

RECURSOS POLÍNICOS EN EL CHACO HÚMEDO Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LA CRÍA EN COLONIAS DE ABEJAS MELÍFERAS

Cristian I. Mazepa¹ , Matías D. Maggi² & Cristina R. Salgado Laurenti^{1,3} 

¹ Instituto de Botánica del Nordeste (CONICET-Universidad Nacional del Nordeste); Sargento Cabral 2131, Corrientes, Argentina, CP 3400; cimazepa@gmail.com (autor corresponsal).

² Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (CONICET-Universidad Nacional de Mar del Plata); Funes 3350, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste; Sargento Cabral 2131, Corrientes, Argentina, CP 3400.

Abstract. Mazepa, C. I.; M. D. Maggi & C. R. Salgado Laurenti. 2025. Pollen resources of the Humid Chaco and its impact on brood development in honey bee colonies. *Darwiniana*, nueva serie 13(1): 97-112.

Beekeeping in northeastern Argentina has a promising development, partly due to favorable conditions of the region. Pollen is the main source of protein for bees; the nutritional quality and quantity of pollen will determine the strength of the colonies. Protein intake is necessary for larval development and adult survival, and a shortage of this nutrient significantly affects brood production, reducing the number of larvae to maintain the quality of the offspring. The objective of this study is to identify the floral resources of an apiary located in the Humid Chaco, recognize monthly variations, estimate the protein quality of corbicular pollen loads, and establish relationships between pollen collection and the brood chamber dynamics. Sampling was carried out in an apiary in Corrientes during the 2020–2021 beekeeping period. Conventional pollen and chemical analyses were performed, and optical and scanning electron microscopy techniques were applied for observation. A total of 68 taxa corresponding to 40 angiosperm families were recognized, with crude protein content ranging from 9.9% (1.76% N) to 19.3% (3.45% N). The brood area of the colonies showed small fluctuations, which could be explained by the dynamics of the corbicular pollen input. Nevertheless, it remained relatively constant above 50% brood in the chamber, during spring and summer. The study showed a remarkable diversity of native resources used by the bees compared to other production areas. The recorded blooms did not affect the brood area of the hives and although the pollen of the species analyzed had relatively low protein levels, the colonies did not show weakening or death by starvation.

Keywords. Corrientes; native flora; nitrogen; corbicular pollen.

Resumen. Mazepa, C. I.; M. D. Maggi & C.R. Salgado Laurenti. 2025. Recursos polínicos en el Chaco Húmedo y su impacto en el desarrollo de la cría en colonias de abejas melíferas. *Darwiniana*, nueva serie 13(1): 97-112.

La apicultura del nordeste argentino posee un desarrollo promisorio, debido en parte a las condiciones favorables de la región. El polen es la principal fuente de proteínas para las abejas, de su calidad nutricional y cantidad, dependerá la fortaleza de las colonias. El aporte proteico es necesario para el desarrollo larval y supervivencia de los adultos, la escasez de este nutriente afecta fuertemente la producción de crías llegando a reducirse el número de larvas para mantener la calidad de la descendencia. El objetivo de esta contribución es identificar los recursos florales de un apiario ubicado en el Chaco Húmedo, reconocer la variación mensual, estimar la calidad proteica del polen de las cargas corbiculares y establecer relaciones entre la colecta de polen y la dinámica de la cámara de cría. Los muestreos se realizaron en un apiario de Corrientes, durante el periodo apícola 2020–2021. Se realizaron análisis polínicos y químicos convencionales, para la observación se aplicaron técnicas de microscopía óptica y electrónica de barrido. Se reconoció un total de 68 taxa correspondientes a 40 familias de Angiospermas, el rango de proteína bruta varió desde 9,9% (1,76% N) a 19,3% (3,45% N).

El área de cría de las colonias presentó pequeñas fluctuaciones que podrían explicarse con la dinámica de ingreso de polen corbicular. A pesar de ello, se mantuvo relativamente constante por encima del 50% de cría en la cámara durante primavera y verano. El trabajo mostró una notable diversidad de recursos nativos utilizados por las abejas respecto de otras áreas de producción. Los baches de floración registrados no impactaron en el área de cría de las colmenas y aunque el polen de las especies analizadas mostró niveles de proteína relativamente bajos, las colmenas no manifestaron debilitamiento ni muerte por inanición.

Palabras clave. Corrientes; flora nativa; nitrógeno; polen corbicular.

INTRODUCCIÓN

El nordeste argentino posee un ambiente promisorio para la actividad apícola, dado que su clima permite el crecimiento de una interesante diversidad de plantas nativas brindando una amplia oferta de néctar y polen. En este sentido, su clima subtropical favorece la disponibilidad de flores durante todo el año (Salgado et al., 2014; Salgado, 2016), generando incluso que la trashumancia de las colmenas no sea un factor decisivo para el éxito comercial de la actividad como sucede en zonas de clima templado.

La calidad y cantidad de néctar y polen producida por las plantas se encuentra modelada por las características ambientales como las precipitaciones y la temperatura (Descamps et al., 2021), pudiendo variar en algunas especies el contenido proteico del polen de un año a otro, o inclusive dentro de la misma campaña apícola (Santos et al., 2009; Simanonok et al., 2020). Las colonias de abejas dependen de la disponibilidad y diversidad de los recursos florales de los cuales obtienen los nutrientes (Di Pasquale et al., 2013). De este modo, el polen representa la principal fuente de proteínas para las abejas, y de su calidad nutricional y cantidad, dependerá la fortaleza de sus colonias (Brodschneider & Crailsheim, 2010; Di Pasquale et al., 2013; Simanonok et al., 2020; Simanonok et al., 2021). La identificación del polen contenido en las cargas corbiculares permite conocer el origen botánico, y el análisis químico indica el aporte proteico de estas especies (Changazzo & Salgado, 2019; Mazepa et al., 2022). La determinación del origen del polen permite saber cuán diversa (poliflora) es la dieta de las abejas. Los estudios de Alaux et al. (2010) y Di Pasquale et al. (2013) han demostrado que una dieta poliflora afecta positivamente la fisiología de las abejas nodrizas (p. ej. el desarrollo de la glándula hipofaríngea y el nivel de vitelogenina) y la tolerancia a parasitosis (Crailsheim & Stolberg, 1989; Brodschneider & Crailsheim, 2010).

Teniendo en cuenta que actualmente las áreas de alimentación de las abejas están siendo afectadas por la intensificación de la agricultura y alteración del paisaje, el nordeste argentino, en especial la

región del Chaco Húmedo, surge como una región sumamente importante para estudiar la diversidad de plantas y fuente de recursos para las colonias de abejas melíferas. En Argentina, existen algunos antecedentes sobre caracterización de polen apícola. Los estudios refieren principalmente a las regiones Pampeana (Naab & Tamame, 2007; Tamame, 2011), Caldenal (Andrada, 2003), Espinal (Fagúndez, 2011), Patagonia (Forcone & Rupel, 2012), Chaco Serrano (Burgos et al., 2015) y Chaco Seco (Changazzo & Salgado, 2019). Sin embargo, para el Chaco Húmedo, los antecedentes científicos sobre la flora apícola visitada por *Apis mellifera* L. son escasos (Mazepa et al., 2022). Si bien en los trabajos de Salgado et al. (2014) y Salgado (2016) se estudió la diversidad de plantas de la región, poco se sabe aún sobre su rol como fuentes de polen para las abejas melíferas y la preferencia de éstas al visitarlas. Considerando que la disponibilidad, abundancia, diversidad y calidad de recursos florales, son claves para la salud de las colonias de abejas (Di Pasquale et al., 2013; Frías et al., 2016; Simanonok et al., 2020) y que la cantidad y calidad del aporte proteico es necesario para el desarrollo larval y supervivencia de los adultos (Brodschneider & Crailsheim, 2010), resulta de suma importancia poder caracterizar la flora apícola del Chaco Húmedo, relevar y cuantificar el polen forrajado por las abejas melíferas en apiarios productivos de la zona.

La Ecorregión Chaco Húmedo abarca entre 160 y 190 mil kilómetros cuadrados, incluyendo cuatro provincias del norte argentino (E de las provincias de Chaco y Formosa, N de Santa Fe y NO de Corrientes). El macroclima se caracteriza por un régimen pluviométrico de tipo monzónico, con un gradiente de precipitaciones de 1300 mm en el este a 750 mm en el oeste. El termoclima es subtropical cálido, temperatura media anual entre los 18 y 24 °C. Predominan paisajes de tipo fluvial y fluvio-lacustre, franjas de tierras altas bien drenadas, alternando con interfluvios bajos de esteros y cañadas. Concentra la mayor superficie y los mayores porcentajes de humedales, predomina un tipo de vegetación característica como totorales, pirizales,

pajonales y sabanas anegadizas como palmares, vinalares y espinillares de bañado. Los tipos de vegetación donde dominan las especies arbóreas corresponden a tierras altas básicamente a selvas de ribera y bosques altos de albardones. Las especies arbóreas diagnósticas de los albardones son: el timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), viraró (*Ruprechtia laxiflora* (Meisn.) Taub.) y guabiyú (*Myrcianthes punges* (O. Berg) D. Legrand) (Morello et al., 2012).

Este trabajo tuvo como objetivos identificar los recursos florales mediante la caracterización botánica de las cargas corbiculares colectadas por *Apis mellifera* durante una campaña apícola, reconocer la variación mensual y estimar la calidad proteica del polen de las especies colectadas con mayor proporción relativa al total colectado por muestreo, establecer relaciones entre la colecta de polen y la dinámica de la colonia tomando en cuenta el área ocupada por la cría en un apiario de la provincia de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del sitio de muestreo: para estudiar la diversidad de polen del Chaco Húmedo colectada por *Apis mellifera* se seleccionó un apiario didáctico ubicado en el predio de una Institución Educativa, en la localidad Ingenio Primer Correntino, Dpto. San Cosme (Fig. 1), a unos 25 km de la ciudad capital de la provincia de Corrientes ($27^{\circ}26'01''$ S, $58^{\circ}37'16''$ O). La confección del mapa indicando el sitio de muestreo se realizó con la herramienta QGIS (QGIS.org, 2025). Fitogeográficamente corresponde a la Ecorregión Chaco Húmedo, Complejo Parque Chaqueño (Morello et al., 2012). El ambiente circundante al apiario se encuentra fuertemente antropizado compuesto por relictos de bosque nativo en isletas, y especies exóticas cultivadas como plantación de *Eucalyptus* sp., especies hortícolas, frutales, ornamentales y otras de uso forrajero. Al momento de los muestreos, el apiario estaba constituido por 19 colmenas de tipo Langstroth, de las cuales se seleccionaron 11 para realizar el ensayo.

Muestreo y análisis polínico cualitativo de cargas corbiculares: se realizaron seis muestreos para cada colmena, iniciando en el mes de octubre del 2020 hasta el mes de abril del 2021. Se colocaron trampas caza-polen en la piquera de las 11 colmenas seleccionadas por un periodo de 24hs. Las muestras obtenidas fueron colocadas en frascos herméticos, rotulados, conservados en freezer y posteriormente, clasificadas por color y pesadas. Se utilizó una balanza de precisión RADWAG AS.220R2 (Legibilidad [d] 0,1 mg)

para registrar la representatividad de las cargas según sus colores, por colmenas en los diferentes muestreos. La clasificación por color se realizó con polen fresco al momento de la colecta a fin de evitar la transformación de color por oxidación y absorción de humedad ambiental (Mungsan, 2018).

Para determinar el origen floral de los granos de polen se procesaron con la metodología de Erdtman (1960). Los preparados permanentes fueron analizados y fotografiados con un microscopio óptico (MO) Leica DM500 con cámara incorporada Leica ICC50W. También se obtuvieron fotografías con microscopio electrónico de barrido (MEB) Jeol 5800LV. Para la identificación de los granos de polen se utilizó la Palinoteca de Referencia (Pal-CTES), atlas palinológicos (Markgraf & D'Antoni, 1978; Pire et al., 1998, 2001, 2006, 2013) y el glosario de Punt et al. (2007).

Determinación de Nitrógeno en cargas corbiculares: de las muestras de polen colectadas, se seleccionaron 8 submuestras correspondientes a las especies más representativas, es decir, aquellas que aportaron el mayor porcentaje del total de polen de cada muestreo.

Se determinó Nitrógeno Total por el método semi-micro Kjeldahl (Bremmer & Mulvaney, 1982), y se estimó el contenido proteico de cada especie multiplicando el valor obtenido por el factor de conversión 5,6 (Serra Bonvehí & Escolà Jordà, 1997; Kratz et al., 2024). Rabie et al. (1983) indican que el porcentaje aproximado

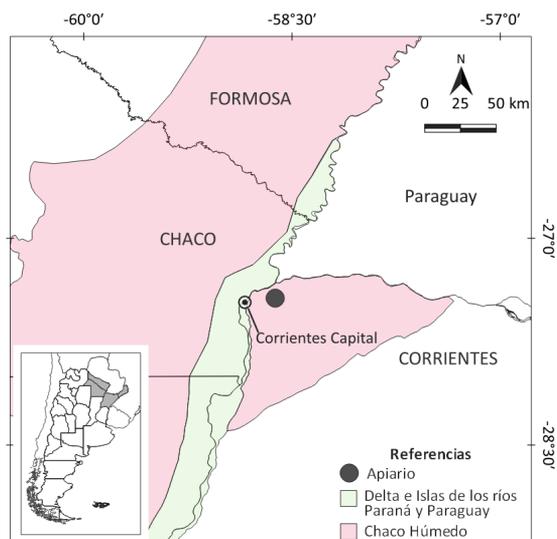


Fig. 1. Mapa indicando el sitio de muestreo y la ecorregión de estudio.

de nitrógeno en la proteína del polen es de 18% ($100/18=5,6$), por lo cual proponen este índice de conversión para tener mayor precisión en las estimaciones, y sugieren no utilizar 6,25 ya que ese factor de conversión corresponde a la proteína animal.

Relevamiento de la cámara de cría: el relevamiento de la cámara de cría se realizó el mismo día que fueron colocadas las trampas caza-polen. Mediante estimación visual de los panales, se designaron valores porcentuales a la superficie ocupada por cría, miel y polen ensilado. Para la medición de la cría, miel y polen como parámetros de fuerza de la colonia se utilizó la metodología descrita por Delaplane et al. (2013). Al ser un método subjetivo, las estimaciones fueron realizadas por dos observadores, a fin de disminuir el error. Para ello, se procedió a abrir la colmena y retirar secuencialmente los cuadros. Cada observador mira el cuadro, estimando visualmente el porcentaje de la superficie ocupada por el recurso objetivo (cría, miel o polen) y registra en la planilla, cuadro por cuadro. Esta metodología puede resultar difícil en casos de cría irregular (salteada), en los que las celdas muy separadas deben agruparse mentalmente (Guzmán-Novoa et al., 2024).

Análisis estadístico: se realizó un análisis de regresión con el programa R (R Core Team, 2023) para evaluar la relación entre el área de cría y el ingreso de polen del muestreo anterior. El intervalo entre la recolección, procesamiento y utilización en la alimentación de la cría genera un desfase temporal, lo que hace más coherente evaluar el ingreso de polen con cierta anticipación al desarrollo del área de cría.

RESULTADOS

Análisis polínico cualitativo de cargas corbiculares: origen botánico y geográfico

El estudio microscópico de las cargas de polen permitió registrar 68 taxa en total, correspondientes a 40 familias de Angiospermas, de las cuales 65 fueron identificadas en distintos niveles taxonómicos: 32 a nivel específico, 9 a nivel de genérico, 17 a nivel de tipo polínico, 7 a nivel de familia y 3 corresponden a taxa indeterminados. Predominaron en un 80% las especies nativas sobre un 12% de especies exóticas, quedando un 8% de taxa en la categoría indefinido porque se desconoce su origen.

Las familias mejor representadas respecto del número de taxa identificados fueron las Fabaceae (10 taxa = 15%), Asteraceae (5 taxa = 8%), Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Lythraceae, Myrtaceae y Solanaceae (3 taxa = 5%),

Arecaceae, Onagraceae y Ranunculaceae (2 taxa = 3%). El 43% restante estuvo representado por otras familias (29) con 1 taxa cada una (Tabla 1). Algunas especies mencionadas en la Tabla 1 se ilustran con microfotografías de MO y MEB en la Fig. 2.

Respecto al origen geográfico, se observó que el polen colectado por las abejas refleja la vegetación circundante y muestra componentes característicos de la Ecorregión Chaco Húmedo, tales como *Enterolobium contortisiliquum*, *Gleditsia amorphoides*, *Myracrodruon balansae* (Engl.) Santin, *Schinopsis balansae* Engl., Tipo Tessaria. También se observa la presencia de algunos componentes de la Ecorregión Paranaense como *Cecropia pachystachya* Trécul. y *Salix humboldtiana* Willd. Cabe destacar la presencia de especies cultivadas tales como: *Eucalyptus* sp., *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br., *Persea americana* Mill., debido a que el apiario en estudio se encuentra ubicado en una zona suburbana.

En cuanto al color de las cargas corbiculares y su relación con el origen floral, se reconocieron grupos de colores, predominando anaranjado y amarillo, en menor proporción blanco, verde, marrón, gris, y excepcionalmente rojo (*Bougainvillea* sp.) y negro; en cada conjunto se distinguieron cargas con distinta intensidad de color y consistencia (Fig. 3).

Diversidad específica, dinámica estacional y contenido proteico de las cargas corbiculares

El polen corbicular presentó diferentes situaciones a lo largo de la campaña apícola, tanto en la cantidad (masa total colectada) como en la diversidad (número de taxa copiadas) (Fig. 4). Las mayores colectas fueron durante los meses de octubre (M1, primavera) y enero (M4, verano) donde la diversidad polínica se vio representada por 22 y 26 taxa respectivamente. En noviembre (M2, primavera) se registró el inicio de un bache de floración con menor ingreso de polen, manteniendo la diversidad en valores similares. En diciembre (M3, fin de primavera) el bache de floración fue acentuado y no se registró ingreso de polen a la colmena. Hacia el fin del verano (M5, febrero) se registró menor ingreso respecto al mes anterior, aumentando notablemente la diversidad de taxa copiados (36). Finalmente, en el mes de abril (M6, otoño) el ingreso total cayó un 61% y la diversidad disminuyó un 27% respecto al mes anterior.

Las especies mejor representadas en cada uno de los muestreos presentaron valores de proteína bruta que van desde 9,9% en el polen de la Asteraceae (*Senecio pterophorus* DC.) hasta 19,3% en el polen de una Onagraceae del Tipo *Ludwigia* (Tabla 2). En cada muestreo se observó

Tabla 1. Listado de taxa reconocidos en cada muestreo. Referencias: Muestreos: M1 (octubre), M2 (noviembre), M4 (enero), M5 (febrero), M6 (abril). En M3 (diciembre) no se registró ingreso de polen a las colmenas. Frecuencia de aparición: FA. * especie exótica, + taxa de origen indefinido, el resto de los taxa son nativos. Los taxa destacados en negrita presentaron FA con valores del 50% o superior en la campaña apícola. Los porcentajes resaltados en rojo representan las especies dominantes para cada muestreo y fueron las seleccionadas para análisis proteico.

Taxa	M1		M2		M4		M5		M6		FA
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	%
Alismataceae <i>Sagittaria montevidensis</i> Cham. & Schldl.							0,17	0,45			17
Anacardiaceae <i>Schinopsis balansae</i> Engl.					40,26	57,9	1,9	4,99			33
Schinus molle L.	2,27	4,74	4,6	51,01					0,04	0,27	50
Myracrodruon balansae (Engl.) Santin	0,54	1,14			1,85	2,65			0,01	0,09	50
Apiaceae <i>Eryngium</i> sp.			0,004	0,04	0,75	1,08					33
Arecaceae <i>Acrocomia</i> sp.					2,18	3,13	2,03	5,33			33
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	1,41	2,94			0,22	0,32	0,69	1,81			50
Asteraceae <i>Senecio pterophorus</i> DC.	12,35	25,82									17
Vernonanthura chamaedry (Less.) H. Rob.	0,01	0,02	0,03	0,31	0,02	0,03	0,36	0,94	0,03	0,20	83
Asteraceae							0,68	1,80			17
Tipo Baccharis							2,41	6,33	3,28	21,18	33
Tipo Tessaria							0,05	0,14			17
Brassicaceae+							0,05	0,12			17
Cactaceae Tipo Cereus							0,004	0,01	1,42	9,20	33
Calyceraceae <i>Acicarpa tribuloides</i> Juss.	0,06	0,13									17
Caryophyllaceae Tipo Drymaria							0,04	0,11			17
Commelinaceae <i>Commelina erecta</i> L. var. <i>erecta</i>			0,22	2,48	1,55	2,23	0,71	1,88	0,13	0,85	67
Convolvulaceae							0,4	1,04			17
Cyperaceae+					0,43	0,62	3,21	8,44			33
Ericaceae Tipo Rhododendron*					0,31	0,44			0,06	0,42	33
Euphorbiaceae <i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	0,62	1,30	0,75	8,37							33
<i>Euphorbia</i> sp.	5,88	12,29									17
Tipo Croton					3,52	5,05	2,34	6,16	0,19	1,30	50
Fabaceae <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	16,69	34,9	0,03	0,2	0,13	0,18					50

<i>Erythrina crista-galli</i> L.	0,35	0,74	0,15	1,67	0,17	0,25					50
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	1,09	2,27									17
<i>Neltuma affinis</i> (Spreng.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	0,3	0,62									17
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.			0,02	0,22	0,04	0,05					33
<i>Medicago</i> sp.*	0,33	0,70									17
Tipo Adesmia	0,07	0,14									17
Tipo Melilotus*							0,01	0,01			17
Tipo Neltuma									0,16	1,05	17
Tipo Senna			0,02	0,21							17
Geraniaceae Tipo Geranium							0,23	0,61			17
Indet. 1 +			0,08	0,86			0,22	0,57	0,96	6,19	50
Indet. 2 +							0,05	0,14			17
Indet. 3 +	0,01	0,02	0,83	9,22	0,05	0,07	0,28	0,74			67
Lamiaceae <i>Hypytis</i> sp.							1,67	4,39			17
Lauraceae <i>Persea americana</i> Mill. *							0,18	0,47	0,18	1,16	33
Lythraceae <i>Heimia salicifolia</i> Link	0,22	0,46									17
<i>Lagerstroemia indica</i> L*							0,48	1,26			17
Tipo Heimia									0,01	0,09	17
Malvaceae							0,09	0,23			17
Menyanthaceae <i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze			0,04	0,48							17
Myrtaceae <i>Eugenia uniflora</i> L.			0,02	0,22							17
<i>Psidium guajava</i> L.					0,03	0,04	0,01	0,03	0,53	3,46	50
<i>Eucalyptus</i> sp.*					0,05	0,07	0,07	0,18			33
Nyctaginaceae <i>Bougainvillea</i> sp.*	0,002	0,01							0,02	0,12	33
Onagraceae <i>Ludwigia hexapetala</i> (Hook. & Arn.) Zardini, A.G. Gu & P.H. Raven					0,96	1,38	0,01	0,03			33
Tipo Ludwigia	0,06	0,12			1,63	2,34	14,4	37,91	1,02	6,57	67
Orobanchaceae <i>Agalinis communis</i> Cham. & Schltld.) D'Arcy					0,02	0,03			0,75	4,85	33
Oxalidaceae <i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.			0,01	0,13							17
Plantaginaceae <i>Scoparia montevidensis</i> (Spreng.) R.E. Fr.									0,12	0,76	17
Poaceae +					0,42	0,60	4,43	11,65	0,54	3,51	50

Polygonaceae <i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.					0,005	0,01	0,19	0,49	0,36	2,32	50
Portulacaceae Tipo Portulaca					0,75	1,08			0,85	5,47	33
Proteaceae <i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br. *									0,87	5,65	17
Ranunculaceae <i>Clematis campestris</i> A. St.-Hil.	4,46	9,32	0,02	0,20							33
Tipo Clematis	0,85	1,77									17
Rubiaceae <i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.							0,11	0,29			17
Rutaceae <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.					13,48	19,38			0,01	0,04	33
Salicaceae <i>Salix humboldtiana</i> Willd.									0,68	4,58	17
Sapotaceae <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	0,2	0,41									17
Simaroubaceae Tipo Castela							0,04	0,11			17
Solanaceae <i>Brugmansia</i> sp.*	0,07	0,15									17
<i>Lycium</i> sp.					0,51	0,74	0,57	1,49	1,99	12,86	50
Tipo Solanum			2,05	22,74	0,13	0,18	0,02	0,05	0,54	3,66	67
Urticaceae <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul			0,14	1,57	0,09	0,13	0,11	0,29	0,03	0,21	67
TOTAL	47,84	100	9,02	100	69,57	100	38	100	14,8	100	

que al menos dos especies representaron el predominio de la muestra, y en dos oportunidades se registraron especies que superaron el 50% en la representatividad de la muestra (*Schinus molle* L. con 51% en el M2 y *Schinopsis balansae* con 57,9% en el M4). Cuatro especies arbóreas nativas tuvieron mayor presión de selección por parte de las abejas: *Enterolobium contortisiliquum* (timbó; Fabaceae, Mimosoideae), *Schinus molle* (molle; Anacardiaceae) y *Schinopsis balansae* (quebracho colorado chaqueño; Anacardiaceae) y *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (tambetari; Rutaceae).

Dinámica de la cámara de cría

El área de cría mostró pequeñas fluctuaciones a lo largo de la campaña, posiblemente asociadas a la dinámica de ingreso de polen corbicular a la colmena (Fig. 4). En este sentido, se observaron incrementos en el área de cría en dos momentos específicos de la campaña (M2 y M5), los cuales sucedieron tras un ingreso importante de polen a la colmena en los muestreos previos (M1 y M4). Por otro lado, disminuciones en el área de cría se registraron en M3 y M4, coincidiendo con el bache

de floración identificado durante los períodos M2 y M3. A pesar de estas variaciones, el área de cría se mantuvo relativamente constante, por encima del 50%, durante las estaciones de primavera y verano. Hacia el otoño, la tendencia cambió. El área de cría disminuyó hasta alcanzar un promedio del 42%, también se vio una reducción del área de polen ensilado y un incremento del área destinada a miel. La curva de polen ensilado mostró poca variación durante el ciclo apícola, permaneciendo relativamente constante hasta su declive al ingreso del otoño.

En relación con la mediana del área de cría (Fig. 5), los muestreos M1, M2 y M3 presentaron los valores más altos, ubicándose entre el 55% y el 60%. Por su parte, M4 y M5 mostraron una leve disminución en la mediana (aproximadamente 50%), mientras que M6 registró la mediana más baja (alrededor del 45%). Respecto a la dispersión de los datos, M3 se destacó por tener la menor variabilidad, con la mayoría de los valores concentrados cerca de la mediana. En contraste, los muestreos M4, M5 y M6 que evidenciaron una mayor dispersión y rangos intercuartílicos más

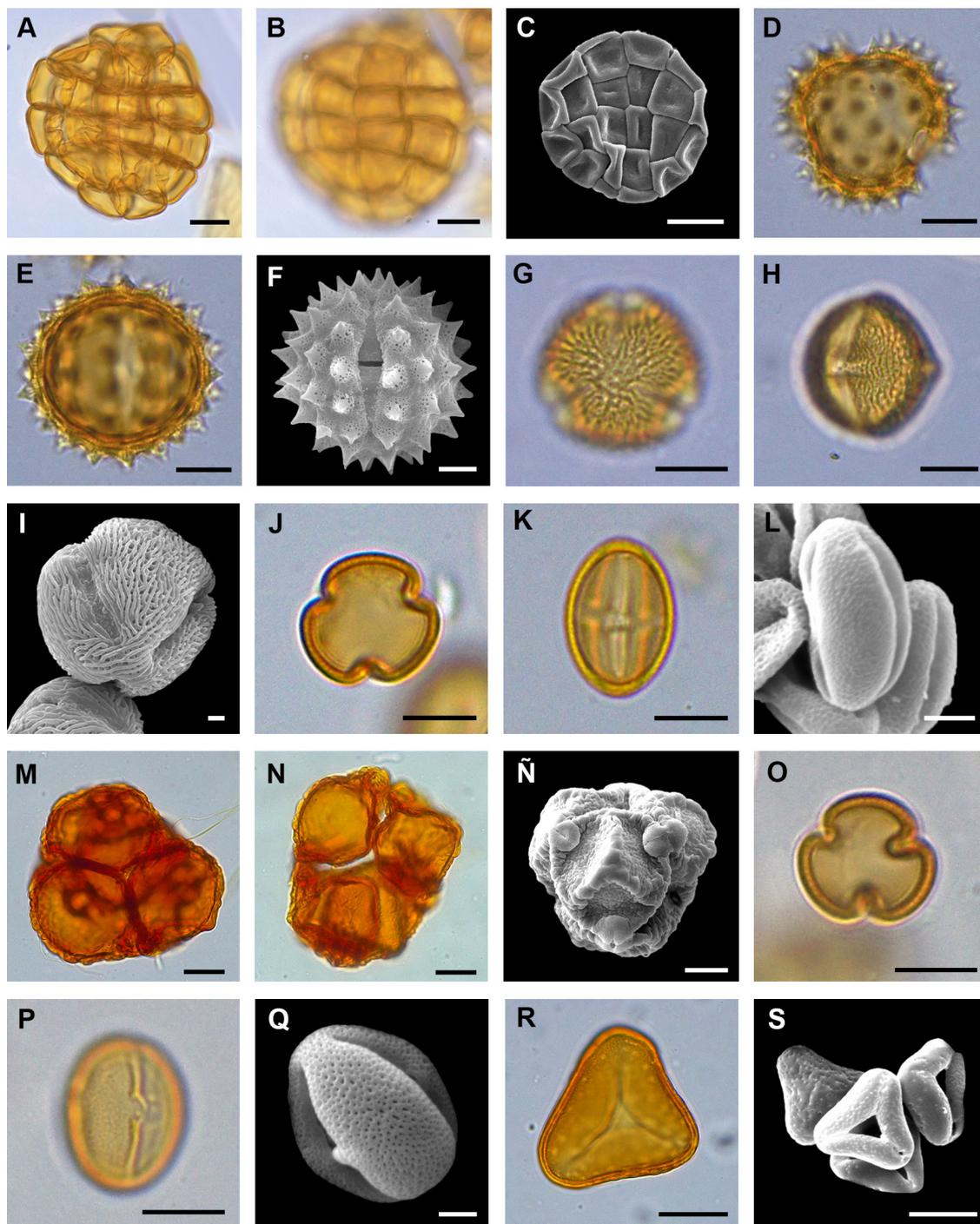


Fig. 2. Polen corbicular de especies forrajeadas por *A. mellifera* observado al microscopio óptico y electrónico de barrido. **A-C:** *Enterolobium contortisiliquum*: MO: A, políades en corte óptico; B, foco superficial. MEB: C, vista general de la políade. **D-F:** *Senecio pterophorus*: MO: D, vista polar; E, vista ecuatorial en corte óptico. MEB: F, vista subpolar. **G-I:** *Schinopsis balansae*: MO: foco superficial: G, vista polar; H, vista ecuatorial. MEB: I, vista subpolar. **J-L:** *Zanthoxylum rhoifolium*: MO: corte óptico: J, vista polar; K, vista ecuatorial. MEB: L, vista ecuatorial. **M-N:** *Ludwigia hexapetala*: MO: M y N, tétrede tetraédrica vista en dos posiciones. MEB: N, vista general. **O-Q:** *Lycium* sp. MO: O, vista polar en corte óptico; P, vista ecuatorial en foco superficial. MEB: Q, vista ecuatorial. **R-S:** *Acrocomia* sp. MO: R, vista polar en corte óptico. MEB: S, varios granos en vista polar.



Fig. 3. Colores de las cargas corbiculares y su origen floral.

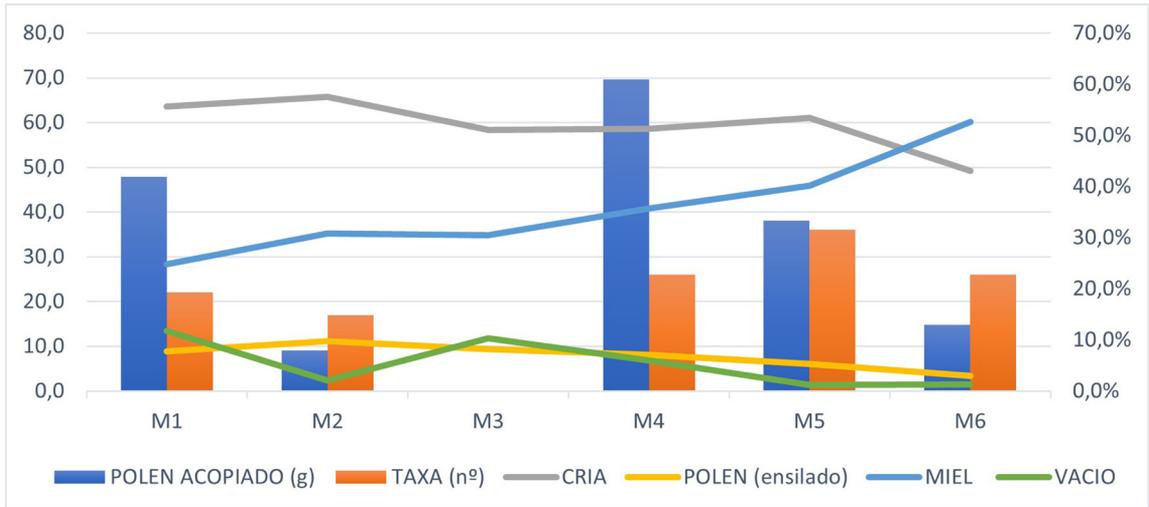


Fig. 4. Dinámica de la cámara de cría respecto del forrajeo de recursos florales. Ref.: las líneas indican el promedio del área ocupada por cría, reservas (miel y polen ensilado) y área vacía; las columnas representan el total de la colecta de polen corbicular y el número de tipos polínicos determinados (diversidad) en los diferentes muestreos.

Tabla 2. Contenido proteico de especies analizadas a partir de las cargas polínicas. Referencias: M1-M6: muestreos; g: gramos colectados; %: porcentaje relativo al total de la muestra; PB: proteína bruta. Los datos resaltados indican el alto porcentaje de representación dentro de la muestra.

Taxa	m1		m2		m4		m5		m6		PB
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> -Fabaceae-	16,69	34,9	0,03	0,3	0,13	0,2					17,8
<i>Senecio pterophorus</i> -Asteraceae-	12,35	25,8									9,9
<i>Schinus molle</i> -Anacardiaceae-	2,27	4,7	4,58	50,8					0,04	0,3	15,2
Tipo Solanum -Solanaceae-			2,05	22,7	0,13	0,2	0,02	0,05	0,05	0,4	16,5
<i>Schinopsis balansae</i> -Anacardiaceae-					40,27	57,9	1,90	5,0			16,9
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> -Rutaceae-					13,48	19,4			0,01	0,04	17,2
Tipo Ludwigia -Onagraceae-					1,63	2,3	14,08	37,0	1,02	6,9	19,3
<i>Lycium</i> sp. -Solanaceae-					0,51	0,7	0,57	1,5	1,99	13,4	16,0
Total de polen colectado	47,84		9,02		69,57		38,03		14,79		

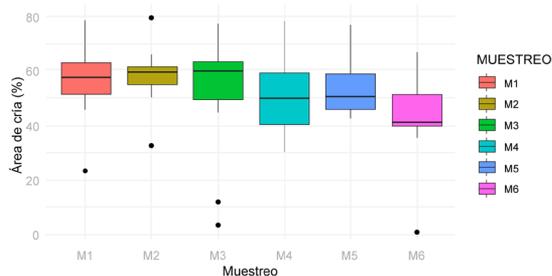


Fig. 5. Distribución del área de cría expresada en porcentajes en los diferentes muestreos. Ref.: las cajas representan los rangos intercuartílicos y las líneas medianas indican los valores centrales. Los puntos atípicos reflejan colmenas con condiciones particulares.

amplios. Los muestreos M1 y M2 presentaron una dispersión moderada.

El análisis de regresión entre el área de cría y el polen acopiado del muestreo anterior mostró una relación positiva ($b1 = 0,9231$) pero no estadísticamente significativa a un nivel de significancia de 0,05 ($p=0,0823$) (Fig. 6). Esto sugiere una posible tendencia positiva, pero la evidencia estadística no es suficientemente fuerte para confirmar esta relación.

DISCUSIÓN

El presente trabajo expone datos de las fuentes florales de polen acopiadas por las abejas, hasta ahora no reportadas para la región estudiada, integrando la variación estacional, el contenido proteico de los taxa más representativos y su influencia en la cámara de cría, ampliando los conocimientos existentes.

Los resultados indicaron una interesante diversidad de especies botánicas visitadas por las abejas para acopiar polen. Siendo las especies más importantes del Chaco Húmedo *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae), *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) y *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae), en comparación con los recursos acopiados por las abejas en otras Ecorregiones, más adelante abordaremos este aspecto con mayor profundidad.

La diversidad de recursos utilizados por las abejas también fue reportada por otros autores para la ecorregión Pampeana (Andrada, 2003; Tamame, 2011; Fagúndez, 2011) y para la ecorregión Chaqueña (Burgos et al., 2015; Changazzo & Salgado, 2019). En este trabajo, las Fabaceae y Asteraceae fueron las familias mejor representadas en número de taxa, similar a lo descrito para Chaco Serrano por Burgos et al. (2015) y Chaco Seco (Changazzo & Salgado,

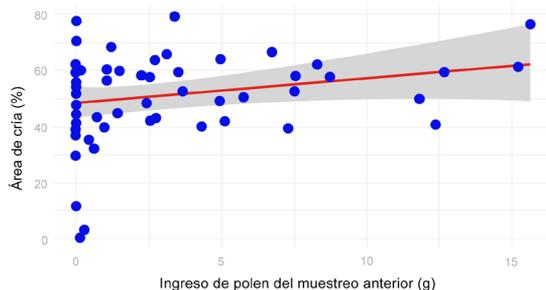


Fig. 6. Relación entre el área de cría y el ingreso de polen del muestreo anterior. Puntos azules: datos observados; área gris: intervalo de confianza (95%). Línea roja: recta de regresión ajustada.

2019). En la ecorregión del Espinal, Andrada (2003) indica predominancia de Brassicaceae y Fabaceae para el Distrito Caldén y para el Distrito Nandubay, Fagúndez (2011) indica relevancia de Fabaceae, Asteraceae y Apiaceae. En la ecorregión del Monte, toman importancia Asteraceae, Fabaceae y Zygophyllaceae (Naab & Tamame, 2007). Basilio (2000) para la ecorregión del Delta del Paraná, reporta predominancia Asteraceae y Fabaceae. En todos los casos reportan predominio de especies nativas (en promedio 80%) sobre las exóticas (20%) sin embargo cabe aclarar que, en las regiones donde la agricultura se encuentra más desarrollada, las abejas colectan polen de especies exóticas en mayor proporción (Basilio, 2000).

En este trabajo, las especies mejor representadas según el total colectado fueron nativas, predominantemente arbóreas, Fabaceae (*Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina crista-galli* L., *Gleditsia amorphoides*, *Neltuma affinis* (Spreng.) C.E. Hughes & G.P. Lewis, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), Anacardiaceae (*Schinopsis balansae*, *Myracrodruon balansae*) y Rutaceae (*Zanthoxylum rhoifolium*), además se destacó una Asteraceae herbácea (*Senecio pterophorus*). Como indicadores geográficos para esta ecorregión se destacan la combinación de las especies: *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium*, *Myracrodruon balansae* y *Zanthoxylum rhoifolium*.

Podemos reconocer especies nativas comunes a varias Ecorregiones, debido a su amplia distribución (p. ej. *Neltuma*, *Vachellia*, *Senecio*), como también especies exóticas (p. ej. *Brassica*, *Melilotus*, *Echium*). Sin embargo, podríamos destacar algunos taxa indicadores para cada Ecorregión.

Por su lado, Changazzo & Salgado (2019) también reportan predominancia de especies arbóreas nativas: Fabaceae (*Neltuma alba* (Spreng.) C.E. Hughes & G.P. Lewis, *Gleditsia*

amorphoides y *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger) y Anacardiaceae (*Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl. y *Schinus molle*) y Asteraceae herbáceas nativas (*Senecio pterophorus* y Tipo *Baccharis-Eupatorium*). Se destaca el aporte de polen de una especie nativa *Cynophalla retusa* (Griseb.) Cornejo & Iltis (Capparaceae) que representaría un buen indicador geográfico de la procedencia. La presencia de herbáceas exóticas (*Helianthus annuus* L., *Brassica napus* L. y *Echium plantagineum* L.) son indicadoras de un ambiente altamente antropizado. Las autoras mencionaron un número significativamente menor (30 taxa de 18 familias) al reportado en el presente trabajo (68 taxa de 40 familias), posiblemente debido a que el apiario en estudio se encuentra en un área de alto desarrollo agrícola. La menor diversidad de taxa podía ser un indicador del impacto de la agricultura en la disponibilidad de los recursos. Para el Chaco Serrano, Burgos et al. (2015) destacan como recursos más importantes las Fabaceae arbóreas nativas (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Neltuma alba*, *Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart y *Vachellia aroma*) y especies exóticas cultivadas (*Eucalyptus* sp., *Rapistrum rugosum* (L.) All. y *Zea mays* L.).

Fagúndez (2011) para el Distrito Ñandubay de la ecorregión del Espinal menciona como recursos polínicos predominantes especies herbáceas exóticas y cultivadas de Fabaceae (*Glycine max* (L.) Merr., *Melilotus albus* Medik., nom. nud. y *Lotus* sp.), Apiaceae (*Ammi majus* L. y *Ammi visnaga* (L.) Lam.) y Brassicaceae (*Rapistrum rugosum*). Las especies nativas importantes fueron las Asteraceae (*Baccharis* sp. y *Bidens* sp.), Typhaceae (*Typha* sp.) y arbóreas nativas (*Neltuma* sp. y *Salix* sp.). Para el Distrito del Caldén, en la misma ecorregión, Andrada (2003) reconoce varias especies nativas como recursos relevantes: Rhamnaceae (*Condalia microphylla* Cav. y *Discaria americana* Gillies & Hook.), Fabaceae (*Neltuma* sp.) y Brassicaceae introducidas. Un indicador geográfico para el Caldenal podría ser el polen de *Erodium cicutarium* (Geraniaceae).

Basilio (2000) en su trabajo realizado en la ecorregión del Delta del Paraná indica para el inicio de la temporada una intensa explotación de algunas pocas fuentes de polen muy abundantes (*Salix* sp., *Fraxinus* sp. y *Eucalyptus* sp.). Alta representación de especies exóticas de diferentes familias: Rosaceae (*Chaenomeles lagenaria* (Sweet) Nak., *Prunus* sp. y *Rubus caesius* L.), Boraginaceae (*Echium plantagineum*) y Fabaceae (*Trifolium repens* L. y *Amorpha fruticosa* L.).

En la ecorregión Monte de Llanuras y Mesetas (Naab & Tamame, 2007) mencionan como dominantes para los meses de octubre y noviembre especies nativas como *Condalia*

microphylla (Rhamnaceae) y *Larrea divaricata* Cav. (Zygophyllaceae), y acompañantes *Senecio subulatus* D. Don ex Hook. & Arn. (Asteraceae) y *Lycium* sp. (Solanaceae). A pesar de que las familias Fabaceae y Asteraceae presentan buen número de especies, éstas no toman relevancia en cuanto al volumen de polen recolectado por las abejas. Para toda la campaña apícola, Tamame (2011) señala especies arbóreas nativas como *Neltuma* sp. (Fabaceae) y *Tamarix ramosissima* Ledeb. (Tamaricaceae) importantes por el volumen colectado y tiempo de floración (noviembre a febrero), se destaca *Chuquiraga erinacea* D. Don (Asteraceae) con un periodo muy corto de floración, pero alta representación, en segundo orden se destacan especies de diferentes familias: *Senecio* sp., *Condalia microphylla*, *Junellia - Glandularia* y *Prosopidastrum* sp. para el inicio de la temporada.

El color de las cargas corbiculares podría constituir una buena referencia para determinar el origen floral, debido a que es constante en algunas especies (por ejemplo, en *Erythrina crista-galli* “ceibo” es de color verde, en *Commelina erecta* L. “flor de Santa Lucia” de color anaranjado, pequeñas y compactas, y en *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman “pindó” de color amarillo claro). Sin embargo, se observó que el color no siempre es constante ya que polen procedente de distintos orígenes florales puede presentar el mismo color, por ejemplo, *Schinopsis balansae* “quebracho colorado chaqueño”, *Senecio pterophorus* “primavera”, *Agalinis communis* Cham. & Schltldl.) D’Arcy y *Lagerstroemia indica* L. “crespón”, fueron identificadas en cargas de color anaranjadas, de aspecto morfológico similar. También puede suceder que el polen perteneciente a la misma especie presente variaciones del color. Por ejemplo, el polen de *Cecropia pachystachya* “ambaí” se encontró en cargas de colores muy variables que van desde amarillo claro y blanco hasta marrón, incluso negro. *Schinus molle* y *Vernonanthura chamaedrys* (Less.) H. Rob. presentan cargas de color blanco. Cargas de color gris contenían polen de *Eucalyptus* sp., *Eryngium* sp., *Polygonum hidropiperoides* Michx o tipo *Croton*. Resultados similares fueron mencionados por Changazzo & Salgado (2019).

Respecto a la masa de polen colectado, la mayor cantidad se registró en los meses de enero (4,35g/colmena/día) y octubre (7,73g/colmena/día), notablemente inferior a lo reportado por Fagúndez (2011) que indica 23,6 g/colmena/día en la provincia de Entre Ríos. Si bien no se observó un bajo desarrollo poblacional de la colonia debido al menor ingreso de polen, posiblemente el efecto se manifieste al momento de evaluar los rendimientos productivos en kg de miel por año apícola en la zona estudiada.

Tabla 3. Comparación del contenido proteico de cargas polínicas de algunas especies para diferentes Ecorregiones. Referencias: todos los valores están expresados en porcentajes (%), PB: proteína bruta (factor de conversión). Valores resaltados en negrita corresponden al factor de conversión 5,6.

Autores	Mazepa et al., 2022		Changazzo & Salgado, 2019		Forcone et al., 2011		Andrada & Tellería, 2005		Tamame, 2011		Santos et al., 2009	
	Chaco Húmedo		Chaco Seco		Patagónica		Caldenal		Pampeana		Pampeana	
Ecorregión	PB (6,25)	PB (5,6)	PB (6,25)	PB (5,6)	PB (6,25)	PB (5,6)	PB (6,25)	PB (5,6)	PB (5,6)	PB (6,25)	PB (5,6)	
<i>Schinus molle</i>	15,19	13,6										
<i>Schinus</i> sp.									27,2			
<i>Schinopsis balansae</i>	16,92	15,1										
<i>Schinopsis lorentzii</i>			25,65	23								
<i>Senecio pterophorus</i>	9,86	8,8	23,9	21,4	16,8	15,1	15,5	13,9	18,9			
<i>Lycium</i> sp.	15,98	14,3					25,4	22,7	25,0			
<i>Ludwigia</i> sp.	19,30	17,3								18	16,1	

Los valores proteicos de las especies acopiadas con mayor representatividad en los diferentes muestreos presentaron un rango de proteína bruta de 9,9% (1,76% N) a 19,3% (3,45% N), tomando un valor de conversión 5,6 como lo sugiere Rabie et al. (1983). Los datos reportados por Changazzo & Salgado (2019) para especies nativas comunes a ambos sitios de muestreo contienen desde 15,03% PB (2,4% N) a 35,47% PB (5,67% N) usando 6,25 como factor de conversión (Tabla 3).

Las variaciones de contenido de N (PB) del polen de las diferentes especies vegetales, específicamente *Senecio* y *Schinopsis*, podrían deberse a características ambientales, condiciones edáficas y climáticas (Santos et al., 2009; Simanonok et al., 2020; Descamps et al., 2021). El promedio del contenido proteico de las cargas analizadas en este trabajo fue 16,1% PB (2,89% N), encontrándose por debajo de lo informado por Tamame (2011) en Ecorregión Pampeana que fue del 24% PB (3,84% N); llegando a ser subóptimo para el desarrollo de las abejas según Herbert & Shimanuki (1978), quienes afirman que las abejas requieren entre 23 y 30% de proteína en el polen (3,7-4,8% N).

El contenido proteico de las cargas corbiculares de *Senecio pterophorus* manifestó un valor más bajo comparado con otros trabajos y, además, valores muy variables. En nuestra zona de estudio presentó 9,86% PB, muy alejado del valor publicado por Changazzo & Salgado (2019) de

23,9% PB (242% más) en la ecorregión de Chaco Seco. Para el noroeste de La Pampa, Tamame (2011) reporta un 18,9% PB, Forcone & Rupell (2011) un 16,8% PB para Noroeste de Santa Cruz, y en el Distrito el Caldenal, Andrada & Tellería (2005) obtuvieron 15,5% PB. Algo similar sucede en *Lycium* sp., donde se obtuvo un valor de 15,98% PB, en tanto que Tamame (2011) y Andrada & Tellería (2005) obtuvieron valores similares entre sí (25% y 25,4% respectivamente), sin embargo, para la misma especie nuestros valores representan un 59% menos de contenido proteico.

En febrero, las cargas corbiculares de Poaceae y Cyperaceae representaron el 20% del total de polen colectado por las abejas en dicho muestreo (M5), datos similares fueron publicados por Burgos (2015), presentando las Poaceae como tipo polínico dominante. Por su parte, Basilio (2000) afirma que el polen de las especies anemófilas (*Fraxinus*, *Populus* y *Pinus*), son colectadas cuando la oferta floral de otras especies es baja.

La disminución de la cantidad y el aumento de la diversidad de polen en el M5 (otoño), indica la finalización de la época de floración, hay menos flores por especie lo que obliga a las abejas a visitar más plantas y diferentes especies para coleccionar el polen que pudiera estar disponible. Basilio (2000) observó que la diversidad muestra una tendencia inversa con respecto al peso de la muestra. Por su parte, Odoux et al. (2012) señalan que la diversidad del polen recolectado

no depende exclusivamente de la diversidad del hábitat, sino también de la disponibilidad real de flores atractivas y las condiciones climáticas.

Las condiciones de la cámara de cría con relación al estado nutricional de las abejas tienen relevancia especialmente en colonias de abejas susceptibles a enfermedades y que en regiones de clima templado a frío invernan. En este sentido, en Argentina se ha demostrado que la suplementación influye positivamente en el desarrollo de la cámara de cría, fortaleciéndola frente a enfermedades (p. ej. nosemosis) durante la etapa invernal y promoviendo una salida óptima del invierno (Szawarski et al., 2019; Ramos et al., 2021). Los requerimientos de las abejas africanizadas en la región del norte argentino, con clima subtropical, durante la temporada invernal no están reportados. La contribución del presente trabajo abarca el aporte de polen durante el período primavera-estival.

El área de cría de las colmenas disminuyó hacia el otoño, alcanzando un promedio del 42%, también se vio una reducción del área de polen ensilado y un incremento del área destinada a miel. Este comportamiento refleja la preparación de la colonia para afrontar las condiciones invernales (DeGrandi-Hoffman et al., 2016, Pérez-Jiménez et al., 2020).

Los valores atípicos en el área de cría (por debajo del 20%) en los muestreos M1, M2, M4 y M6, podrían estar relacionados con factores específicos que afectaron a algunas colonias, tales como recambio de reina, enjambrazón o condiciones ambientales.

El desarrollo de la cámara de cría podría no ser explicado exclusivamente con el ingreso de polen corbicular como único o principal factor, ya que estadísticamente presenta una relación débil. Otros factores podrían estar modulando esta relación (p. ej. condiciones climáticas, estado sanitario de la colonia, edad de la reina o interacciones ecológicas), factores que no se incluyen en el análisis de este trabajo. Sin embargo, esta contribución sienta las bases para futuros estudios que comparen el ingreso de polen con la disponibilidad natural. Esa información permitirá evaluar su impacto en la productividad de las colmenas y definir estrategias de manejo (p. ej. suplementación artificial).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos permiten realizar los siguientes comentarios finales:

- La zona estudiada presenta una interesante oferta de especies botánicas nativas respecto de las exóticas utilizadas por las abejas como recurso alimenticio.
- Las especies clave para el desarrollo de la

cámara de cría son *Entetolobium contortisiliquum* y *Senecio pterophorus* (primavera); en tanto que para el mantenimiento, el principal aporte polínico está dado por *Schinopsis balansae* (verano).

- El color de las cargas de polen resulta orientativo para determinar el origen floral de las mismas.

- A pesar de haberse registrado un bache de floración evidenciado por la falta de ingreso de polen, el área de cría de la colonia no presentó mayores variaciones.

- El máximo contenido proteico se registraron en taxa Tipo *Ludwigia* (19,3% PB) y *Enterolobium contortisiliquum* (17,8% PB). Mostrando niveles de proteína bruta relativamente bajos respecto de los requerimientos teóricos para las abejas, sin embargo, las colmenas no manifestaron debilitamiento ni muerte por inanición.

- Posiblemente, la dieta variada de la región de estudio ofrece la nutrición suficiente para mantener estable el área de cría, a diferencia de otras regiones que compensan con mayor cantidad de polen colectado.

Los datos obtenidos constituyen una excelente oportunidad para generar información sobre las características nutricionales y su relación con la flora apícola que explotan las abejas. Partiendo de esta base se podrían proponer estrategias de manejo integrado y suplementación proteica en los periodos de déficit de oferta floral si fuera necesario, enfocándose en el estado nutricional de las colonias respecto de la disponibilidad natural de recursos tróficos.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (SGCyT - UNNE) por el financiamiento del PI A001-20, a la Escuela de la Familia Agrícola (EFA) "Tupá Rembiapó" del Departamento San Cosme (Provincia de Corrientes) por abrir sus puertas para realizar el ensayo en su apiario, al Profesor Fabián González por su colaboración en la tarea de campo. A Sandra Sobrado por su colaboración en la confección del mapa. A Tomas Larroquette por su esmero en la confección de las láminas de polen y cargas corbiculares.

BIBLIOGRAFIA

- Alaux, C.; F. Ducloz, D. Crauser & Y. Le Conte. 2010. Diet effects on honeybee immune competence. *Biology Letters* 6: 562-565. DOI: <http://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0986>
- Andrada, A. 2003. Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del Caldenal (Provincia Fitogeográfica del Espinal), Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* 5(2): 329-336.

- Andrada, A. & M. Tellería. 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content. *Grana* 44(2): 115-122. DOI: <https://doi.org/10.1080/00173130510010459>
- 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.
- Bremner, M. & C. Mulvaney. 1982. Total nitrogen (Methods of soil analysis). *American Society Agronomy* 10(2): 594-624.
- Brodtschneider, R. & K. Crailsheim. 2010. Nutrition and health in honeybees. *Apidologie* 41: 278-294. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>
- Burgos, M. G.; A. C. Sánchez & L. C. Lupo. 2015. Análisis polínico de cargas corbiculares de *Apis mellifera* del Chaco Serrano, Jujuy (Argentina). *Lilloa* 52: 3-11.
- Changazzo, J. A. & C. R. Salgado Laurenti. 2019. Preferencias alimentarias de *Apis mellifera* L. en el Chaco Semihúmedo Central. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. ISSN: 0328-4077. *Agrotecnia* 28: 10-30.
- Crailsheim, K. & E. Stolberg. 1989. Influence of diet, age and colony condition upon intestinal proteolytic activity and size of the hypopharyngeal glands in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 35(8): 595-602.
- DeGrandi-Hoffman G.; F. Ahumada, V. Zazueta, M. Chambers, G. Hidalgo & E. W. Dejong. 2016. Population growth of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in honey bee colonies is affected by the number of foragers with mites. *Experimental and Applied Acarology* 69(1): 21-34.
- Delaplane, K.S.; J. Van Der Steen & E. Guzman-Novoa. 2013. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research* 52(1): 1-12.
- Descamps, C.; N. Boubnan, A. L. Jacquemart & M. Quinet. 2021. Growing and flowering in a changing climate: effects of higher temperatures and drought stress on the bee-pollinated species *Impatiens glandulifera* Royle. *Plants* 10(5): 988.
- Di Pasquale, G.; M. Salignon, Y. Le Conte, L. P. Belzunces, A. Decourtye, A. Kretzschmar, S. Suchail, J.-L. Brunet & C. Alaux. 2013. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PloS one* 8(8): e72016.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Fagúndez, G. A. 2011. Estudio de los recursos nectaríferos y poliníferos utilizados por *Apis mellifera* L. en diferentes ecosistemas del Departamento Diamante (Entre Ríos, Argentina). Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur.
- Forcone, A. & 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.
- Frías, B. E. D.; C. D. Barbosa & A. P. Lourenço. 2016. Pollen nutrition in honeybees (*Apis mellifera*): impact on adult health. *Apidologie* 47: 15-25.
- Guzman-Novoa, E.; N. Morfin, B. Dainat, G. R. Williams, J. Van Der Steen, A. Correa-Benítez & K. S. Delaplane. 2024. Standard methods to estimate strength parameters, flight activity, comb construction, and fitness of *Apis mellifera* colonies 2.0. *Journal of Apicultural Research* 64:533-554.
- Herbert Jr., E. W. & H. Shimanuki. 1978. Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. *Apidologie* 9(1): 33-40.
- Kratz, M.; R. Manning, K. Dods, B. Baer & D. Blache. 2024. Nurse bees regulate the larval nutrition of developing workers (*Apis mellifera*) when feeding on various pollen types. *Journal of Economic Entomology* 117(3): 683-695.
- Markgraf, V. & H. L. D'Antoni. 1978. Pollen flora of Argentina. Modern spores and pollen Types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae. *The University of Arizona Press*. Tucson, Arizona. pp: 208.
- Mazepa, C.I.; C. R. Salgado Laurenti & M. D. Maggi. 2022. Evolución del estado sanitario en colmenas de *Apis mellifera* L. bajo distintas condiciones de manejo y su relación con el aporte nutricional del polen. *Agrotecnia* 32: 34-56.
- Morello, J.; S. D. Matteucci, A. F. Rodríguez & M. E. Silva. 2012. Ecorregiones y complejos Ecosistémicos de Argentina. *Orientación Gráfica Editora*, Buenos Aires.
- Mungsan, N. 2018. Origen y diversidad de polen apícola. Trabajo Fin de Grado. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Naab, O. & M. A. Tamame. 2007. Flora apícola primaveral en la región del Monte de la Provincia de La Pampa (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42(3-4): 251-259.
- Odoux, J. F.; D. Feuillet, P. Aupinel, Y. Loublier, J.N. Tasei & C. Mateescu. 2012. Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honey bee colonies. *Apidologie* 43: 561-575. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0125-1>
- Pérez-Jiménez, L.; C. M. Bucio-Villalobos & O. A. Martínez Jaime. 2020. Reducción del espacio en la colmena durante el período invernal y su efecto en la producción de miel y la actividad de las abejas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 5: 791-795.
- Pire, S. M.; L. M. Anzotegui & G. A. Cuadrado. 1998. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*. Volumen I. EU.DE.NE. 134pp.

- Pire, S. M.; L. M. Anzotegui & G. A. Cuadrado. 2001. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*. Volumen 2. EU.DE.NE. 173pp.
- Pire, S. M.; L. M. Anzotegui & G. A. Cuadrado. 2006. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*. Volumen 3. EU.DE.NE. 173pp.
- Pire, S. M.; L. M. Anzotegui & G. A. Cuadrado. 2013. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*. Volumen 4. EU.DE.NE. 168pp.
- 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.
- Rabie, A. L.; J. D. Wells & L. K. Dent. 1983. The nitrogen content of pollen protein. *Journal of apicultural research* 22(2): 119-123.
- QGIS Development Teams. 2025. QGIS Geographic Information System. Ver. 3.28. *Open Source Geospatial Foundation*.
- R Core Team. 2023. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>
- Ramos, F.; N. Szawarski, G. Mitton, A. Iglesias, L. De Feudis, D. Castellini, P. Gimenez-Martínez, M. Corona, M. Eguaras & M. Maggi. 2021. The effect of a novel dietary supplement based on fishery industry waste hydrolysate, essential fatty acids and phytochemicals on honey bee nuclei development. *Journal of Apicultural Research* 63(3): 431-437. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.2013422>
- Salgado, C. R. 2016. Caracterización botánica y geográfica de las mieles producidas por *Apis mellifera* L. en la provincia del Chaco, a partir de su composición polínica y parámetros físico-químicos. *PhD Thesis*, Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Nordeste, Corrientes, Argentina. 185pp.
- Salgado C. R.; G. Pieszko & M. C. Tellería. 2014. Aporte de la melisopalinología al conocimiento de la flora melífera de un sector de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 49(4): 513-524.
- Santos, E.; C. Invernizzi, E. García, C. Cabrera, R. Di Landro, A. Saadoun & G. Daners. 2009. Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas melíferas en Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)* 13(2): 9-13.
- Serra Bonvehí, J. & R. Escolà Jordà. 1997. Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(3): 725-732.
- Simanonok, M. P.; C. R. Otto & M. D. Smart. 2020. Do the quality and quantity of honey bee-collected pollen vary across an agricultural land-use gradient? *Environmental entomology* 49(1): 189-196.
- Simanonok, M. P.; C. R. Otto; D. D. Iwanowicz & R. S. Cornman. 2021. Honey bee-collected pollen richness and protein content across an agricultural land-use gradient. *Apidologie* 52(6): 1291-1304.
- Szawarski, N.; A. Saez, E. Domínguez, R. Dickson, A. De Matteis, C. Eciolaza, M. Justel, A. Aliano, P. Solar, I. Bergara, C. Pons, A. Bolognesi, G. Carna, W. García, O. García, M. Eguaras, L. Lamattina, M. Maggi & P. Negri. 2019. Effect of abscisic acid (ABA) combined with two different beekeeping nutritional strategies to confront overwintering: Studies on honey bees population dynamics and nosemosis. *Insects* 10(10): 329.
- 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.