Familia	Nombre científico
Amaranthaceae	<i>Gomphrena martiana</i> Gillies ex Moq.
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl
Anacardiaceae	<i>Schinus bumelioides</i> I.M. Johnst
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.
Anacardiaceae	<i>Schinus pilifera</i> I.M. Johnst. var. pilifera
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltld.
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Asteraceae	<i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze
Asteraceae	<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.
Asteraceae	<i>Mikania periplocifolia</i> Hook. & Arn.
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i> Meyen
Asteraceae	<i>Verbesina encelioides</i> (Cav.) Benth. & Hook.f. ex A.Gray
Brassicaceae	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All
Capparaceae	<i>Atamisquea emarginata</i> Miers ex Hook. & Arn.
Cervantesiaceae	<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek
Fabaceae	<i>Melilotus albus</i> Desr.
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms.
Fabaceae	<i>Neltuma alba</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis
Fabaceae	<i>Neltuma kuntzei</i> (Harms ex Kuntze) C.E. Hughes & G.P. Lewis
Fabaceae	<i>Neltuma nigra</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis
Fabaceae	<i>Neltuma ruscifolia</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis
Fabaceae	<i>Neltuma × vinalillo</i> (Stuck.) C.E. Hughes & G.P. Lewis
Fabaceae	<i>Senegalia gilliesii</i> (Steud.) Seigler & Ebinger
Fabaceae	<i>Senegalia praecox</i> (Griseb.) Seigler & Ebinger
Fabaceae	<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger
Fabaceae	<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Griseb.
Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild
Rubiaceae	<i>Borreria spinosa</i> (L.) Cham. & Schltld. ex DC.
Verbenaceae	<i>Lippia turbinata</i> Griseb.
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene
Zigofilaceae	<i>Larrea divaricata</i> Cav.

Tabla 2. Variables y niveles empleados en el análisis de la morfología polínica.

Variables	Niveles
Nº de trabajos revisados	Nº de trabajos nacionales Nº de trabajos internacionales
Tipo de trabajos	Palinológico Melisopalinológico Aeropalinológico Palinológico- Forense
Técnicas utilizadas	Acetólisis de Erdtman (1960) Otro
Forma del grano de polen. Se siguió la descripción de Soejarto y Fonnegra (1972), basada en la relación entre el eje polar y el diámetro ecuatorial y el glosario palinológico de Sáenz Laín (2004).	Esférico Subesferoidal Peroblado Oblado Prolado Prolato esferoidal Subprolato Oblato esferoidal Suboblato Perolado
Tamaño del grano de polen. Se siguió la descripción de Soejarto y Fonnegra (1972)	Muy pequeño: <10 μ Pequeño: 10-25 μ Mediano: 25-50 μ Grande: 50-100 μ Muy grande: 100-200 μ Gigante: >200 μ
Aberturas del grano de polen. Se tuvo en cuenta la caracterización de Soejarto y Fonnegra (1972) basada en el carácter de la apertura, simple (un colpo o poro) o compuesta (ora).	Colpo: moncolpado, dicolpado, tricolpado, etc. Poro: Monoporado, diporado, triporado, etc. Ora: monocolporado, dicolporado, tricolporado, monoporado, diporado, triporado, etc.
Simetría del grano de polen. Se siguió las metodologías de Walker y Doyle (1975) y Fernández y Díez (1990), ambas referidas a la cualidad de un cuerpo de dividirse en mitades iguales o similares.	Radiosimétrico Bisimétrico
Polaridad del grano de polen. Se utilizaron las metodologías de Soejarto y Fonnegra (1972) y Fernández y Díez (1990) referidas a la existencia del eje polar.	Isopolar Heteropolar Apolar
Ornamentación de la exina. Se tuvo en cuenta la caracterización de Soejarto y Fonnegra (1972) y Sáenz Laín (2004) referida a las protuberancias supracteales sobre la superficie de la exina.	Psilado Reticulado Perforado Estriado Areolado Escábrido Foveolado Rugulado Fosulado Retipilado Equinado Clavado Microreticulado Psilado perforado Estriado reticulado Baculado

3. RESULTADOS

De los trabajos analizados, el 52 % fueron de origen nacional y el 48 % de origen internacional. En cuanto al tipo de estudio, el 76 % correspondió a estudios palinológicos, mientras que el 24 % fueron melisopalinológicos. Las técnicas utilizadas fueron en un 82 % la metodología de acetólisis de Erdtman (1960), mientras que sólo el 4% emplearon la técnica de Loveaux *et al.* (1978). El 14 % de los trabajos no especificaron la técnica empleada.

Respecto a la polaridad y simetría de los granos de polen, sólo el 47 % de las especies consideradas presentaron descripciones de estas variables. Para los granos de polen descriptos, estos fueron polares y radiosimétricos.

Las especies vegetales presentaron, en promedio, dos descripciones para las variables de forma, tamaño, abertura y ornamentación de la exina de los granos polínicos. Solo *Senegalia gilliesi* no presentó descripción para ninguna de las variables estudiadas respecto a morfología polínica.

En la Figura 1 se observa la frecuencia de los tamaños de granos de polen. Los granos de pólenes medianos y pequeños fueron los más frecuentes, representados por 23 y 17 descripciones, respectivamente. Sólo 3 trabajos caracterizaron granos de polen grandes. Las especies *Senegalia praecox* y *Gomphrena martiana* no presentaron información sobre la variable analizada.

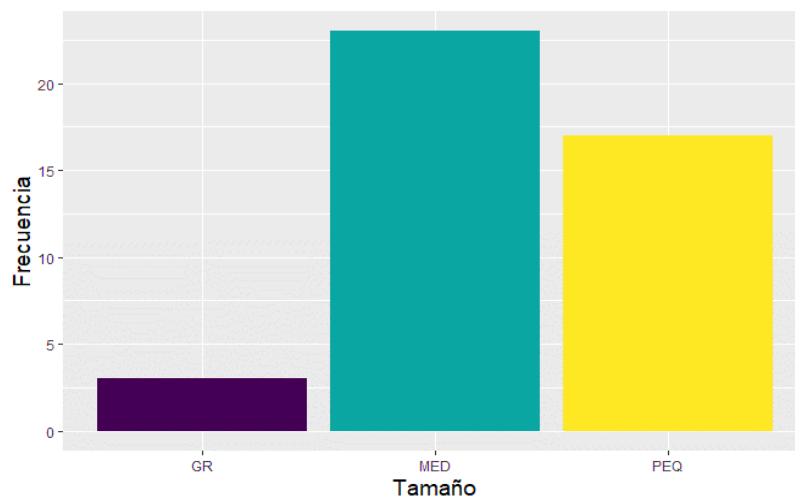


Figura 1. Frecuencia de los tamaños de granos de polen para las especies “muy preferidas” por *A. mellifera*. Referencias: GR (grande), MED (mediano), PEQ (pequeño).

En cuanto a la variable forma de los granos de polen (Figura 2), se observó una mayor frecuencia para granos esféricos y prolato esferoidal, con 9 y 8 descripciones, respectivamente. Las formas oblato esferoidal y prolado estuvieron representados por 7 y 5 caracterizaciones cada una, mientras que las formas oblato y subesferoidal, fueron caracterizadas por una descripción cada una. No se presentó información sobre esta variable para *S. praecox*, *Vachellia aroma* y *V. caven*.

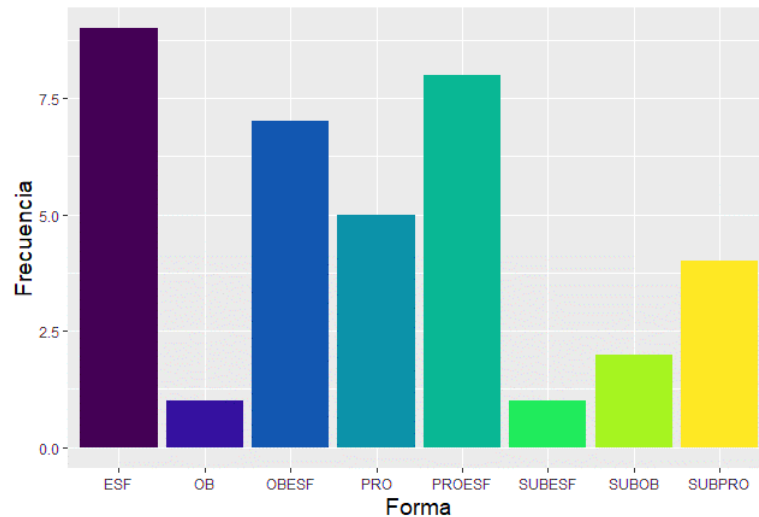


Figura 2. Frecuencia de las formas de los granos de polen de las especies “muy preferidas” por *A. mellifera*. Referencias: ESF (esférico), OB (oblado), OBESF (oblatoesferoidal), PRO (prolado), PROESF (prolatoesferoidal), SUBESF (subesferoidal), SUBOB (suboblato), SUBPRO (subprolado).

En la Figura 3 se observa que las ornamentaciones psilado y equinado fueron las más frecuentes con 10 y 8 descripciones, respectivamente. Las ornamentaciones reticulado y microreticulado estuvieron representadas por 5 caracterizaciones cada una, mientras que las escábrido y estriado-reticulado tuvieron 3 y 2 descripciones, respectivamente. Las ornamentaciones foveolado, psilado perforado, rugulado y baculado fueron representadas por una caracterización cada una. Para esta variable solo no se registró descripción para *Borreria spinosa*.

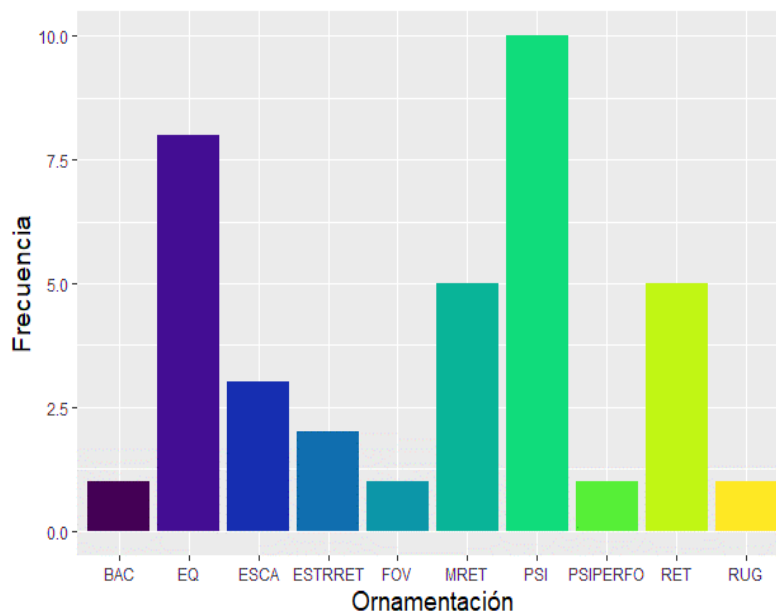


Figura 3. Frecuencia de la ornamentación de la exina de los granos de polen de las especies “muy preferidas” por *A. mellifera*. Referencias: BAC (baculado), EQ (equinado), ESCA (escábrido), ESTRRET (estriado reticulado), FOV (foveolado), MRET (microreticulado), PSI (psilado), PSIPERFO (psilado perforado), RET (reticulado), RUG (rugulado).

En la Figura 4, se observa que la abertura más frecuente fue tricolporado, representada por 31 descripciones. Los granos de polen con aberturas cuatrocolporados, ochocolporados, sietecolporado y ochoporado fueron representados por una descripción cada uno. Las especies *Gomphrena martiana*, *S. praecox* y *V. caven* no presentaron caracterización para dicha variable.

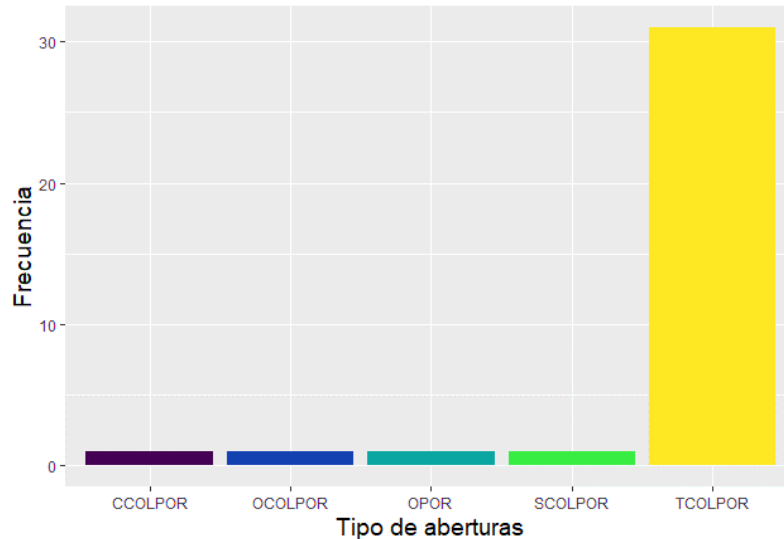


Figura 4. Frecuencia del tipo de aberturas de los granos de polen de las especies vegetales “muy preferidas” por *A. mellifera*. Referencias: CCOLPOR (cuatrocolporado), OCOLPOR (ochocolporado), OPOR (ochoporado), SCOLPOR (siete colporado), TCOLPOR (tricolporado).

4. CONCLUSIÓN

El trabajo representa una primera revisión de la literatura científica nacional e internacional disponible sobre la morfología de los granos de polen de especies de interés apícola señaladas como “muy preferidas” de la flora del departamento Silípica en la provincia de Santiago del Estero. Se destaca la diversidad de formas, tamaños, ornamentaciones, aberturas, polaridad y simetría de los pólenes colectados por *A. mellifera* en la flora santiagueña. Además, se mencionan especies vegetales que no presentan información para una o más variables. Los caracteres morfológicos con mayor frecuencia, entre las especies “muy preferidas” por *A. mellifera*, resultan los granos de polen de tamaño mediano a pequeño, de forma esferoidal, con ornamentación de la exina psilada o equinada y tricolporados. Estas características corresponden a las especies vegetales como *Baccharis salicifolia*, *Solidago chilensis* y *Neltuma nigra*. Este trabajo aporta recursos valiosos para la melisopalinología de la provincia y la región, con potencial para contribuir a la diferenciación de las mieles locales y el consecuente agregado de valor. Además, proporciona información relevante para optimizar la selección de flora apícola, fortalecer la gestión de recursos forrajeros y promover prácticas sostenibles en la apicultura.

AGRADECIMIENTOS:

El grupo de investigación agradece al Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero por el financiamiento del proyecto de investigación del cual se deriva este trabajo (23/A298-B, interno 2023). Asimismo, se agradece a la Facultad de Agronomía y Agroindustrias por el acompañamiento brindado a través de la Secretaría de Ciencia y Técnica.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbo, M. M. 1974. El polen de las palmeras argentinas. *Bonplandia* 3(3):171-193.
- Bernardello, L. y M. C. Luján. 1997. Pollen morphology of tribe Lycieae: *Grabowskia*, *Lycium*, *Phrodus* (Solanaceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 96(3-4):305-315.
- Brodschneider, R. y K. Crailsheim. 2010. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 41:278-294.
- Caramuti, V. E. 2006. Análisis palynológico de algunas Heliantheae (Compositae) de la provincia de La Pampa (Argentina). *Polen* (15):5-15.
- Carrizo, E. del V.; M. O. Palacio; H. J. Muller; M. F. Epstein Vittar y F. N. Céspedes. 2015. Flora de interés apícola en la flora del departamento Ojo de Agua, Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho* 23(1-2):15-26.
- Céspedes, F. N.; N. A. Olivera; E. del V. Carrizo y M. O. Palacio. 2015a. Análisis polínico de mieles del departamento Quebrachos, Santiago del Estero, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50 (Supl.):240 p.
- Céspedes, F. N.; N. A. Olivera; E. del V. Carrizo y M. O. Palacio. 2015b. Reference collection of pollen from plant species of the Quebrachos department, Santiago del Estero. *Biocell* 39 (Suppl 5).
- Céspedes, F. N. 2021. *Beneficios de los recursos florísticos en la economía familiar de apicultores del departamento Silípica, Santiago del Estero, Argentina*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 261 p.
- Céspedes, F. N.; M. Coronel; P. A. Grimaldi y E. del V. Carrizo. 2021. Caracterización de las unidades de producción apícolas presentes en el departamento Silípica Santiago del Estero. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA* 7:157-163.
- Céspedes, F. N.; P. A. Grimaldi y A. H. Ladio. 2023. Between flowers, humans, and honeybees: Local ecological knowledge associated with apiculture in two areas of Silípica department, Santiago del Estero, Argentina. *ELEMENTA Science of the Anthropocene* 11(1):2-21.
- Céspedes, F. N. y P. A. Grimaldi. 2024. Preferencias florales de *Apis mellifera*: estudio en dos áreas del Departamento Silípica (Santiago del Estero, Argentina). *Bonplandia* 33:175-207.
- Chianetta, P. 2020. *Abejas nativas sin aguijón en el monte santiagueño*. REDAF. 36 p.
- Cilla, G.; A. Guzmán; P. Marozzi; J. Gallardo; S. Morend y P. A. Grimaldi. 2018. Abordaje participativo para el estudio de la flora apícola: importancia de la vegetación herbácea como base forrajera para las colonias de *Apis mellifera* L. *Libro de resumen del IV Congreso del foro de Universidades Nacionales para la Agricultura Familiar*. Ediciones INTA. p. 97-98.

- Cuadrado, G. A. 1993. Granos de polen de Chenopodiaceae del nordeste argentino, géneros *Atriplex*, *Chenopodium*, *Holmbergia*, *Salicornia* y *Suaeda*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 29(1-2):15-23.
- Cuadrado, G. A. 2003. Palinología de los géneros *Modiola*, *Modiolastrum* y *Tropidococcus* (Malvaceae). *Bonplandia* 12(1-4):67-82.
- Cuadrado, G. A. y A. R. M. Boilini. 2006. Palinología de los géneros *Tarasa* y *Wissadula* (Malvaceae, Malveae) de Argentina. *Bonplandia* 15(3-4):167-187.
- Danforth, B. N.; S. Sipes; J. Fang y S. G. Brady. 2006. The history of early bee diversification based of five genes plus morphology. *PNAS* 103(41):15118-15123.
- Diodato, L.; A. Fuster y M. Maldonado. 2008. Valor y beneficios de las abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea) en los bosques del Chaco Semiárido, Argentina. *Quebracho* 15:15-20.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54:561-564.
- Espeche, M. L.; M. A. García y N. J. F. Reyes. 2020. Estudio palinológico en especies de *Erythrina* (Fabaceae) presentes en Argentina. *Lilloa* 57(2):144-155.
- Fabbroni, M.; L. R. Mautino; C. B. Flores; R. S. Troncoso Sarmiento; E. Tapia y J. G. Benci Arqued. 2015. Caracterización palinológica de cinco especies de *Senna* Mill. (Fabaceae) de los valles Calchaquies, provincia de Salta, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 17(2):109-118.
- Fagúndez, G. A. 2011. *Estudio de los recursos nectaríferos y poliníferos utilizados por Apis mellifera L. en diferentes ecosistemas del departamento Diamante (Entre Ríos)*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. [en línea]. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/>
- Farrell, E. E.; L. R. Mautino y S. S. Garalla. 2020. Morfología polínica de las Nyctaginaceae nativas de Argentina. *Darwiniana, nueva serie* 8(1):292-308.
- Fernández, I. y M. J. Díez. 1990. Algunas consideraciones sobre terminología palinológica. I, polaridad y simetría. *Lagascalia* 16(1):51-60.
- Forcone, A. y S. Ruppel. 2012. Polen de interés apícola del Noroeste de Santa Cruz (Patagonia Argentina): aspectos morfológicos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 47(1-2):77-86.
- Gamerro, J. C. y R. H. Fortunato. 2001. Morfología del polen de las especies argentinas de *Bauhinia* (Cercideae, Caesalpinioideae, Fabaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88(1):144-158.
- Garalla, S. y G. A. Cuadrado. 2007. Pollen morphology of *Austrocylindropuntia* Backeb, *Maihueniopsis* Speg., *Opuntia* Mill. and *Tephrocactus* Lem. (Cactaceae, Opuntioideae) of Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 146:1-17.
- Jiménez, C. R. 2004. *Origen floral de mieles santiagueñas*. Trabajo final de pregrado. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 37 p.
- Lattar, E. y G. Cuadrado. 2010. Estudios palinológicos de especies argentinas de los géneros *Cereus*, *Cleistocactus*, *Denmoza*, *Echinopsis* y *Monvillea* (Cactaceae, Cactoideae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 45(1-2):93-107.
- Louveaux, J.; A. Maurizio y G. Vorwohl. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World* 59:139-157.

- Michener, C. D. 2007. *The Bees of the World*. 2da edición. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 953 p.
- Moggio, M. 2022. *Modelación de la distribución potencial de Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en Santiago del Estero, Argentina*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Morello, J.; S. Matteucci y A. Rodríguez. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. 752 p.
- Naab, O. A. 2004. *Estudio aeropalinológico del Parque Nacional Lihué Calel*. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. [en línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/>
- Nitiu, D. S.; A. C. Mallo; I. Medina y C. Parisi. 2019. Atlas de pólenes alergénicos de Buenos Aires, Argentina. *Archivos de Alergia e Inmunología Clínica* 50(2):67-88.
- Palacio, M. O.; E. Roger y S. O. Vecchioli. 2016. *Plantas leñosas nativas de interés apícola en la Flora de Santiago del Estero*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 141 p.
- Palacio, M. O. 2021. Flora leñosa de importancia para abejas nativas en el Departamento Figueroa, Santiago del Estero. *Quebracho* 29(1-2):71-77.
- Persano Oddo, L.; M. L. Piana y G. R. D'Albore. 2007. *I mieli regionali italiani. Caratterizzazione melissopalinologica*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Roma. 145 p.
- Povilauskas, L. 2016. Palinología forense: aportes a la investigación criminal en Argentina. *Mendoza Forense* 2(1):13-19.
- Povilauskas, L. 2022. Identificación de polen en cultivos y la escena del crimen. *Skopein: La justicia en manos de la ciencia* 26:23-31.
- R Core Team. 2021. *R: A Language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. [en línea]. Disponible en: <https://www.R-project.org/>
- Sáenz Laín, C. 2004. Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa* 25:93-112.
- Salgado, C. R. 2006. *Flora melífera de la provincia del Chaco*. Editado por PROSAP y Ministerio de Producción del Chaco. 60 p.
- Sánchez, A. C. y L. C. Lupo. 2009. Asteraceae de interés en la Melisopalinología. Bosque Montano de las Yungas (Jujuy- Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 44(1-2):57-64.
- Soejarto, D. D. y R. Fonnegra. 1972. Polen: Diversidad en formas y tamaños. *Actualidades Biológicas* 1(1):2-13.
- Sosa, M.; A. Panseri y C. Salgado Laurenti. 2012. Pollen morphology of eight species of *Stemodia* (Plantaginaceae) from South America. *Palynology* 36:1-9.
- Sosa, M. y C. Salgado Laurenti. 2016. Valor taxonómico del polen en Scrophulariaceae sensu lato. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 51(2):299-321.
- Suárez, C. F.; V. Y. Mogni.; S. S. Garralla.; D. E. Prado y O. G. Martínez. 2019. Morfología polínica de las especies chaqueñas del género *Schinopsis* Engl. (Anacardiaceae) y sus implicancias taxonómicas. *Hoehnea* 46(2):e762018.
- Tamame, M. A. 2011. *Estudio de la composición, disponibilidad y calidad de los recursos apícolas del Noroeste de La Pampa, provincia fitogeográfica del monte (República Argentina)*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. [en línea]. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/>
- Tellería, M. C. 2017. Spines vs. microspines: an overview of the sculpture exine in selected basal and derived Asteraceae with focus on Asteroideae. *Journal of Plant Research* 130(6):1023-1033.

- Tellería, M.; N. Roque.; V. Funk.; I. Ventosa y G. Sancho. 2013. Pollen morphology and its taxonomic significance in the tribe Gochnatieae (Compositae, Gochnatioideae). *Plant Systematics and Evolution* 299:935-948.
- Vega, A. J. y M. Dematteis. 2011. Pollen morphology of some species of *Vernonanthura* (Asteraceae, Vernonieae) from southern South America. *Palynology* 35(1):94-102.
- Vossler, F. G. 2012. *Estudio palinológico de las reservas alimentarias (miel y masas de polen) de "abejas nativas sin aguijón" (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de La Plata. [en línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/>
- Walker, J. W. y J. Doyle. 1975. The bases of Angiosperm phylogeny: Palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62:664-723.
- Westerkamp, Ch. 1996. Pollen in Bee-Flower relations. *Botanica Acta* 109:325-332.
- Wickham, H.; W. Chang y M. H. Wickham. 2016. *Package "ggplot2". Create elegant data visualisations using the grammar of graphics*. Versión 2(1):1-189.
- Wingenroth, M. C. 2011. *Flora Polínica de Mendoza (Tomo I): La Asunción, Lavalle*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Mendoza. 178 p.
- Zelaya, P. V.; A. Arias.; C. Brandan.; C. Molineri y S. Brazp. 2022. Listening inside the trees: A novel and simple method to find active nest of stingless bees (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in Dry Chaco forests. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 81(4):83-88.

