

El color de las cargas polínicas colectadas por *Tetragonisca fiebrigi* (schwarz) (apidae: meliponini) como herramienta para la meliponicultura chaqueña

Guillermo Luis AVALOS¹, Sabrina KHOURI¹ & Juan Manuel CORONEL¹

¹Laboratorio Biología de los Invertebrados - Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste. Avenida Libertad 5470 CP. 3400 Corrientes Capital, Corrientes, Argentina.
Email: guillermo.avalos.94@gmail.com

Abstract: *Tetragonisca fiebrigi* is a stingless bee distributed among Argentine Northside, commonly known as ‘yateí’. The breeding and employment of its products (honey and pollen) it’s called ‘meliponiculture’. The botanic source can influence the pollen loads colour collected by the bees, and this peculiarity allows the procurement of crucial data, which aids in establishing the floral origin without the need for laboratory equipment. The objective of this project is to define the relationship between the colour and its floral origin for the development of a regional colour chart, which can benefit the appreciation of the foraged resources by *T. fiebrigi*. It was borne in mind two sampling sites, The National Park “El impenetrable” (Chaco, Argentina) and the city of Corrientes (Corrientes, Argentina). In both points, it was made a survey related to nest location and the capture of specimens with pollen loads. At the laboratory the loads were separated by colour and, by using conventional melissopalynology techniques and virtual palinotheets, it was possible to identify 11 pollen taxa. We found out that 100% of analyzed loads had a monofloral provenance, that favoured us to link these taxa with a chart of 11 colours, proposed in this production. *T. fiebrigi* forage native plants of each ecoregion, in preference, trees which have pollen with a microreticulate exine. These results allowed us to generate the first colour chart of pollen loads for the Chaco Region.

Key words: stingless bee, Corrientes, Impenetrable, meliponini, pollen

Resumen: *Tetragonisca fiebrigi* es una abeja sin aguijón distribuida en todo el norte argentino comúnmente conocida como “yateí”. La crianza y el aprovechamiento de sus productos (miel y polen) es denominado meliponicultura. La fuente botánica puede influir en el color de las cargas polínicas colectadas por las abejas, y esta peculiaridad permite obtener datos cruciales que ayudan a la identificación del origen floral sin la necesidad de equipamiento de laboratorio. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es definir la relación del color con el origen floral para la elaboración de una carta de colores regionales, que permita apreciar los recursos acopiados por *T. fiebrigi*. Se tuvieron en cuenta dos sitios de muestreo, El Parque Nacional El Impenetrable (Chaco, Argentina) y la ciudad de Corrientes (Corrientes, Argentina). En ambos puntos se realizó un revelamiento para la localización de nidos y la captura de ejemplares con cargas polínicas. En el laboratorio, las cargas, fueron separadas por color y, mediante técnicas convencionales de melisopalínología y el uso de palinotecas virtuales, se lograron identificar 11 taxones polínicos. Se observó que, el 100 % de las cargas analizadas tuvieron un origen monofloral, lo que permitió vincular estos taxones a una carta de 11 colores, propuesta en este trabajo. *T. fiebrigi* pecorea plantas nativas de cada ecorregión, preferentemente árboles cuyo polen presenta exina microrreticulada. Estos resultados permitieron generar la primera carta de colores de cargas polínicas para la Región Chaqueña.

Palabras clave: abeja sin aguijón, Corrientes, Impenetrable, meliponini, polen

INTRODUCCIÓN

El género *Tetragonisca* Moure 1946, consta de cuatro especies de abejas pequeñas con una distribución neotropical (Camargo & Pedro, 2013). En Argentina, la única especie presente es *Tetragonisca fiebrigi* Schwarz (1938) conoci-

da también como “yateí”, que es una especie de Apido (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) comúnmente denominadas ASA (abejas sin aguijón) (Roig-Alsina *et al.*, 2013; Álvarez, 2016; Gennari, 2019). Se caracterizan principalmente por tener su aguijón reducido, alas de venación débil y ojos desnudos (Michener, 2007; Nates

Parra, 2016). Estas abejas, al igual que la mayoría de los representantes de la familia Apidae, poseen corbícula (Michener, 2007). Gracias a esta estructura, y a que humedecen el polen con néctar, logran transportar grandes cantidades de polen en forma de “cargas polínicas”, independientemente del tamaño o la escultura de los granos (Thorp, 2000). También, construyen nidos muy característicos para albergar sus crías, con entradas generalmente conspicuas, como tubos de cera (piqueras), las cuales, en algunos casos, sirven para identificar especies (Nates Parra, 2016). En Argentina está distribuida desde el noreste al noroeste abarcando: la Selva Paranaense, la Selva de las Yungas y la región del Chaco que ocupa el centro-norte de Argentina (Álvarez, 2016). Una actividad muy común con esta especie de abeja es la denominada Meliponicultura, que consiste en la crianza de las Meliponini para el aprovechamiento de sus productos (miel, polen, resina, cera y propóleos) (Gennari, 2019).

El polen constituye el principal aporte proteico para el desarrollo de larvas y adultos de las abejas (Goodman, 2003). La identificación de la carga de polen se puede utilizar para comprobar cuáles son las fuentes botánicas más pecoreadas por las abejas en los ecosistemas en donde habitan o de aquellas que son utilizadas de manera comercial para la polinización de cultivos. Cuando el polen deriva de una única fuente botánica, las cargas se denominan uniflorales, y al polen que se origina a partir de varias especies botánicas, son denominadas heteroflorales o multiflorales (Stanley & Linskens, 1974). La fuente botánica puede influir en gran medida en el color de la carga polínica, y gracias a esto, es posible obtener de manera mucho más fácil que la identificación microscópica, una aproximación del origen floral (Kirk, 2018).

En la Argentina existen contribuciones al conocimiento de los recursos forrajeados por abejas del género *Tetragonisca*, en las siguientes regiones: Ecorregión del Chaco Húmedo (Avalos, 2020; Avalos *et al.*, 2021b), Ecorregión Chaco Seco (Vossler, 2012, 2021; Vossler *et al.*, 2014), Ecorregión Paranaense (Flores, 2017; Flores *et al.*, 2021; Miranda *et al.*, 2018) y Ecorregión de las Yungas (Flores & Sánchez, 2010). En estos trabajos, los autores destacan que pese a tener rasgos de una abeja generalista, al visitar un gran número de especies botánicas, (Avalos *et al.*, 2021b; Flores *et al.*, 2021; Vossler, 2021), *T. fiebrigi* solo concentra su forrajeo en pocas plantas (Avalos *et al.*, 2021b; Vossler, 2012), lo que podría indicar un cierto grado de especialización, como

lo expuesto por Flores *et al.* (2015) para el caso de *Plebeia intermedia*. Los autores también destacan que el pecoreo de estas abejas está dominado por plantas nativas características de cada una de las ecorregiones y, que en su mayoría son representantes del estrato arbóreo (Avalos, 2020; Avalos *et al.*, 2021b; Flores *et al.*, 2021; Flores & Sánchez, 2010; Vossler, 2021; Vossler *et al.*, 2014), lo que deja en evidencia lo expuesto por Ramalho (2004), quien explica que las abejas de la tribu Meliponini tienen cierta afinidad por árboles de floración masiva, monoicos o hermafroditas.

Aun así, existen escasos registros formales referentes a los colores del polen colectado por diferentes abejas (Avalos, 2020; Avalos *et al.*, 2021a; Changazzo & Salgado Laurenti, 2019), por lo que definir la relación del color con el origen floral puede constituir una herramienta útil para meliponicultores de la región, que contarían con una carta de colores para reconocer a simple vista el recurso acopiado por estas abejas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de muestreo

Se seleccionaron dos sitios de muestreo (Fig. 1): Parque Nacional El Impenetrable (25°10'3.60"S, 61°5'20.30"W), el cual se ubica en la provincia del Chaco, en la denominada ecorregión del Chaco Seco. Cuenta con montes cerrados y espinosos, posee una riqueza florística donde el estrato arbóreo es dominado por *Schinopsis balansae* Engl., *S. lorentzii* (Griseb.) Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlttdl. (quebracho), *Neltuma alba* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis y *N. nigra* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis (algarrobo blanco y negro, respectivamente), *Gonopterodendron sarmientoi* (Lorentz ex Griseb.) A.C. Godoy-Bürki (palo santo) y *Neltuma kuntzei* (Harms ex Kuntze) C.E. Hughes & G.P. Lewis (itín) (Morello *et al.* 2012; Tiddi *et al.*, 2014). El otro sitio de muestreo, la ciudad de Corrientes de la provincia de Corrientes (27°27'57.0"S, 58°47'07.2"W), se encuentra incluida dentro del Chaco Húmedo. Cuenta con especies tanto nativas, representativas de la ecorregión, como exóticas, donde el estrato arbóreo se encuentra dominado por especies como *Eugenia uniflora* L. (ñangapiri o pitanga), *Phytolacca dioica* L. (ombú), *Salix humboldtiana* Willd. (sauce), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (timbó), *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. (chivato), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Ibirapitá), *Citrus aurantium* L. (naranja agrio), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex

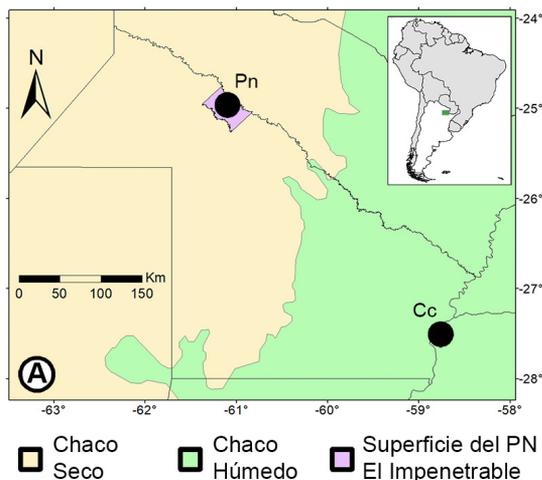


Fig. 1. Sitios de muestreo. (A) Áreas de muestreo, Parque Nacional Impenetrable, Provincia del Chaco (Pn) y ciudad de Corrientes, Provincia de Corrientes (Cc), Argentina. (B) Parque Nacional Impenetrable. (C) Ciudad de Corrientes.

DC.) Mattos (lapacho rosado), *Trithrinax campestris* (Burmeist.) Drude & Griseb. (palmera caranday) y *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. (palmera pindó) (Morello et al., 2012; Blanco, 2021). En ambos puntos domina un clima subtropical (Morello et al., 2012).

Toma de muestras

En el mes de noviembre del año 2021, tanto en el Parque Nacional El impenetrable como en la ciudad de Corrientes, se realizó un revelamiento para la localización de nidos sobre la superficie de una hectárea. Se colocaron trampas en las piqueras o entrada de los nidos localizados de *T. fiebrigi* (Fig. 2a) para capturar obreras con cargas polínicas (Fig. 2b). Estas trampas se mantuvieron activas durante dos días por sitios (entre 10–20 minutos por día) en el periodo de mayor actividad de las obreras (10–14 hs). Las cargas polínicas pertenecientes a un mismo sitio de muestreo (las que caían directamente en las trampas y aquellas que fueron removidas de las

escopas de las abejas mediante el uso de un pincel punta fina y una aguja entomológica) fueron separadas en eppendorf (Fig. 2c) y colocadas en freezer para su posterior análisis en el laboratorio.

Procesamiento de muestras

Las cargas polínicas fueron separadas y agrupadas según su color bajo lupa binocular Leica EZ4 con cámara Canon EOS Rebel T3i (Fig. 3a), para luego ser procesadas mediante la técnica convencional usada en melisopalinología para granos de polen no acetolizados a partir de tinción con safranina (Jones, 2012). Posteriormente, se realizaron preparados permanentes a partir de todas las muestras procesadas, para su observación con microscopio óptico Motic BA210 con cámara Canon EOS Rebel T3i (Fig. 3b). Los granos de polen fueron identificados utilizando palinotecas virtuales (PalDat; PAL-TUC, RCPol). Tanto las cargas polínicas como los preparados permanentes fueron fotografiados con la cámara adosada a la lupa o al microscopio, respectivamente. A partir de Adobe Photoshop Cs6 se procesaron las fotos de las cargas polínicas agrupadas por color, en formato (*.jpg) y una profundidad de 24 bits (Fig. 3c1). Mediante la herramienta pincel mezclador (Fig. 3c2) se consiguió un color sólido (Fig. 3c3) del cual, luego de utilizar la herramienta gotero (Fig. 3c4), se obtuvo el código HEX para cada grupo de cargas polínicas (Fig. 3c5). El código HEX es un código usado para la clasificación de colores en archivos digitales, expresado en un sistema hexadecimal (Morton, 1997).

Análisis estadístico

Se calcularon los porcentajes relativos de cada taxón polínico con respecto al total de granos contados en las muestras (300 granos por muestras en tres repeticiones) (Vossler et al., 2014). Se tuvieron en cuenta las clases de frecuencia propuesta por Louveaux et al. (1978) (Basilio, 2000; Obregón Corredor, 2011): polen dominante (D) más de 45 %, polen secundario (S) entre 16 y 45 %, polen de menor importancia (M) entre 3 y 15 %, polen en traza (T) menos de 3 %. Esto dio como resultado el espectro polínico de las cargas de distintos colores para determinar si las muestras eran multiflorales o monoflorales (Stanley & Linskens, 1974) y así asociar los distintos taxones a uno o varios colores de cargas.

Se realizó una curva de rango-abundancia por sitio de muestreo para observar el uso de los recursos botánicos en ambas localidades.



Fig. 2. Toma de Muestras. (A) Piquera de *T. fiebrigi* con trampa. (B) Obrera con cargas polínicas. (C) Cargas polínicas en eppendorf.

RESULTADOS

Se identificaron cuatro colmenas naturales, de las cuales dos se ubicaban en la ciudad de Corrientes y las dos restantes dentro del Parque Nacional El Impenetrable. De ellas se obtuvieron un total de 127 cargas polínicas que fueron llevadas a laboratorio para su procesamiento y análisis.

Diversidad de taxones polínicos

Se identificaron 11 taxones pertenecientes a ocho familias de angiospermas (Tabla 1) que presentaron gran diversidad en su morfología (Fig. 4). Aun así, se observa un predominio de plantas de porte arbóreo (83 %) cuyos granos de polen presentan exina del tipo microrreticulada (73 %).

Espectro polínico

El espectro polínico de las muestras (Tabla 2) deja ver que pese a encontrar algunas especies con poca representatividad (Apocinaceae, Moraceae, Tipo Phoenix y *Bulnesia* sp.), es decir que se encontraron en el rango de menor importancia (M), el 100 % de las cargas analizadas resultaron ser de origen monofloral. Esto debido a que el porcentaje relativo de las especies dominantes (D) superaban el 70 % de representatividad dentro del espectro polínico de cada una de las muestras analizadas. Permitiendo vincular así, en líneas generales, a los taxones a un color o gama de colores.

Determinación de colores

Las cargas polínicas se agruparon en 11 colores en tonalidades de amarillos, naranjas, marrones, ocre, verdes y grises (Fig. 5). En donde, las cargas pertenecientes a *Syagrus romanzoffiana*, con un predominio del 85–95 %, se agrupan en

colores ocre/verdes y sus distintas tonalidades; las de *Libidibia paraguariensis* (85–100 %) en tonalidades amarillas; Tipo Faboidea (85 %) se encuentra representada por el color naranja; *Mitracarpus hirtus* (100 %) con un color amarillo claro; *Murraya paniculata* (73–97 %) en tonalidades marrones; y la familia Sapindaceae (90–100 %) en tonalidades ocre/grises.

Caracterización geográfica de las cargas polínicas

Al observar el gráfico de abundancias relativas (Fig. 6) se destaca que solo dos especies poseen mayor abundancia, *S. romanzoffiana* (con un 54 % de abundancia para la ciudad de Corrientes) y *L. paraguariensis* (con un 39 % de abundancia para El Impenetrable).

DISCUSIÓN

Existen diferentes trabajos en el mundo que demuestran que es posible identificar distintas especies botánicas a partir del color del polen recolectado por la abeja *Apis mellifera*, sin embargo, la gran mayoría de las plantas citadas resultan ser exóticas para nuestra región (Barth *et al.*, 2009; Kirk, 2018). Por ende, las cartas polínicas planteadas por otros autores no son representativas de la flora argentina, y por ello no son una guía para nuestro territorio. Algunos estudios demuestran que el color del polen es producido por la presencia y cantidad de flavonoides y/o carotenoides, generando una gama de colores por especie botánica (Austen *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2018), lo que se puede observar en este trabajo, en el caso de *S. romanzoffiana*, *L. paraguariensis* y *M. paniculata*, que presentaron variabilidad en sus tonalidades. Otros estu-

Tabla 1. Lista de taxones, estructura de su exina y hábito. Referencias: E= Estriada, M= Microrreticulada, R= Reticulada.

Familia	Taxón	Estructura de la Exina	Porte
Apocinaceae		M	
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	M	Palmera
	Tipo Phoenix	M	Palmera
Fabaceae	<i>Libidibia paraguariensis</i> (D. Parodi) G.P. Lewis	R	Árbol
	Faboidea	R	
Moraceae		M	
Rubiaceae	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	M	Herbácea
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> L.	E	Arbusto/Árbol
Sapindaceae	Morfotipo 1	M	
	Morfotipo 2	M	
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia</i> sp.	M	Árbol

Tabla 2. Espectro polínico de las cargas separadas por color.

Muestra	Color HEX (N°)	Numero de Taxones presentes por muestra	Espectro Polínico (%)
1	#8F5C14	2	<i>M. paniculata</i> (97) Moraceae (3)
2	#948C45	2	<i>S. romanzoffiana</i> (95) Tipo Phoenix (5)
3	#6A6032	2	<i>S. romanzoffiana</i> (85) Tipo Phoenix (15)
4	#9F9C65	2	<i>S. romanzoffiana</i> (91) Tipo Phoenix (9)
5	#847A44	2	Sapindaceae Morfotipo 1 (90) <i>S. romanzoffiana</i> (10)
6	#9D7A14	3	<i>M. paniculata</i> (74) Sapindaceae Morfotipo 1 (21) <i>S. romanzoffiana</i> (5)
7	#CFC075	1	Sapindaceae Morfotipo 2 (100)
8	#DBBB0A	2	<i>L. paraguariensis</i> (90) Apocinaceae (10)
9	#C39D17	1	<i>L. paraguariensis</i> (100)
10	#ECE76B	1	<i>M. hirtus</i> (100)
11	#A2641A	3	Faboidea (85) <i>L. paraguariensis</i> (12) <i>Bulnesia</i> sp. (3)

dios señalan que el color también es un indicador de la capacidad germinativa de los granos de polen (Wang *et al.*, 2018; Ison *et al.*, 2019) y participa en la selección por parte de los insectos polinizadores (Foster *et al.*, 2014; Nicholls & de Ibarra, 2017), generando presión selectiva sobre flores específicas (Austen *et al.*, 2018).

Los colores reportados en este trabajo

se asemejan a los descritos por otros autores para Argentina (Avalos, 2020; Avalos *et al.*, 2021a, Changazzo & Salgado Laurenti, 2019), estableciendo los primeros aportes formales en referencia a colores de cargas polínicas como el amarillo, naranja, marrón, ocre, verde y gris (y sus distintas tonalidades) para plantas nativas pecoreadas por *T. fiebrigi*.

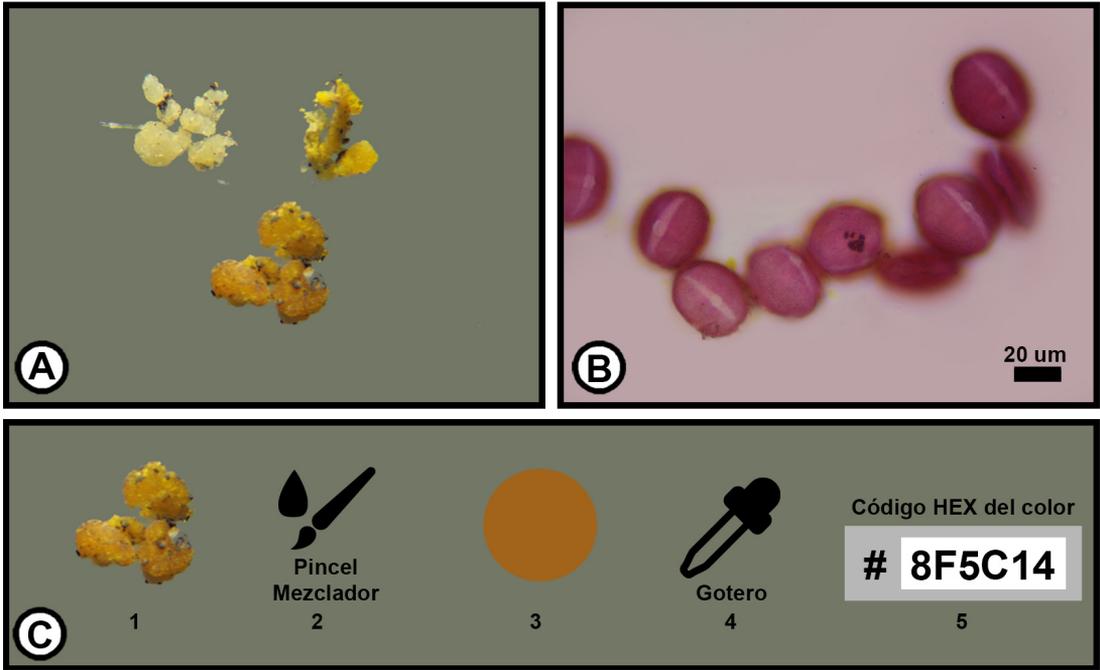


Fig. 3. Procesamiento de muestras. (A) Cargas polínicas separadas por color bajo lupa. (B) Granos de polen de *Murraya paniculata* no acetolizados, teñidos con safranina observados bajo el microscopio óptico. (C) Paso a paso para la obtención de códigos HEX de colores de cargas.

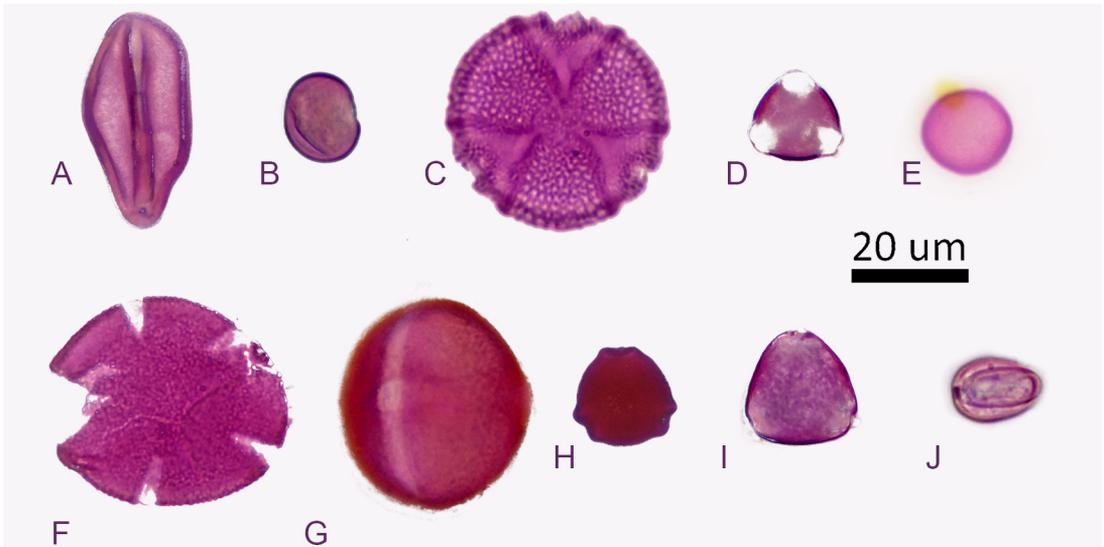


Fig. 4. Microfotografías de granos de polen no acetolizados teñidos con safranina. (A) *Syagrus romanzoffiana*, (B) Tipo Phoenix, (C) *Libidibia paraguariensis*, (D) Faboidea, (E) Moraceae, (F) *Mitracarpus hirtus*, (G) *Murraya paniculata*, (H) Sapindaceae Morfotipo 1, (I) Sapindaceae Morfotipo 2, (J) *Bulnesia* sp.

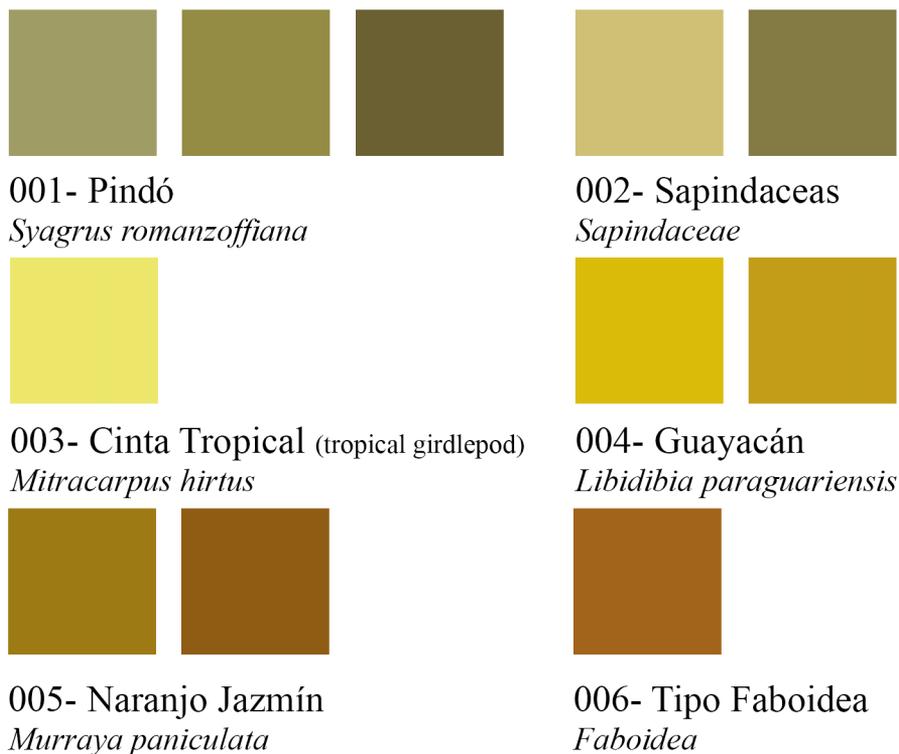


Fig. 5. Paleta de colores (pollen chart) provisoria para la Región Chaqueña.

Mediante las muestras analizadas en este trabajo, se logra observar que *T. fiebrigi* pecorea especies nativas características de los sitios de muestreo (*L. paraguariensis*, *M. hirtus*, *S. romanzoffiana* y *Bulnesia* sp.), como lo citado por otros autores para las ecorregiones del Chaco Húmedo y del Chaco Seco (Avalos et al., 2021b; Vossler, 2021; Vossler et al., 2014). También se destaca la presencia de plantas exóticas en las muestras provenientes de la ciudad de Corrientes (*M. paniculata* y Tipo Phoenix), las cuales son plantas ornamentales, que en la región son muy común de encontrarlas en las casas o para uso comercial (Cantero et al., 2019). Por otra parte, se deja en evidencia lo planteado por Ramalho (2004), en donde se observa un predominio de plantas del estrato arbóreo con floración masiva, como lo son *S. romanzoffiana*, *L. paraguariensis* y *M. paniculata*, que a su vez cuentan con granos de polen con exina microrreticulada (Vossler, 2012).

CONCLUSIONES

La mayoría de los taxones tienen colores característicos para sus granos de polen, pero no todos son constantes, presentando diversidad de

tonos. El estudio y análisis de las cargas polínicas a partir de su color, parecería ser una herramienta útil que nos permitiría identificar el origen floral de algunos taxones botánicos pecoreados por *T. fiebrigi*.

Esta especie de abeja pecorea vegetación característica de cada una de las ecorregiones, preferentemente representantes del estrato arbóreo que presenten granos de polen con exina microrreticulada. Lo que permite determinar el origen geográfico mediante los tipos polínicos presentes en las cargas, como así también atribuir valor agregado al polen de “yateí” mediante estudios melisopalinológicos.

Se recomienda continuar con los estudios referidos al color de las cargas polínicas, ya que permitirían conocer si existen preferencias botánicas en relación al color del polen por parte de las abejas nativas, generando una presión en la selección por parte de las abejas y que los Meliponicultores reconozcan el origen floral de las reservas polínicas de los melipónidos a partir de una paleta de colores regionales, teniendo esto implicancia en el valor agregado en las ventas de los productos de la colmena.

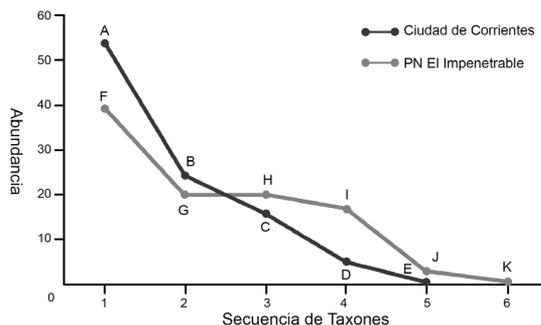


Fig. 6. Análisis de abundancias. (A) *Syagrus romanzoffiana*, (B) *Murrayapaniculata*, (C) Sapindaceae Morfotipo 1, (D) Tipo Phoenix, (E) Moraceae, (F) *Libidibia paraguayensis*, (G) *Mitracarpus hirtus*, (H) Sapindaceae Morfotipo 2, (I) Faboidea, (J) Apocinaceae, (K) *Bulnesia* sp.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaria General de Ciencia y Técnica de la UNNE y al PICTO-UNNE 2019-00015 “Biodiversidad de hexápodos en El Impenetrable Chaqueño. Estructura de los ensambles en áreas protegidas y productivas” por financiar esta investigación. A los integrantes de los Grupos de Investigación de Biología de los Invertebrados y Protistas (GIBIP), y Biología de los Artrópodos (GIBA) de la FaCENA-UNNE por la ayuda en los muestreos y la confección de matrices de datos. Al Dr. Darío D. Larrea por la ayuda en la confección de mapas. Al Prof. Joshua Waisblatt por la ayuda en la traducción del resumen. Al cuerpo de guardaparques y baqueanos del Parque Nacional El Impenetrable por brindar la estadía y el traslado dentro del parque. A los pobladores, en especial al Sr. Cabana, conocido como el “Ñato”, por la ayuda en la búsqueda de nidos de Melipónidos.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, L.J. 2016. *Diversidad de las abejas nativas de la tribu Meliponini (Hymenoptera, Apidae) en Argentina* (tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata.

Austen, E.J., Lin S-Y. & J.R.K. Forrest. 2018. On the ecological significance of pollen color: a case study in American trout lily (*Erythronium americanum*). *Ecology* 99: 926–937.

Avalos, G.L. 2020. *Recursos botánicos forrajeados por Tetragonisca fiebrigi schwarz (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) en la ecorregión del Chaco húmedo* (tesis de grado). Universidad Nacional del Nordeste.

Avalos, G.L., Mazepa, C.I. & C.R. Salgado Laurenti. 2021a. Avances en el conocimiento del polen acopiado por abejas en el Chaco Húmedo: origen floral

y su relación con el color. En: *Libro De Resúmenes - XXXVIII Jornadas Argentinas De Botánica. Bol. Soc. Argent. Bot.* 56 (Suplemento). Online: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/37169>

- Avalos, G.L., Salgado Laurenti, C.R. & J.M. Coronel. 2021b. Flora utilizada por *Tetragonisca fiebrigi* Schwarz (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) en la Ecorregión del Chaco Húmedo. En: *Libro Resumen XXVIII Jornada de Jóvenes Investigadores. Eje Ciencias de la Vida. Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM)*. Versión Online: <http://grupomontevideo.org/sitio/publicaciones-jornadas-de-jovenes-investigadores/>.
- Barth, O.M, Munhoz, M.C. & C.F.P. Luz. 2009. Botanical origin of *Apis pollen* loads using colour, weight and pollen morphology data. *Acta Alimentaria*, 38(1), 133-139
- Basilio, A. 2000. Cosecha polínica por *Apis mellifera* (Hymenoptera) en el bajo Delta del Paraná: comportamiento de las abejas y diversidad del polen. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* 2(2): 111–121.
- Blanco, P. 2021. Caracterización del arbolado de las plazas del casco céntrico de la ciudad de Corrientes-Argentina. En: *Libro Resumen de las III Jornadas Internacionales y V Nacionales de Ambiente*.
- Camargo, J.M.F. (in memoriam) & S.R.M. Pedro. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. En: J.S. Moure, D. Urban & G.A.R. Melo, *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region, online version*. Available at <http://moure.cria.org.br/catalogue?id=34135>. Last update: Apr 8, 2020.
- Cantero, J.J., Núñez, C.O., Mulko, J., Amuchastegui, M.A., Palchetti, M.V., Brandolin, P.G., ... & L. Ariza Espinar. 2019. *Las plantas de interés económico en Argentina*. UniRío Editora. 934 pp.
- Changazzo, J.A., & C.R. Salgado Laurenti. 2019. Preferencias alimentarias de *Apis mellifera* L. en el Chaco Semihúmedo Central. *Agrotecnia* (28): 10-30
- Flores, F.F. 2017. *Origen floral de los recursos tróficos de las colmenas de Meliponas (Apidae, Meliponini) utilizadas en comunidades rurales de los Bosques Subtropicales Argentinos (Bosque Atlántico y Yungas)* (tesis doctoral). Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales.
- Flores, F. F., & A. C. Sánchez. 2010. Primeros resultados de la caracterización botánica de mieles producidas por *Tetragonisca Angustula* (Apidae, Meliponinae) en Los Naranjos, Salta, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45 (1-2): 81-91.
- Flores, F. F., Hilgert, N. I., Zamudio, F. & F. Fabbio 2021. Pollen analysis of honeys from *Apis mellifera* and *Tetragonisca fiebrigi* (Hymenoptera: Apidae) in the Upper Paraná Atlantic Forest, Argentina. *Rodriguésia* 72: e00902020. 2021
- Flores, F. F., Lupo, L. C., & N. I. Hilgert. 2015. Recursos tróficos utilizados por *Plebeia intermedia* (Apidae, Meliponini) en la localidad de Baritú, Salta, Argentina: Caracterización botánica de sus mieles. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50(4), 515-529.

- Foster, J. J., Sharkey, C. R., Gaworska, A. V. A., Roberts, N. W., Whitney, H. M. & J. C. Partridge. 2014. Bumblebees learn polarization patterns. *Current Biology* 24: 1415–1420.
- Gennari, G. P. 2019. Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón – ANSA. Famailá, Tucumán: Ediciones INTA.
- Goodman L. J. 2003. *Form and function in the honey bee*. International Bee Research Association, Cardiff, UK, 220 pp.
- Ison, J. L., Tuan, E. S., Koski, M. H., Whalen, J. S., & L. F. Galloway. 2019. The role of pollinator preference in the maintenance of pollen colour variation. *Annals of botany*, 123(6), 951-960.
- Jones G. D. 2012. Pollen analyses for pollination research, unacetolyzed pollen. *Journal of Pollination Ecology*, 9(13), 2012, pp 96-107.
- Kirk, W. D. J. 2018. The colours of Pollen Available to Honey Bees through the year. *Bee World*, 95(3), 74-77.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59 (4): 139-157.
- Michener, C. D. 2007. *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, 953 p.
- Miranda D., Molina R., Aquino D., Pellizzer N. & A. Berdún. 2018. Flora utilizada por *Apis mellifera* L. & *Tetragonisca fiebrigi* Schwarz en 5 departamentos de la zona centro-norte de la provincia de Misiones, Argentina. *Yviraretá, Revista Forestal País de Árboles*. N° 26. Disponible en: <http://www.yvirareta.com.ar> Fecha de acceso: 19 agosto 2022
- Morello, J., Matteucci, S. D., Rodriguez, A. F., Silva, M. E., Mesopotámica, P., & P. Llana. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina.
- Morton, J. 1997. *A guide to color symbolism* (Vol. 28). Colorcom.
- Nates Parra, M. G. (Ed.). 2016. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - icpa*. Bogotá, D. C. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.
- Nicholls, E., & N. H. de Ibarra 2014. Bees associate colour cues with differences in pollen rewards. *Journal of Experimental Biology*, 217(15), 2783-2788.
- Obregón Corredor, D. 2011. *Origen botánico de la miel y el polen provenientes de nidos de Melipona eburnea Friese, 1900 y Tetragonisca angustula (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponini) para estimar su potencial polinizador* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- PalDat - Palynological DataBase. Disponible en: <https://www.paldat.org/>. Fecha de acceso: 10 agosto 2022
- PAL-TUC - Pollen Database Disponible en: <http://www.lillo.org.ar/recursos/soft/pal-tuc-pollen-database>. Fecha de acceso: 10 agosto 2022
- Ramalho, M. 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*, 18, 37-47.
- RCPol – Redes de Catálogos Polínicos online. Disponible en: <http://chaves.rcpol.org.br/taxon>. Fecha de acceso: 10 agosto 2022
- Roig-Alsina, A., Vossler, F. G. & G. P. Gennari. 2013. Stingless Bees in Argentina. In: *Pot-Honey*. Springer, New York pp. 125-134.
- Stanley, R. G., & H. F. Linskens. 1974. Pollen: Biology Biochemistry Management. *Springer*, Berlín. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-65905-8>.
- Tiddi, R., Herinonen, S., Quiroga, V. & L. López. 2014. *El Parque Nacional El Impenetrable*. Chaco, Argentina.
- Thorp, R.W. 2000. The collection of pollen by bees. *Plant Systematics and Evolution* 222, 211-223.
- Vossler, F.G. 2012. *Estudio palinológico de las reservas alimentarias (miel y masas de polen) de “abejas nativas sin aguijón” (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): un aporte al conocimiento de la interacción abeja-planta en el chaco seco de Argentina* (tesis doctoral). Facultad de Ciencias Naturales & Museo Universidad Nacional de la Plata.
- Vossler, F.G. 2021: Assessment of pollen and honey diet of *Tetragonisca angustula fiebrigi* Schwarz in the Chaco dry forest by using pollen analysis. *Grana*. DOI: 10.1080/00173134.2020.1825793
- Vossler, F.G, Fagúndez G.A & D.C. Blettler. 2014. Variability of Food Stores of *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the Argentine Chaco Based on Pollen Analysis. *Sociobiology* 61(4): 449-460.
- Wang, X. Y., Quan, Q. M., Wang, B., Li, Y. X., & S. Q. Huang. 2018. Pollen competition between morphs in a pollen-color dimorphic herb and the loss of phenotypic polymorphism within populations. *Evolution*, 72(4), 785-797.

Doi: 10.22179/REVMACN.25.809

Recibido: 6-XII-2022
Aceptado: 9-VIII-2023