

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN:

MODALIDAD: TESINA

TÍTULO: "Preferencias alimentarias de *Apis mellifera* L. en el Chaco Semihúmedo Central".

Plan de Trabajo aprobado por Resol. 9973/17 CD

ESTUDIANTE: CHANGAZZO, JULIANA AGOSTINA.

DIRECTORA: Lic. (Dra.) SALGADO LAURENTI, CRISTINA RENEE.

2019

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos Generales	3
Objetivos Particulares	3
Hipótesis de trabajo	3
Materiales y métodos.....	3
1. Trabajo de Campo	3
1.a. Listado de especies en flor	3
1.b. Muestreo de cargas polínicas	3
2. Trabajo de Laboratorio	4
2.a. procesamiento de muestras	4
2.b. Procesamiento de polen y obtención de preparados	4
2.c. Evaluación del contenido proteico	4
3. Trabajo de Gabinete	5
3.a. Análisis cualitativo	5
3.b. Análisis estadístico	5
Resultados	7
1. Descripción morfológica de los granos de polen	8
<i>Clave dicotómica para el reconocimiento de especies poliníferas del Chaco Seco</i>	11
2. Relación entre el origen floral y el color de las cargas corbiculares	16
3. Variación mensual del origen floral	21
4. Variación estacional del origen floral	22
5. Contenido proteico de algunas especies	24
6. Análisis estadístico multivariante	24
6.1. <i>Análisis de Componentes Principales</i>	24
6.2. <i>Análisis de Agrupamiento</i>	25
Discusión	27

1. El color como indicador del origen botánico	27
2. Origen botánico y geográfico de las cargas corbiculares del Chaco Seco	28
3. El valor proteico del polen y su origen floral	29
Conclusiones	33
Bibliografía	37

Referencia de la imagen de tapa:

Izquierda a derecha: granos de polen de girasol vistos con microscopio electrónico de barrido -MEB-, abeja pecoreadora libando el néctar de una flor de la familia Rosaceae, cargas corbiculares clasificadas por color, granos de polen vistos al MEB de un muestra mensual, abeja portando cargas en las corbículas en el tercer par de patas, granos de polen (Indeterminado 3) vistos al microscopio óptico -MO-, muestras de cargas individuales en procesamiento, cargas de una muestra completa en inicio de procesamiento y políade de *Acacia aroma*.

ÍNDICE DE FIGURAS, LÁMINAS Y TABLAS	PAG.
Lámina 1. Etapas del procesamiento de las cargas corbiculares	6
Fig. 1. Nivel de identificación de los taxa registrados en las muestras	7
Fig. 2. Familias botánicas representadas en las muestras de cargas corbiculares	7
Fig. 3. Frecuencia de aparición y clases de frecuencia de los taxa registrados en las muestras de cargas corbiculares.	8
Tabla 1. Características morfológicas de los granos de polen de las especies identificadas en las cargas corbiculares	9-10
Lámina 2. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares	12
Lámina 3. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares	13
Lámina 4. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares	14
Lámina 5. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares	15
Tabla 2. Origen botánico y color de las cargas corbiculares	16
Lámina 6. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de cargas procesadas por separado y en conjunto	17
Lámina 7. Cargas corbiculares en las que se observó correspondencia del color con un único origen floral.	18
Lámina 8. Cargas corbiculares de especies que presentaron mas de un color	19
Lámina 9. Cargas corbiculares que presentaron el mismo color sin embargo pertenecen a especies diferentes	20
Tabla 3. Registro polínico del acopio mensual realizado por las abejas	21
Fig. 4. Representación de los destinos taxa en cada muestra recolectada desde el mes de septiembre hasta diciembre (estación= PRIMAVERA)	22
Fig. 5. Representación de los destinos taxa en cada muestra recolectada desde el mes de diciembre hasta febrero (estación= VERANO)	23
Fig. 6. Representación de los destinos taxa en cada muestra recolectada desde el mes de marzo y abril (estación= OTOÑO)	23
Tabla 4. Contenido de nitrógeno y porcentaje de proteína total en cargas corbiculares de origen floral conocido	24
Fig. 7. Biplot elaborado con las dos componentes extraídas del análisis de componentes principales.	25
Fig. 8. Dendrograma obtenido por el análisis de agrupamiento realizado	26
Tabla 5. Contenido de proteína total de algunas especies colectadas por las abejas en diferentes regiones de Argentina.	31

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por haberme regalado la vida, por haberme acompañado todos estos años, por darme las fuerzas necesarias en cada oportunidad y por regalarme la sabiduría para entender y así, hoy poder graduarme.

A mi Directora, Cristina Salgado Laurenti por su ayuda, su incondicionalidad, su confianza y su apoyo en estos años de trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE que me brindó la oportunidad maravillosa de formarme todos estos años, por ser parte de mi instancia académica y también por permitirme crecer como persona.

A la Cátedra de Morfología de Plantas Vasculares y al Laboratorio de Melisopalinología, por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, por haberme contagiado la pasión por la investigación, porque desde el primer momento noté el compromiso, la dedicación y el profesionalismo que hay en cada uno de los docentes que forman parte de este gran equipo humano de trabajo.

A mi FAMILIA, que fue un pilar fundamental en este camino. Por haberme apoyado en la decisión de dejar mi casa para venir a estudiar. Por recordarme siempre cual era mi objetivo cuando las cosas no salían como estaban planificadas, por estar presente siempre dándome fuerzas para hoy poder concretar este sueño de recibirme de Ingeniera Agrónoma. Estoy segura que sin ellos, no hubiese sido posible llegar acá.

A mis amigos los que estuvieron desde el primer día, los de acá, los de lejos y los que fui conociendo en estos años. Porque fueron la familia que elegí, me acompañaron, me apoyaron e hicieron que esta etapa de estudiante sea llevadera y sobre todo de crecimiento personal y grupal.

MUCHAS GRACIAS!!!

JULIANA A. CHANGAZZO

Los resultados preliminares del Trabajo Final de Graduación fueron presentados en los siguientes Congresos:

1. 2018. **XVII Simposio Argentino de Paleontología y Palinología.** 30 de julio al 3 de agosto. Paraná, Entre Ríos. ARGENTINA. Modalidad: PANEL
 - Preferencias alimentarias polínicas de *Apis mellifera* L. en la Ecorregión Chaco Seco (Argentina). Changazzo Juliana. A., Salgado Cristina. R., Zago L.
2. 2018. **XIII Congreso Latinoamericano de Apicultura.** Organizado por la Federación Lationamericana de Apicultura. 2 al 5 de agosto. Montevideo, URUGUAY. Modalidad: PANEL
 - Origen floral de cargas corbiculares colectadas por *Apis mellifera* L. en la Ecorregión chaco seco. Changazzo Juliana. A., Salgado Cristina. R., Zago L.
3. 2018. **XXVI Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión.** Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE. 5-7 de septiembre. Corrientes. ARGENTINA. Modalidad: PANEL
 - Origen floral de cargas corbiculares colectadas por *Apis mellifera* L. en la Ecorregión Chaco Seco. Changazzo Juliana. A., Salgado Cristina. R., Zago L.
4. Participación en el **VI Concurso Nacional Fotográfico “Ciencia en Foco, tecnología en Foco”.** Concurso 2018. Organizado por la AGENCIA – MINCyT. **Premio: Mención Especial.** Categoría: Mas allá de los ojos. **“Multicolored thorns”**. La imagen premiada es un grupo de granos de polen de *Helianthus annuus* tomada con el microscopio electrónico de barrido y luego editada con el programa Befunky para dar diferentes colores.

INTRODUCCIÓN

Existe una estrecha relación entre la abeja melífera y la vegetación circundante al apiario, de la cual obtiene néctar y el polen para su alimentación. La relación insecto-planta es interesante de conocer, por cuanto nos revela las preferencias alimenticias de la abeja.

La abeja melífera vive en estrecha relación con la vegetación circundante, de la que obtiene el néctar y el polen para su alimentación. Así, conociendo al mismo tiempo la vegetación de una zona, podremos valorar el aprovechamiento apícola de un territorio, tanto para la obtención de determinados productos, como para la polinización de cultivos. El polen, como fuente principal de proteínas y lípidos para las abejas, va a ser recogido con gran intensidad en el período primaveral para elaborar el “pan de las abejas”coincidiendo con el desarrollo de las larvas y el crecimiento de la colonia(Jean-Prost, 1989).

Analizando las cargas corbiculares se puede determinar qué grado de utilización de la flora disponible es aprovechada por las abejas, esto determina las preferencias alimenticias de las abejas que normalmente se corresponde sólo a una parte de la flora a su alcance. El análisis microscópico de las cargas de polen nos permite determinar cuáles son las especies preferidas por las abejas para alimentar a las larvas.

La localidad de General Pinedo se encuentra ubicada dentro de una amplia zona denominada Ecorregión Chaco Seco, y más específicamente dentro del área conocida como Complejo Subhúmedo Central (Morello *et al.*, 2012). La apicultura es practicada por un buen número de pequeños productores con intenciones de diversificar su producción obteniendo polen comercial además de miel. En este sentido, este estudio permitirá dilucidar qué fuentes poliníferas son las más importantes en la zona.

En la provincia del Chaco se han realizado estudios palinológicos de muestras de miel (Chifa *et al.*, 2000; Salgado, 2006; Salgado *et al.*, 2014), físico químicos (Salgado & Maidana, 2014) y análisis sensoriales (Aguirre Rollet,inédito). Sin embargo, no existe referencia de trabajos referidos al origen floral de las cargas polínicas colectadas por las abejas y utilizadas como alimento de la cría.

Argentina es un importante país productor de mieles de alta calidad, en este sentido se dispone de numerosos registros bibliográficos respecto al estudio y caracterización botánica y geográfica de las mieles. Sin embargo, los estudios sobre flora apícola y polen corbiculare son

escasos y están limitados principalmente al centro del país (Tellería 1993, 1995; Gurini & Basilio 1995, Basilio 2000, Forcone 2002, Andrada 2003, Andrada *et al.* 2004, Andrada & Tellería 2005, Naab y Tamame 2007).

Si bien la región Pampeana es la mayor productora en materia de Apicultura, en los últimos 20 años el Nordeste Argentino ha crecido significativamente en productores y número de colmenas incrementando el volumen de producción principalmente de miel. En este sentido se realizaron estudios palinológicos de muestras de miel de varias provincias de la Región NE (Cabrera 2006, Chifa *et al.* 2000, Salgado & Pire 1998, 1999; Salgado 2006, Salgado *et al.* 2014, 2017), físico químicos (Salgado & Maidana 2014, Salgado 2016) y análisis sensoriales (Aguirre Rollet, inédito).

En la zona existen condiciones apropiadas para la obtención de otros productos de la colmena, por ejemplo **polen comercial**. Debido a que aún no existen grandes producciones de polen, las referencias de trabajos de cargas polínicas son escasas. Un estudio (Informe INTA, 2015) previo, mostró una interesante variedad de especies, principalmente nativas, correspondientes a familias angiospérmicas tales como: Achatocarpaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Solanaceae, entre otras.

Objetivo general

- Conocer la variabilidad florística de las cargas polínicas aprovechadas por *Apis mellifera* en la localidad de General Pinedo, provincia del Chaco.

Objetivos particulares

- Determinar el origen botánico de la oferta de polen durante la curva de floración de primavera y verano.
- Detectar cuáles son las preferencias botánicas de las abejas respecto de la oferta de polen en la época invernal.

Hipótesis de trabajo [H]

[H]-1. El color de las cargas polínicas está relacionado con su origen botánico.

[H]-2. La variabilidad de especies en las cargas de polen colectadas por las abejas está relacionada con los momentos de la curva de floración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las actividades se organizaron en tres grupos, que se describen a continuación:

1. TRABAJO DE CAMPO.

1.a. Listado de especies en flor. Se consultó la bibliografía disponible para tener conocimiento de las especies en flor en el apiario utilizado para realizar el muestreo (Salgado 2006, Salgado *et al.* 2014).

1.b. Muestreo de cargas polínicas. Las muestras fueron tomadas semanalmente desde el mes de septiembre a diciembre de 2014 y desde enero a abril 2015, para ello se utilizaron trampas caza-polen colocadas en la piquera de 3 (tres) colmenas. Se utilizó un apiario ubicado en la localidad de General Pinedo (provincia del Chaco).

2. TRABAJO DE LABORATORIO.

2.a. Procesamiento de muestras. Se procesaron 18 muestras en total, cada muestra fue pesada y luego fue deshidratada por el método de liofilizado para su conservación, se estimó el peso final y luego fueron colocadas en freezer (Lám. 1: A). Posteriormente, las muestras fueron separadas y clasificadas por color en 66 submuestras, en base a la cartilla propuesta en <http://www.sheffieldbeekeepers.org.uk/tools/pollen-chart/>.

2.b. Procesamiento de polen y obtención de preparados. Las muestras de polen que fueron clasificadas por color se procesaron individualmente. Para obtener la mayor información posible, el procesamiento de las muestras se procedió de dos maneras:

Procedimiento 1: se analizaron cargas corbiculares individuales seleccionadas por color, para determinar si son cargas mixtas o pertenecen a un solo recurso floral (Lám. 1: B).

Procedimiento 2: se tomaron varias cargas de distintos colores de la muestra total. En el preparado obtenido se contaron entre 300 y 700 granos de polen, dependiendo principalmente del carácter pluri-o monofloral de la muestra total (Lám. 1: C).

Los granos de polen de ambos procedimientos fueron sometidos a la técnica de acetólisis (Erdtman 1960) montados en preparaciones permanentes, incluidas en gelatina glicerina y sellados con parafina (Lám. 1: D, F, G, H). Todas las observaciones, descripciones y análisis se realizaron con microscopio óptico Leica CME. Para realizar las descripciones de los granos de polen se utilizó la terminología sugerida por Punt *et al.* (2007). Se obtuvieron fotografías digitales de los granos de polen con la cámara Leica ICC50W del equipo Leica DM500.

Además, se realizaron preparaciones temporarias para su observación y registro fotográfico con microscopio electrónico de barrido JEOL 5800LV.

2.c. Evaluación del contenido proteico. Fueron seleccionadas cargas corbiculares pertenecientes a 13 especies para evaluar su contenido de nitrógeno y proteína total mediante el Método Kjeldahl. Se seleccionaron teniendo en cuenta que la frecuencia de aparición en la muestra total fuera: Dominante o Secundario (Louveaux *et al.* 1978).

3. TRABAJO DE GABINETE.

3.a. Análisis cualitativo. El análisis cualitativo de mieles indica la diversidad polínica que posee la muestra o espectro polínico (Maurizio y Louveaux 1965, Louveaux 1968, Louveaux *et al.* 1978). La identificación taxonómica de los tipos polínicos se realizó por comparación con preparados de referencia de la flora melífera del Chaco presentes en la Palinoteca de la UNNE (PAL-CTES) y con ilustraciones de Atlas Palinológicos (Markgraf & D'Antoni 1978, Pire *et al.* 1992, 1994, 1998, 2001, 2013). Las determinaciones se realizaron a nivel de especie, género o familia.

Preparados del procedimiento 1. Las mediciones se realizaron en 20 granos de polen y se midieron los siguientes parámetros: eje polar (P), diámetro ecuatorial (E), aperturas, exina y elementos esculturas (e.g. espinas). Los resultados obtenidos fueron cargados en tablas de Excel para realizar cálculos de estadística descriptiva para completar las descripciones morfológicas de cada especie determinada. Los valores utilizados fueron: rango de tamaño (valores Mínimos y máximos), desvío estándar y moda.

Preparados del procedimiento 2. Se contaron y clasificaron por especie, aproximadamente 500 granos de polen por muestra. Una vez finalizado el conteo, los resultados fueron cargados a una planilla de Excel para calcular los porcentajes relativos de cada tipo polínico dentro de la muestra. Se calcularon los porcentaje relativo a la cantidad de polen contado y se establecieron los rangos de frecuencia: Dominante (D), Secundario (S), de Menor Importancia (M) y en Traza (T). Posteriormente se determinaron las clases de frecuencia según Louveaux *et al.* (1978).

3.b. Análisis estadístico. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis descriptivos y multivariados. Todos los datos generados fueron cargados en tablas de Excel y luego analizados estadísticamente. Con la matriz de abundancia relativa (porcentajes) de los tipos polínicos encontrados se realizaron análisis de componentes principales (PCA) y análisis de agrupamiento, utilizando distancia de Jaccard y el algoritmo UPGMA para la elaboración del dendrograma.



Lámina 1. Etapas del procesamiento de las cargas corbiculares. A. Muestras semanales. B. Submuestras de polen de *Helianthus annuus*. C. Cargas de diferentes colores de la muestra total. D y F. Cambio de color de los granos de polen en contacto con el ácido acético (reacción química), D. de izquierda a derecha: naranja a verde en tipo *Bacharis-Eupatorium*, amarrillo a amarrillo brillante en tipo-Croton. F. De izquierda a derecha; amarrillo y beige a naranja en *Sphaeralcea bonariensis*. E. Muestrario de la diversidad de colores hallada. G. Muestras en baño a 100°C – etapa del proceso de acetólisis. H. Color de las muestras después del proceso de acetólisis. I. Clasificación de las muestras en submuestras por tonalidad y color.

Tabla 1. Características morfológicas de los granos de polen de las especies identificadas en las cargas corbiculares.

Familia	Especie	Muestra	Unidad de dispersión	Polaridad	Simetría	Diámetro Min-Max	P μm		E μm		P/E		Forma
							Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	5b	Monade	Apolar	Radiosimétrico	22 - 25							Esferoidales
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	16	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		18	30	21	28	80	110	Prolato esferoidales a Oblatos
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	14b,i	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		29	32	28	32	94	114	
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	7a-8a-9a-10a-11a-14a	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		32	34	30	32	100	113	Esferoidales
	<i>Senecio grisebachii</i>	5a-6a-11b	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		25	30	23	28	100	122	Esferoidales
	<i>Taxaracum</i> sp.	2a	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		24	28	24	28	100	110	Esferoidales
	tipo <i>Baccharis-Eupatorium</i>	10b,d-12b-14f	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		16	22	15	20	100	127	Esferoidales
	<i>Verbesia</i> sp.	3a-12a	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		22	25	20	25	100	110	Esferoidales
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>	67	Monade	Heteropolar	Radiosimétrico		18	22	15	18	111	138	Prolatos
Brasicaceae	<i>Brassica napus</i>	1b-2b,c-5c-6c-7b-8b	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		20	24,5	20	27	74	108	Suboblato a prolato
Cactaceae	<i>Opuntia quimilo</i>	8c	Monade	Apolar	Radiosimétrico	98 - 122							Esferoidales
Cannabaceae	<i>Celtis tala</i>	9b	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		16	23	21	25	64	88	Suboblatos a oblatos
Capparidaceae	<i>Cynophalla retusa</i>	15	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		23	32	21	24	110	150	Prolato esferoidales
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i>	6b-7c-8b-9f-9c	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		50	60	35	41	132	167	Prolatos
	tipo-Croton	7d,e-10c-11c,d,e-12c-14d	Monade	Apolar	Radiosimétrico	39 - 44							Esferoidales
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	6d	Políade	-	Bisimétrico		40	50	36	45	29	35	Poliades
	<i>Erythrina crista-galli</i>	2g	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		17	25	25	31	57	96	Oblatos
	<i>Gleditzia amarphoides</i>	3b	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		25	32	20	29	103	145	Esferoidales
	<i>Glycine max</i>	15-16	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		18	21	18	20	95	100	Esferoidales
	<i>Prosopis alba</i>	1e-2d-8e-9d-14e-14j	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		25	30	20	39	72	150	Esferoidales
	<i>Prosopis ruscifolia</i>	1d	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		40	49	37	48	89	126	Prolatos
	<i>Prosopis</i> sp.	5e	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		43	52	30	45	111	143	Suboblatos a subprolatos
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonaeriensis</i>	1f-2e-2f-3d,e-5d-6e	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		31	39	36	45	80	100	Oblato esferoidales
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	1c	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		40	49	37	48	89	126	Prolato esferoidales
Nintaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i>	9-16	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		28	34	28	38	100	110	Esferoidales
Indeterminado		3c	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		53	65	30	46,5	123	203	Prolato esferoidales a prolato
Poaceae	<i>Zea mays</i>	14c	Monade	Heteropolar	Radiosimétrico	31 - 46							Esferoidales
Poligonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	13-16	Monade	Apolar	Asimétrico	60 - 68							Esferoidales
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	11f-12b-14h	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		24	39	29	33	80	93	Suboblatos a oblato esferoidales
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	1a	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		28	35	29	33	88	117	Prolatos a esferoidales
Verbenaceae	<i>Aloysa</i> sp.	9	Monade	Isopolar	Radiosimétrico		21	25	23	25	80	100	Esferoidales

Tabla 1. Continuación.

Familia	Especie	Muestra	numero	tipo	Aperturas			Exina			elementos positivos suprategales
					Colpo (μm)	Poro (μm)	Membrana apertural	Espesor	estructura	escultura	
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	5b	5 a 6	Poros				1	Tectada	Rugulada	
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	16	3	Colporos	20 - 26	2 x 10		1,5	Semitectada	Microreticulada	
	<i>Schinopsis lorentzii</i>	14b,i	3	Colporos				2	Semitectada	Reticulada	
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	7a-8a-9a-10a-11a-14a	3	Colporos	13 - 15	5 - 8		1	Tectada	Equinada	Espinias
	<i>Senecio grisebachii</i>	5a-6a-11b	3	Colporos	17 - 19			3	Tectada	Equinada	Espinias
	<i>Taxaracum</i> sp.	2a	3	Colporos	1,5			Semitectada	Lofada	Espinulas	
	tipo Baccharis-Eupatorium	10b,d-12b-14f	3	Colporos	1			Tetada	Equinada	Espinulas	
	<i>Verbesia</i> sp.	3a-12a	3	Colporos	5			Tectada	Equinada	Espinias	
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>	67	3	Colporos				1	Tectada	Suprareticulada	
Brasicaceae	<i>Brassica napus</i>	1b-2b,c-5c-6c-7b-8b	3	Colpos	11 - 17			2	Semitectada	Reticulada	
Cactaceae	<i>Opuntia quimilo</i>	8c	8 a 10	Poros				2	Semitectada	Reticulada	
Cannabaceae	<i>Celtis tala</i>	9b	3	Poros				1	Tectada	Psilada	
Capparidaceae	<i>Cynophalla retusa</i>	15	3	Colporos			granulada	1	Tectada	Espinulada	Nanoespinas
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i>	6b-7c-8b-9f-9c	3	Colporos	40 - 50			2	Tectada	Perforada	
	tipo-Croton	7d,e-10c-11c,d,e-12c-14d	-	-				3	Atectada	Baculada	
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	6d	64 (4 c/u)	Poros	18 - 25	5 - 9	granulada	0	Tectada	Escabrada	
	<i>Erythrina crista-galli</i>	2g	3	Poros				1	Tectada	Supra-reticulada	
	<i>Gleditzia amorphoides</i>	3b	3	Colporos				2	Semitectada	Reticulada	
	<i>Glycine max</i>	15-16	3	Colporos				1	Tectada	Supra-reticulada	
	<i>Prosopis alba</i>	1e-2d-8e-9d-14e-14j	3	Colporos				1,5	Tectada	Psilada	
	<i>Prosopis ruscifolia</i>	1d	3	Colporos				2	Tectada	Escabrada	Granulos
	<i>Prosopis</i> sp.	5e	3	Colporos				5	Tectada	Psilada	
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonaerensis</i>	1f-2e-2f-3d,e-5d-6e	3	Colporos				1	Tectada	Equinada	Espinias
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	1c	4	Colporos	28 - 35			2	Tectada	Psilada	
Nintaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i>	9-16	3	Colpos			granulada	2	Tectada	Equinulada-perforada	Nano-espinulas
Indeterminado		3c	3	Colporos	39 - 55		granulada	2	Tectada	Estriada	
Poaceae	<i>Zea mays</i>	14c	1	Poros		1,5 - 2,5		1	Tectada	Psilada	
Poligonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	13-16	10 a 14	Poros				5	Semitectada	Reticulada	
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	11f-12b-14h	8	Colporos	10 - 15			2,5	Tectada	Perforada-equinulada	Espinulas
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	1a	4	Colporos	19 - 25			2	Semitectada	Reticulada	
Verbenaceae	<i>Aloysia</i> sp.	9	3	Colporos	20 - 23	3 x 10		1,5	Tectada	Escabrada	Gránulos

Clave dicotómica para el reconocimiento de especies poliníferas del Chaco Seco

1. Granos de polen que se dispersan en políades	<i>Acacia aroma</i> (Lam 3,Ñ-O)
1'. Granos de polen que se dispersan en móndades	2
2. Sin aperturas, apolares	<i>Croton sp.</i> (Lam 3,M-N)
2'. Con aperturas	3
3. Apolares, pantoporados (poros distribuidos sobre toda la superficie del grano)	4
4. Exina semitectada reticulada`	5
5. Poros circulares chicos ubicados en algunos lúmenes del retículo <i>Polygonum hydropiperoides</i> (Lam 5,E-F)	
5'. Poros irregulares grandes y con granulos o gemas en la membrana apertural <i>Opuntia quimilo</i> (Lam 3,E-F)	
4. Exina tectada rugulada	<i>Achatocarpus praecox</i> (Lam 2,A-B)
3'. Isopolares o heteropolares.....	6
6. <u>Exina semitectada</u>	
7. Lofada	<i>Taraxacum sp.</i> (Lam 2,M-N)
7'. reticulada	8
8. Granos colpados	<i>Brassica napus</i> (Lam 3,C-D)
8'. Granos colporados	9
9. Exina retículo-estriada, 3 colporados	10
10. Tamaño mediano, de 29 a 32 μm en eje polar.....	<i>Schinopsis lorentzii</i> (Lam 2,E-F)
10'. Tamaño pequeños, de 18 a 30 μm en eje polar	<i>Schinus molle</i> (Lam 2,C-D)
9'. Exina microreticulada,	
11. Granos 4-colporados.....	<i>Citrus sp.</i> (Lam 5,I-J)
11. Granos 3-colporados	<i>Gleditzia amorphoides</i> (Lam 4,C-D)
6'. Exina tectada,	
12. Sin elementos suprategiales.	
13. Granos psilados o suavemente escabridos	
14. Porados.....	15
15 1-porado.....	<i>Zea mays</i> (Lam 5,C-D)
15 3-porado	<i>Celtis tala</i> (Lam 3,G-H)
14. Colporados	
16. Granos 3-colporados	17
17. Exina psilada.	
18. Granos medianos, mayores de 25 μm	<i>Prosopis alba</i> (Lam 4,E-F)
18. Granos medianos, mayores de 40 μm	<i>Prosopis sp.</i> (Lam 4,I-J)
17. Exina escabrida, granos medianos de 40 a 49 μm ... <i>Prosopis ruscifolia</i> (Lam 4,G-H)	
16. Granos 4-colporados, 40 a 49 μm medianos	<i>Melia azedarach</i> (Lam 4,M-N)
13'. Granos psilados, perforados o escabridos.....	19
19. Prolatos	<i>Sapium haematospermum</i> (Lam 3,K-L)
19. Esferoidales	<i>Aloysia sp.</i> (Lam 5,K-L)
12. Con elementos suprategiales.....	20
20. Retículo suprategital,	21
21. Granos 3 porados. Oblato-esferoidales y pequeños, de 17 a 25 μm .. <i>Erythrina crista-galli</i> (Lam 4,A-B)	
21. Granos 3-colporados. Prolato-esferoidales y pequeños, de 10 a 15 μm	<i>Glycine max</i> (Lam 5,M-N)
20. Elementos positivos de distinto tamaño	22
22. Elementos positivos menores de 1 μm , nanoespinas	<i>Cinophala retusa</i> (Lam 3,I-J)
23. Granos colpados	<i>Pisonia zapallo</i> (Lam 4,Ñ-O)
23. Granos colporados	24
24. Granos 6-7 colporado	<i>Borreria verticillata</i> (Lam 5,G-H)
24. Granos 3-colporados, estriados, de 53 a 65 μm	<i>Indeterminado 3c</i> (Lam 5,A-B)
22. Elementos positivos mayores de 1 μm	25
25. Espinulas, 2 a 2,5 μm	26
26. Granos de 16 a 22 μm , espinas angostas de 1 a 1,5 μm ...tipo- <i>Baccharis-Eupatorium</i> (Lam 2,Ñ-O)	
26. Granos de 25 a 30 μm , espinas anchas de 2 a 3,5 μm	<i>Senecio grisebachii</i> (Lam 2,K-L)
25. Espinas, 4 a 7 μm	27
27. Granos de 32 a 34 μm	<i>Helianthus annuus</i> (Lam 2,I-J)
27. Granos de 22 a 25 μm	<i>Tipo Verbesia</i> (Lam 2,G-H)

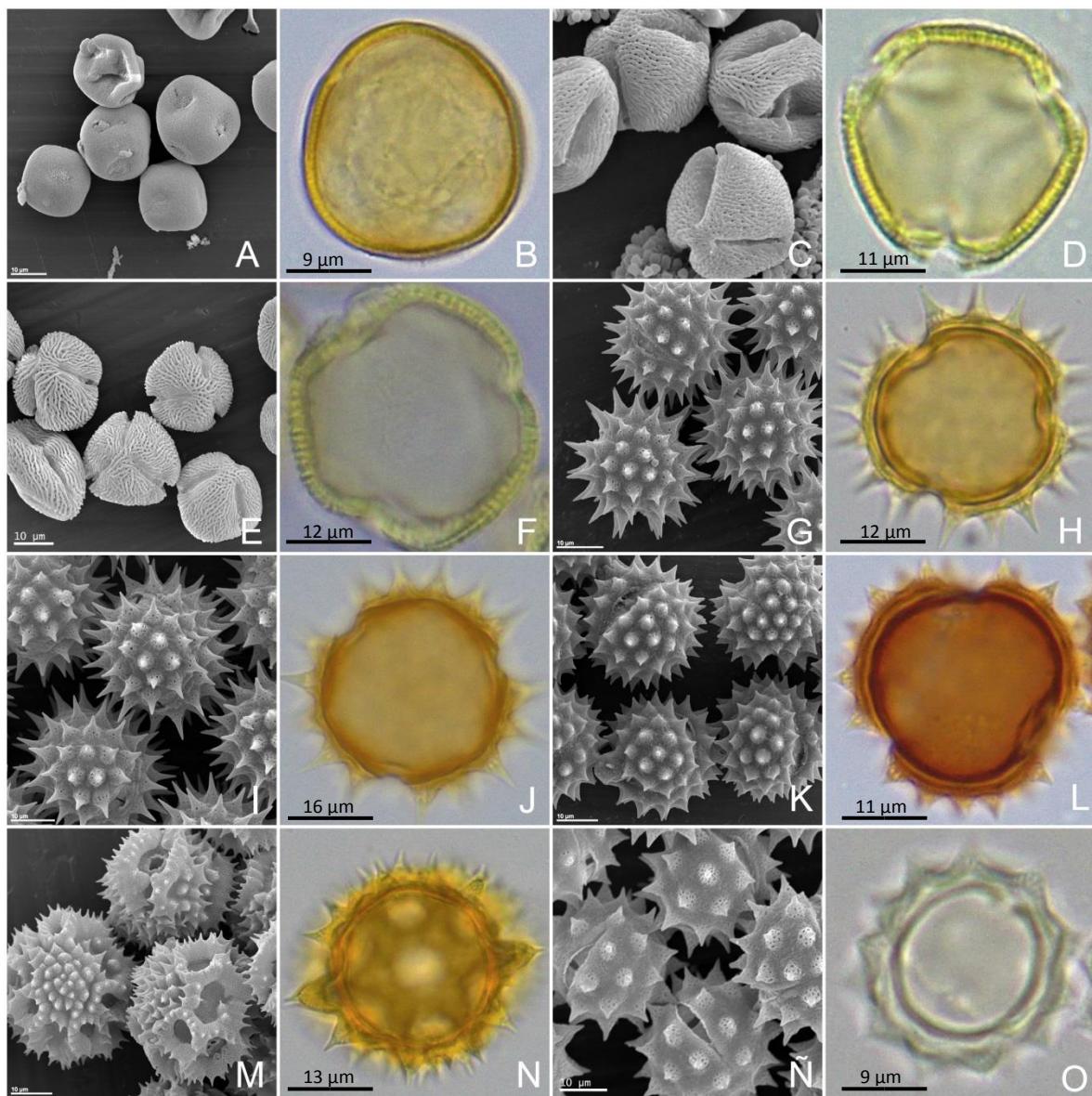


Lámina 2. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares. A-B. *Achatocarpus praecox*. C-D. *Shinus molle*. E-F. *Schinopsis lorentzii*. G-H. *Verbesia* sp. I-J. *Helianthus annuus*. K-L. *Senecio grisebachii*. M-N. *Taraxacum* sp. y Ñ-O. Tipo *Baccharis-Eupatorium*.

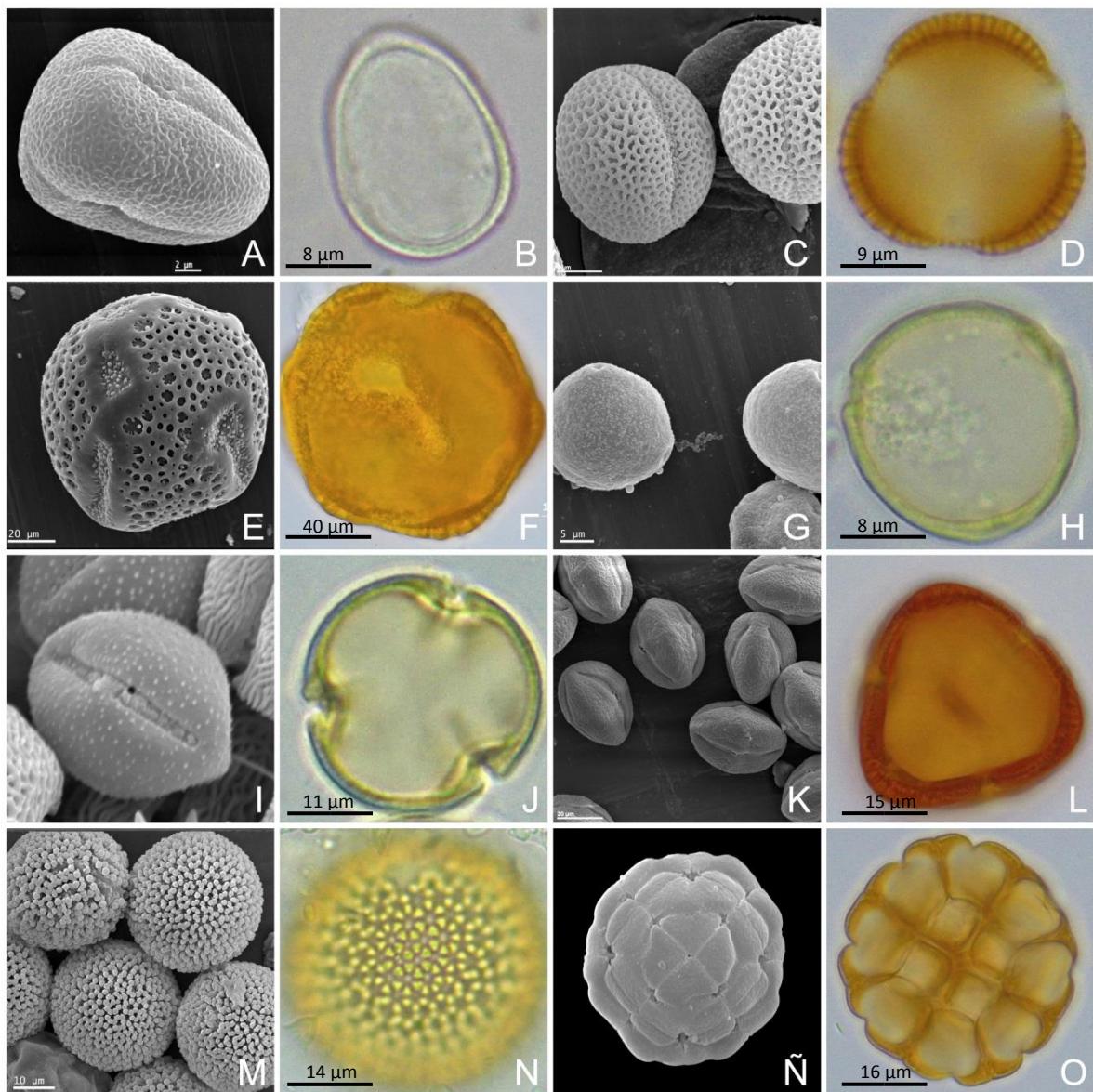


Lámina 3. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares. A-B. *Echium plantagineum*. C-D. *Brassica napus*. E-F. *Opuntia quimilo*. G-H. *Celtis tala*. I-J. *Cynophalla retusa*. K-L. *Sapium haematospermum*. M-N. *Croton* sp. Ñ-O. *Acacia aroma*.

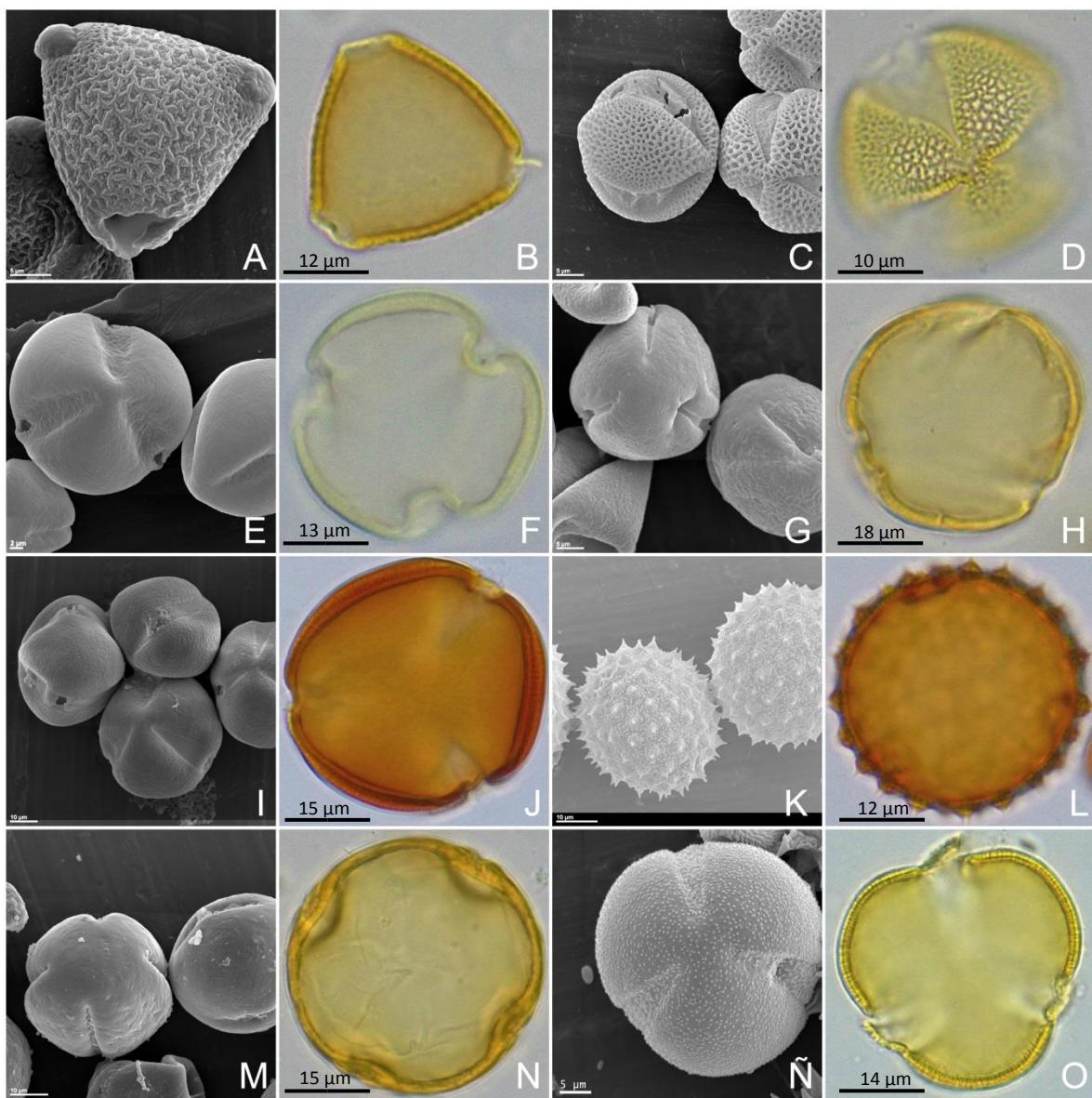


Lámina 4. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares. A-B. *Erythrina crista-galli*. C-D. *Gleditzia amorphoides*. E-F. *Prosopis alba*. G-H. *Prosopis ruscifolia*. I-J. *Prosopis* sp. K-L. *Sphaeralcea bonariensis*. M-N. *Melia azedarach*. Ñ-O. *Pisonia zapallo*.

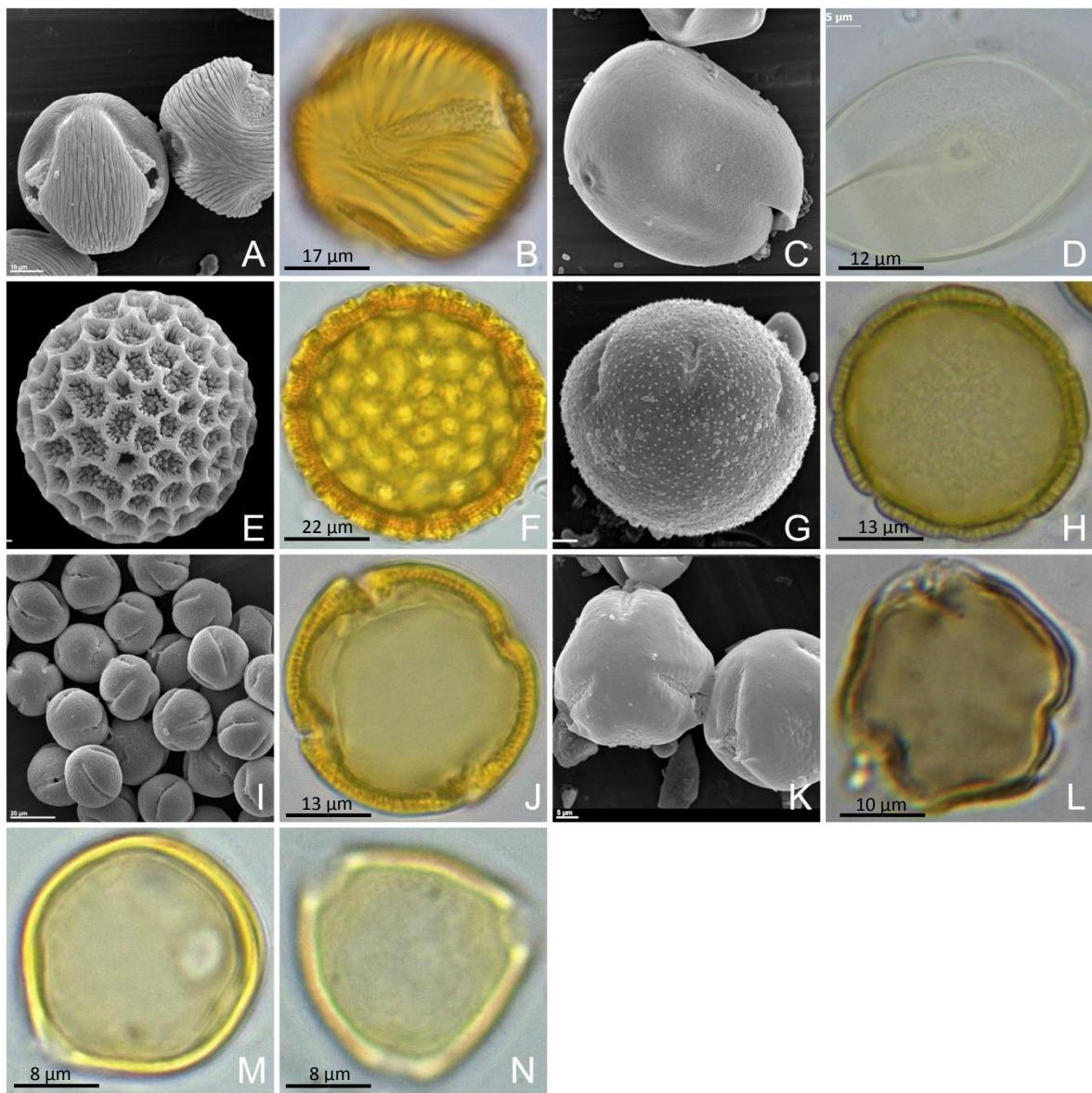


Lámina 5. Fotografías con microscopio electrónico de barrido y óptico de las especies registradas en cargas corbiculares. A-B. *Indeterminado 3c*. C-D. *Zea mays*. E-F. *Polygonum hidropiperoides*. G-H. *Borreria verticillata*. I-J. *Citrus* sp. K-L. *Aloysia* sp. M-N. *Glycine max*.

RESULTADOS

El análisis de las muestras permitió determinar los granos de polen en distintos categorías taxonómicas: veintitrés (23) a nivel específico, nueve (5) a nivel genérico, dos (2) a tipo-polínico y un (1) taxa no pudo ser determinado (Fig. 1).

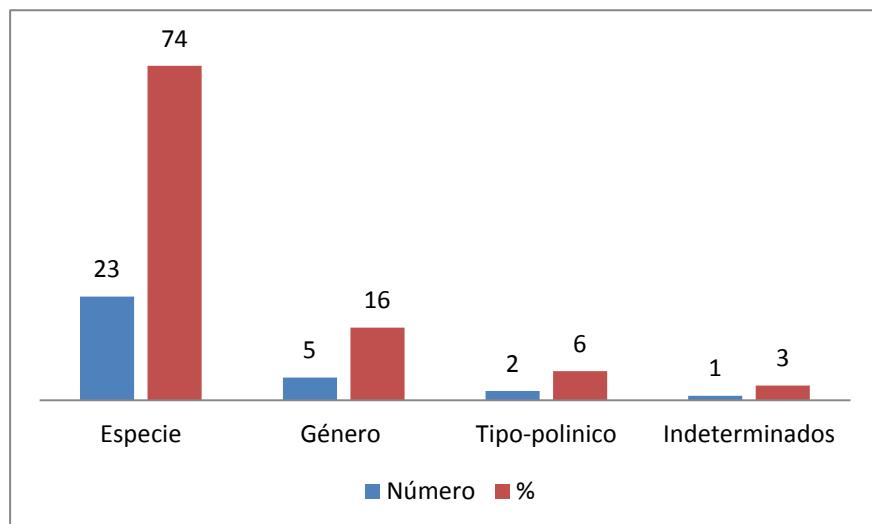


Fig. 1. Nivel de identificación de los taxa registrados en las muestras.

Las familias que presentaron la mayor cantidad de taxa fueron las Fabaceae (7 taxa = 23%) y Asteraceae (5 taxa = 17%), algunas con solo dos (2) taxa, tales como: Euphorbiaceae (7%) y Anacardiaceae (7%). El 46% restante estuvo representado por familias con un solo taxa: Achatocarpaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Cactaceae, Cannabaceae, Capparidaceae, Malvaceae, Meliaceae, Nyctaginaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Rutaceae y Verbenaceae (Fig. 2).

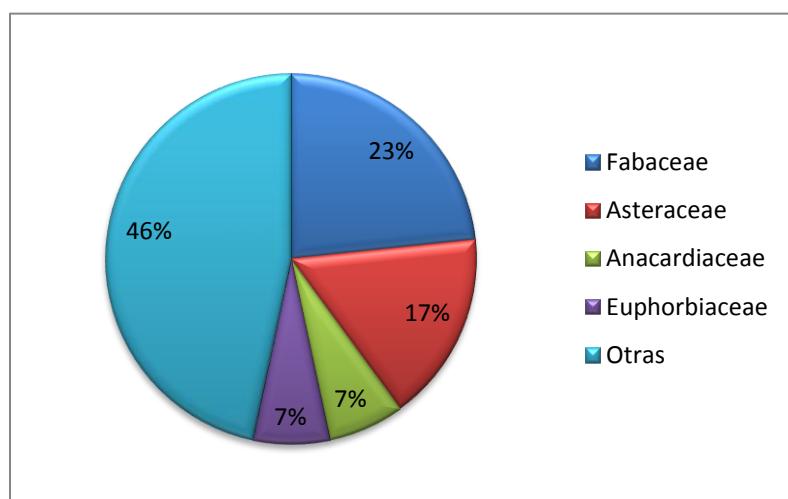


Fig. 2. Familias botánicas representadas en las muestras de cargas corbiculares.

Fue identificado un total de 31 taxa (Fig. 3), los mismos correspondieron principalmente a especies nativas (81%) y un número menor perteneció a especies exóticas (19%), distribuidos en dieciocho (18) familias vegetales.

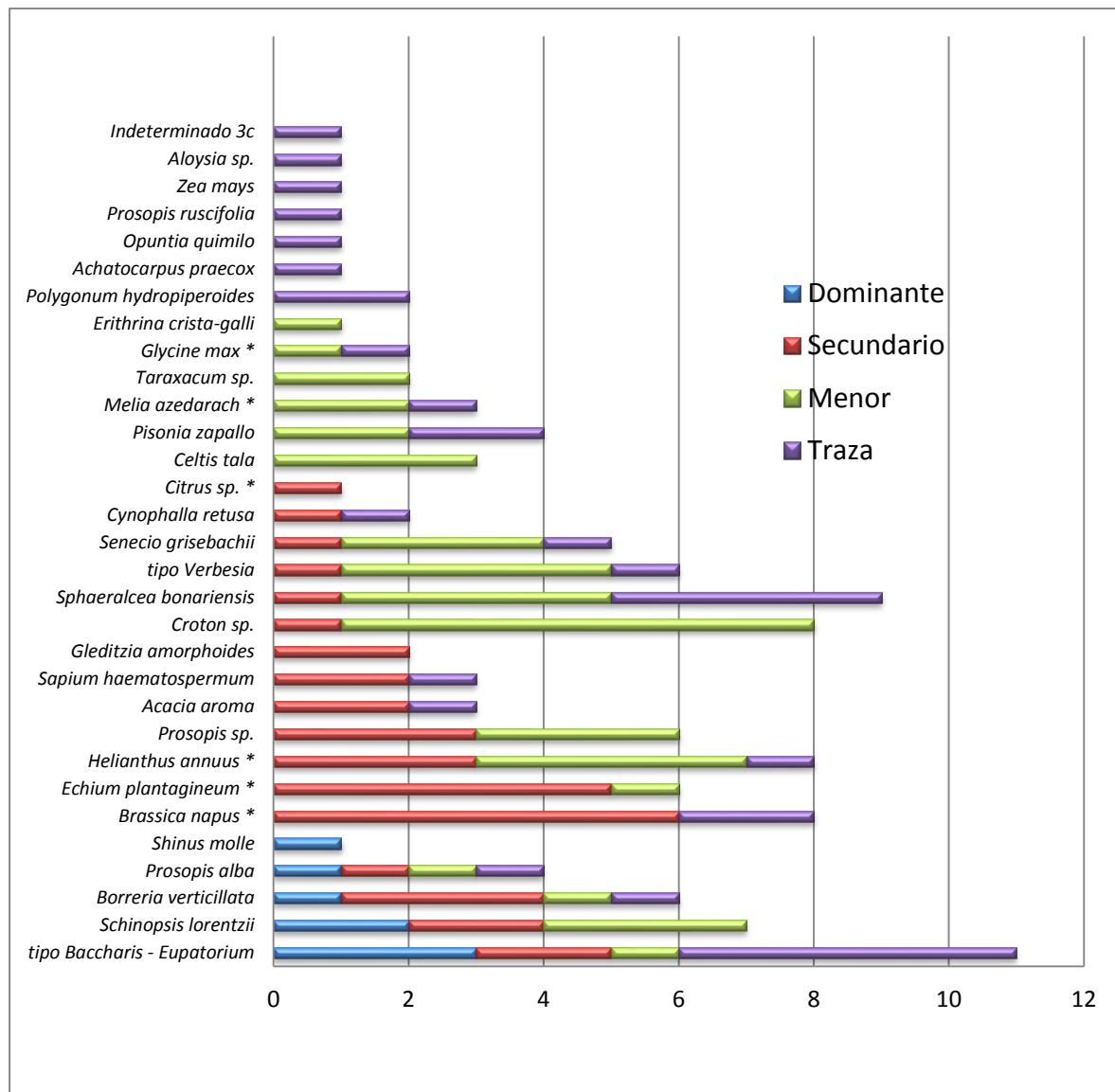


Fig. 3. Frecuencia de aparición y clases de frecuencia de los taxa registrados en las muestras de cargas corbiculares. El asterisco indica las especies exóticas.

1. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LOS GRANOS DE POLEN

La morfología del polen de las distintas especies registradas en las cargas polínicas se resumen en la Tabla 1, en la cual se exponen los valores mínimos y máximos de las mediciones de los siguientes parámetros: en los granos de polen apolares se midió el diámetro (D), en los granos de polen con polaridad definida se midieron: eje polar (P), diámetro ecuatorial (E) y se calculó P/E para definir la forma de los mismos. Además, se detalla el tipo de unidad de dispersión, polaridad y simetría. Sobre la base de estas descripciones se pudo confeccionar una Clave dicotómica para su reconocimiento en muestras de polen colectado por abejas.

2. RELACIÓN ENTRE EL ORIGEN FLORAL Y EL COLOR DE LAS CARGAS CORBICULARES

En la Tabla 2 se presentan las especies identificadas en las submuestras previamente clasificadas por color, a las que se les asignó nombres de los colores tomados de un muestrario adaptado a este fin (ver <http://www.sheffieldbeekeepers.org.uk/tools/pollen-chart/>).

Tabla 2. Origen botánico y color de las cargas corbiculares. El asterisco indica las especies exóticas.

Familia	Especie	Color	
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	BLUE CROCUS	
Anacardiaceae	<i>Shinus molle</i>	POOPLE	
Asteraceae	<i>Taraxacum sp.</i> <i>Helianthus annuus</i> *	WILLOW COMMON LIME	
	<i>Senecio grisebachii</i>	YELLOW CROCUS	BLUEBELL PLANTAIN
	<i>tipo Baccharis - Eupatorium</i>	DOGWOOG	FLOWER CURRANT
	<i>Verbesia sp.</i>		WILD HONEY SUCLDE
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i> *	RED HORSE CHESTNUT	
Brassicaceae	<i>Brassica napus</i> *	BROCOLI	HIMALAYAN BALSAM
Cactaceae	<i>Opuntia quimilo</i>	BALSAME	
Cannabaceae	<i>Celtis tala</i>	BLUE CROCUS	
Capparidaceae	<i>Cynophalla retusa</i>		
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>		WILD HONEY SUCLDE
	<i>Erythrina crista-galli</i>	BROADBEAN	
	<i>Gleditzia amorphoides</i>		HIMALAYAN BALSAM
	<i>Glycine max</i> *		
	<i>Prosopis alba</i>	HIMALAYAN BALSAM	WILD HONEY SUCLDE
	<i>Prosopis sp.</i>		LING HEATHER
	<i>Prosopis ruscifolia</i>		FLOWER CURRANT
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i>	APPLE CABBAGE	
	<i>Croton sp.</i>	WALLFLOWER	BLUEBELL PLANTAIN
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i>	ONION	HAIRY WILLOWHERB
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> *	LING HEATHER	
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i>		
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>		
Poaceae	<i>Zea mays</i> *	BOR	
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	RASPBERRY	
Rutaceae	<i>Citrus sp.</i> *	IVY	
Verbenacea	<i>Aloysia sp.</i>		
Indeterminado	Indeterminado 3c	MARJOMAN	

Al analizar el polen de cargas corbiculares en forma individual y clasificada por color se corroboró que pertenecían a una sola especie, es decir eran monofloras o monoespecíficas (Lam. 6, A-B). Sin embargo, al procesar y analizar varias cargas de la misma muestra se registraron especies que no habían sido identificadas utilizando el criterio de clasificación por color (Lam. 6, C-D).

La mayoría de las especies presentaron un color de polen particular (Lám. 7). Sin embargo se presentaron algunas excepciones y diferentes combinaciones. Algunas especies presentaron dos colores diferentes (e.g. *Sphaeralcea bonaeriensis*, *Brassica napus*, *Sapium haematospermum*, tipo *Croton* y *Prosopis alba*) (Lam. 8). Una especie estuvo representada por tres colores (Tipo *Baccharis-Eupatorium*) (Lam. 8, M a Ñ) y a su vez presentaron el mismo color: *Achatocarpus praecox* y *Celtis tala* (Lám. 9, A y B) y *Prosopis* sp. y *Melia azedarach* (Lám. 9, C y D).

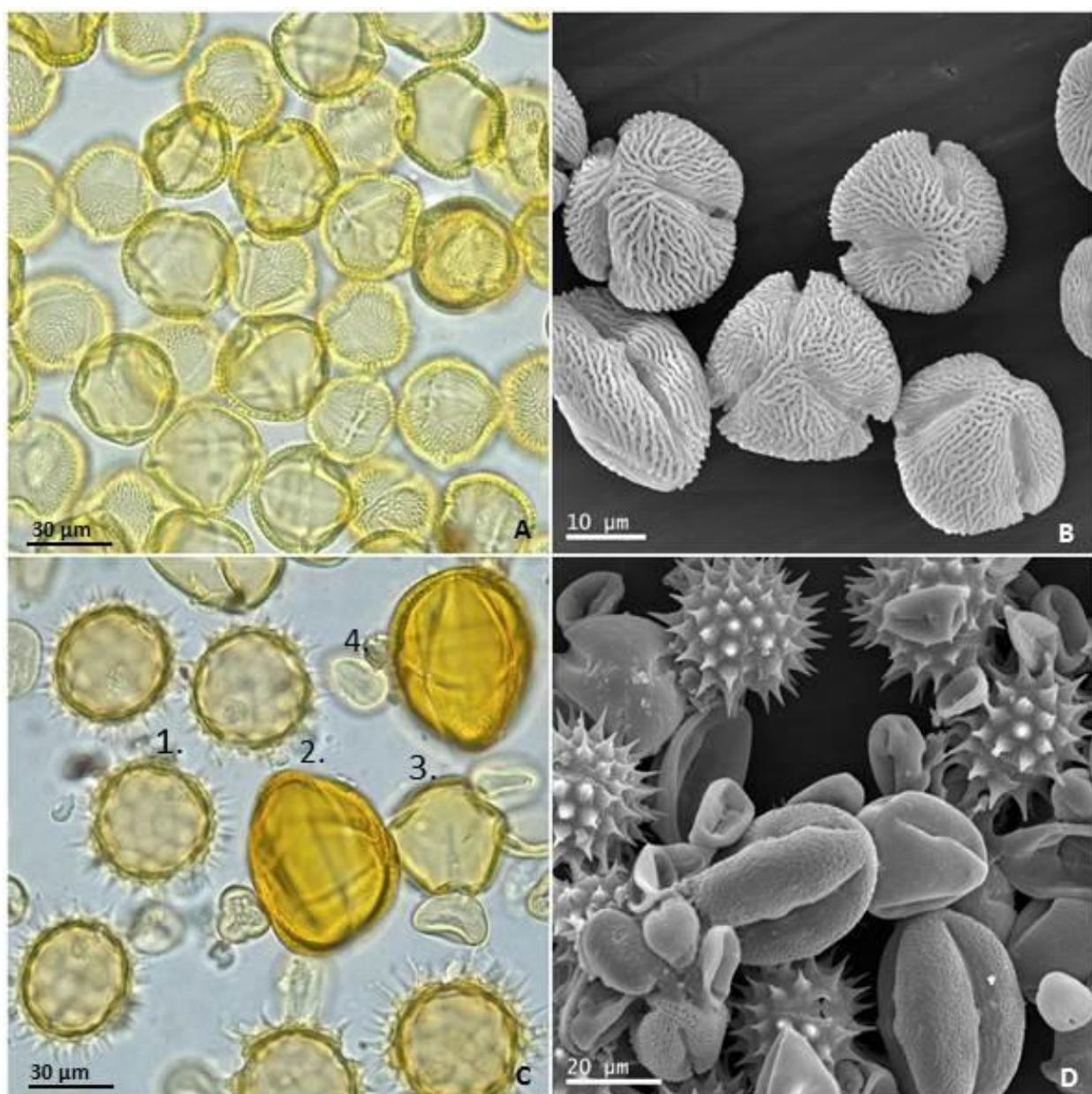


Lámina 6. Fotografías con microscopio óptico y electrónico de barrido de cargas procesadas por separado y en conjunto. A-B. **Submuestra 14b:** *Schinopsis lorentzii*. C-D. **Muestra 9:** mezcla de especies: 1. *Helianthus annuus*, 2. *Sapium haematospermum*, 3. *Aloysia* sp. y 4. *Echium plantagineum*.

3. VARIACIÓN MENSUAL DEL ORIGEN FLORAL

El registro de muestras incluyó siete meses, desde septiembre de 2014 hasta abril de 2015. Se obtuvieron desde 4 muestras en octubre y noviembre, 3 en septiembre y diciembre, 2 en febrero y 1 en los meses de marzo y abril. Algunas especies fueron registradas en un número mayor de cargas corbiculares muestreadas en diferentes meses, lo que indica que la especie posee un periodo de floración más extenso y el recurso es aprovechado por las abejas durante más tiempo (Tabla 3). Los meses que mostraron mayor diversidad de taxa en las muestras obtenidas, fueron septiembre, octubre y noviembre en concordancia con la mayor cantidad de especies en flor disponibles para las abejas.

Tabla 3. Registro polínico del acopio mensual realizado por las abejas. El asterisco indica las especies exóticas.

Estaciones		PRIMAVERA												VERANO			OTOÑO		
Meses		SEPTIEMBRE			OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			FEBRERO		MAR	ABR
Familia	Especie	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>				X														
Anacardiaceae	<i>Shinus molle</i>															X			
	<i>Schinopsis lorentzii</i>															X	X	X	X
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	X	X																
	<i>Helianthus annuus</i> *	X	X			X	X		X	X	X	X			X	X			
	<i>Senecio grisebachii</i>				X	X						X							
	tipo <i>Baccharis</i> - <i>Eupatorium</i>						X			X	X	X			X		X		X
	tipo <i>Verbesia</i>											X		X				X	
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i> *		X		X	X	X	X		X									
Brassicaceae	<i>Brassica napus</i> *	X			X	X	X	X		X									
Cactaceae	<i>Opuntia quimilo</i>				X		X	X											
Cannabaceae	<i>Celtis tala</i>								X										
Capparidaceae	<i>Cynophalla retusa</i>														X				
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>		X		X	X													
	<i>Erythrina crista-galli</i>		X																
	<i>Gleditzia amorphoides</i>		X																
	<i>Glycine max</i> *																X	X	
	<i>Prosopis alba</i>	X	X				X	X						X					
	<i>Prosopis</i> sp.					1													
	<i>Prosopis ruscifolia</i>	1																	
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i>				X	X	X	X	X										
	<i>Croton</i> sp.						X			X	X	X		X		X	X		
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i>	X	X	X	X	X	X			X			X			X			
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> *	X	X																
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i>		X															X	
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>												X				X		
Poaceae	<i>Zea mays</i> *														X				
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>				X					X	X		X	X				X	
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.*	X																	
Indet. 3c			X																
Total de tipos polínicos por muestra		7	6	7	10	6	8	6	4	5	8	5	5	7	3	5	7	2	3

4. VARIACIÓN ESTACIONAL DEL ORIGEN FLORAL

Se observó mayor riqueza de taxa y variabilidad en la **primavera**, es decir entre los meses de septiembre a diciembre (Fig. 4), un menor número fue registrado durante el **verano**, desde la última semana de diciembre y hasta febrero (Fig. 5) disminuyendo hacia el **otoño**, en el mes de marzo y abril (Fig. 6). A pesar de que la zona de muestreo se caracteriza por la presencia de cultivos extensivos como girasol y soja, las preferencias polínicas de las abejas mostraron un amplio abanico de opciones, especialmente de especies nativas. Esto permite poner en valor la posibilidad de adecuar los terrenos para permitir a las especies nativas su crecimiento y de esa manera proveer de polen a las abejas.

Las variaciones estacionales del recurso polínico están dadas por el número de especies en flor y los requerimientos proteicos de la colmena para alimentar a las crías (larvas). El recurso disponible disminuye hacia el otoño, en coincidencia con la disminución de la población de abejas en desarrollo dentro de la colmena (Fig. 6).

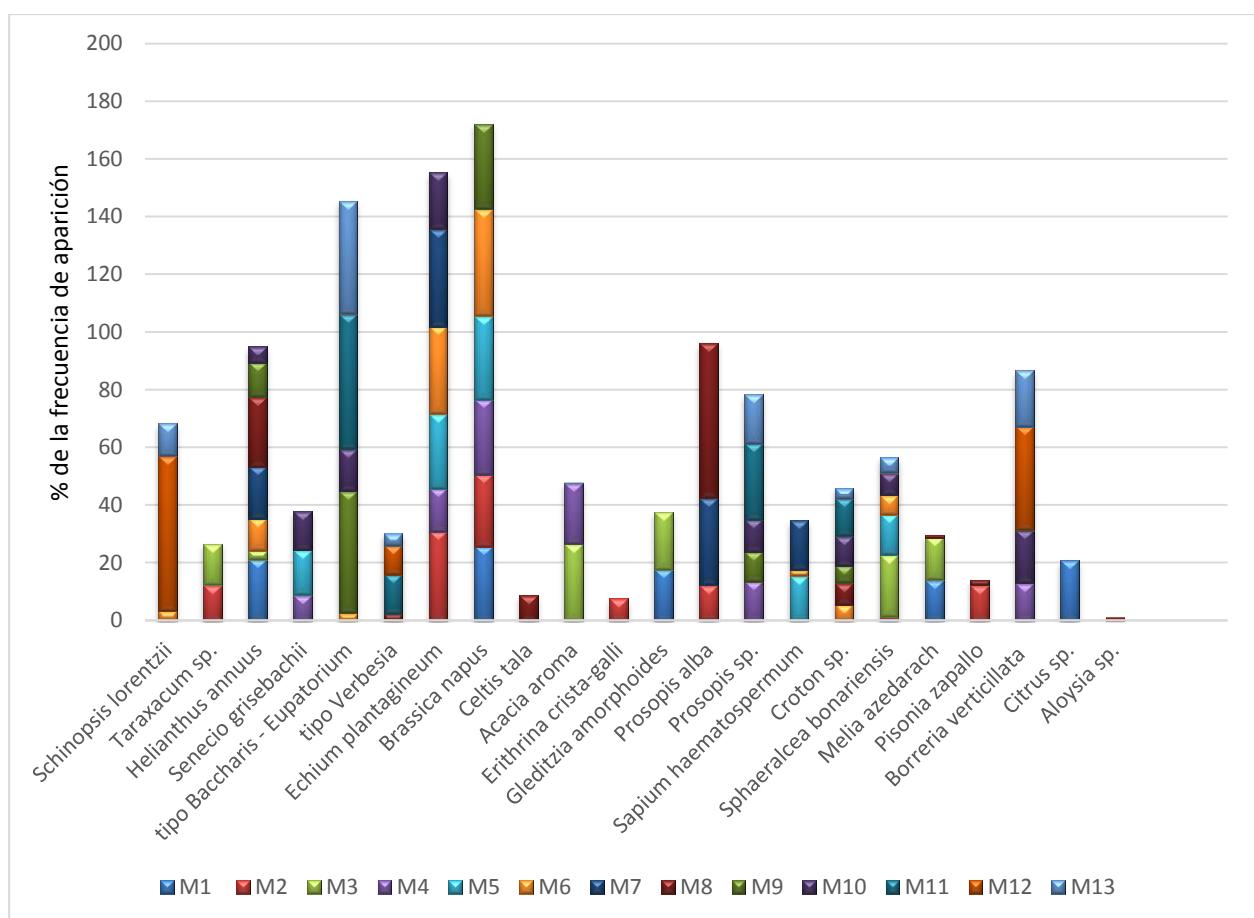


Fig. 4. Representación de los distintos taxa en cada muestra recolectada desde el mes de septiembre hasta diciembre (estación= Primavera).

En la zona de estudio durante los meses de enero y febrero, se registran los más altos valores de temperatura, humedad y precipitaciones, condiciones inapropiadas para que las

abejas realicen la actividad de forrajeo. Esta condición podría estar afectando la diversidad de especies colectadas por las abejas (Fig. 5).

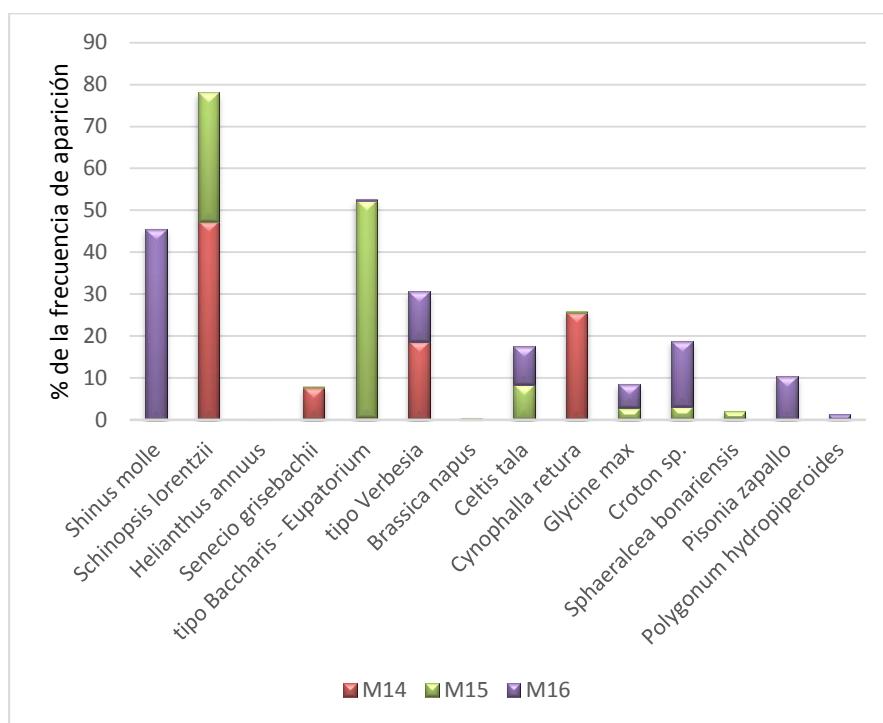


Fig. 5. Representación de los distintos taxa en cada muestra recolectada desde el mes de diciembre hasta febrero (estación= Verano).

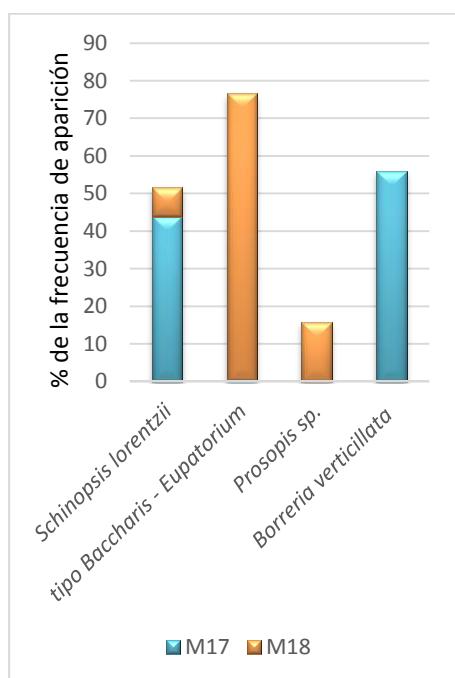


Fig. 6. Representación de los distintos taxa en cada muestra recolectada desde el mes de marzo y abril (estación= Otoño).

5. CONTENIDO PROTEICO DE ALGUNAS ESPECIES

Se seleccionaron 13 especies con frecuencia de aparición alta - Dominante y Secundario - en las muestras de cargas corbiculares. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenido de nitrógeno y porcentaje de proteína total en cargas corbiculares de origen floral conocido.

Familia vegetal	Nombre científico	Nombre común	N (%)	Proteína total (%)
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	2.910	18,19
	<i>Senecio grisebachii</i>	Primavera	3.823	23,89
	Tipo <i>Baccharis-Eupatorium</i>	Chilca	2.485	15,53
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	Quebracho colorado	4.105	25,65
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>	Flor morada	4.970	29,38
Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>	Colza	2.644	16,53
Cactaceae	<i>Opuntia quimilo</i>	Quimil	2.405	15,03
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i>	Curupí	5.675	35,47
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	Aromito	3.820	23,88
	<i>Gleditzia amorphoides</i>	Espina corona	2.806	17,54
	<i>Prosopis alba</i>	algarrobo	3.331	20,81
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i>	Malva	3.117	19,48
	Indeterminado		3.337	20,86

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIANTE

6.1. Análisis de componentes principales.

El PCA realizado mostró una clara separación de las muestras de acuerdo a su origen botánico. La primer componente extraída (CP1) explicó el 33% de la varianza total y se correlacionó negativamente de manera muy significativa con la abundancia relativa del tipo *Baccharis-Eupatorium* (n/v chilca), separando las muestras en el Grupo A con dominancia de este tipo polínico (muestras 9, 11, 13, 15 y 18). La segunda componente (CP2) explicó el 25% de la varianza total y separó las muestras con dominancia del polen

de *Schinopsis lorentzii* (n/v quebracho colorado) y *Borreria verticillata* formando el Grupo B (muestras 12, 14 y 17) hacia el lado negativo del eje. Las restantes muestras se agruparon en el Grupo C en el cuadrante positivo de ambos ejes sin una clara dominancia de ningún tipo polínico (Figura 7).

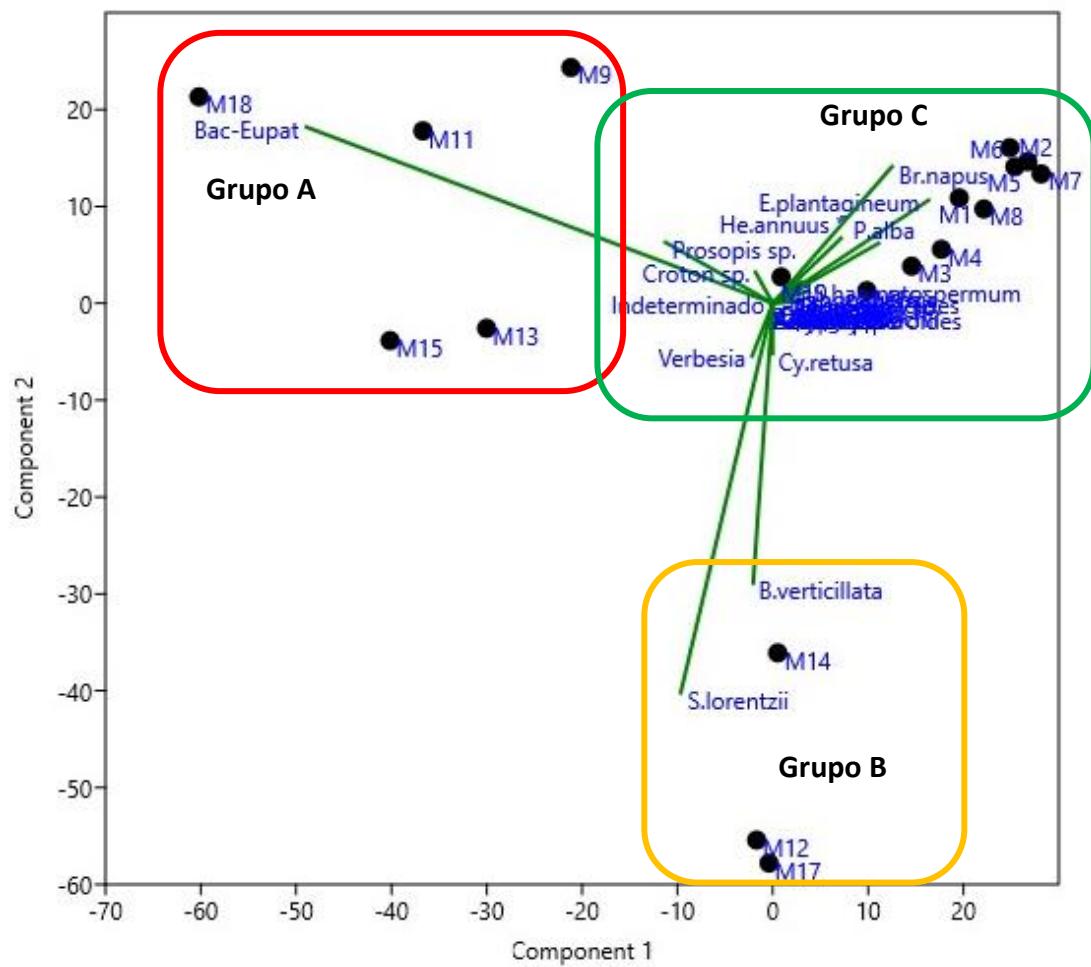


Fig. 7. Biplot elaborado con las dos componentes extraídas del Análisis de Componentes Principales, se observa el agrupamiento de las muestras de acuerdo a su origen botánico.

6.2. *Análisis de Agrupamiento*. En el dendrograma obtenido con el análisis de agrupamiento realizado pudo observarse la conformación de dos Grupos bien definidos, uno con las muestras de septiembre y octubre (muestras 1 a 7) y el otro con las muestras de los restantes meses muestreados, reflejando los cambios temporales en la oferta floral

que disponen las abejas en el sitio analizado (Figura 8). La línea de corte se estableció teniendo en cuenta la composición polínica de las muestras que forman los dos grupos y que reflejan las especies en flor determinando las diferencias temporales en cuanto a la oferta polínica de primavera (Grupo 2) y verano (Grupo 1). En primavera el principal recurso forrajeado por las abejas fue *Helianthus annuus* y *Brassica napus*, especies exóticas explotadas como cultivos extensivos. En tanto que, en verano la principal fuente de proteína la aportaron los quebrachales y chilcales, constituidos principalmente por *Schinopsis lorentzii* (quebracho colorado) y tipo *Baccharis-Eupatorium* (chilca).

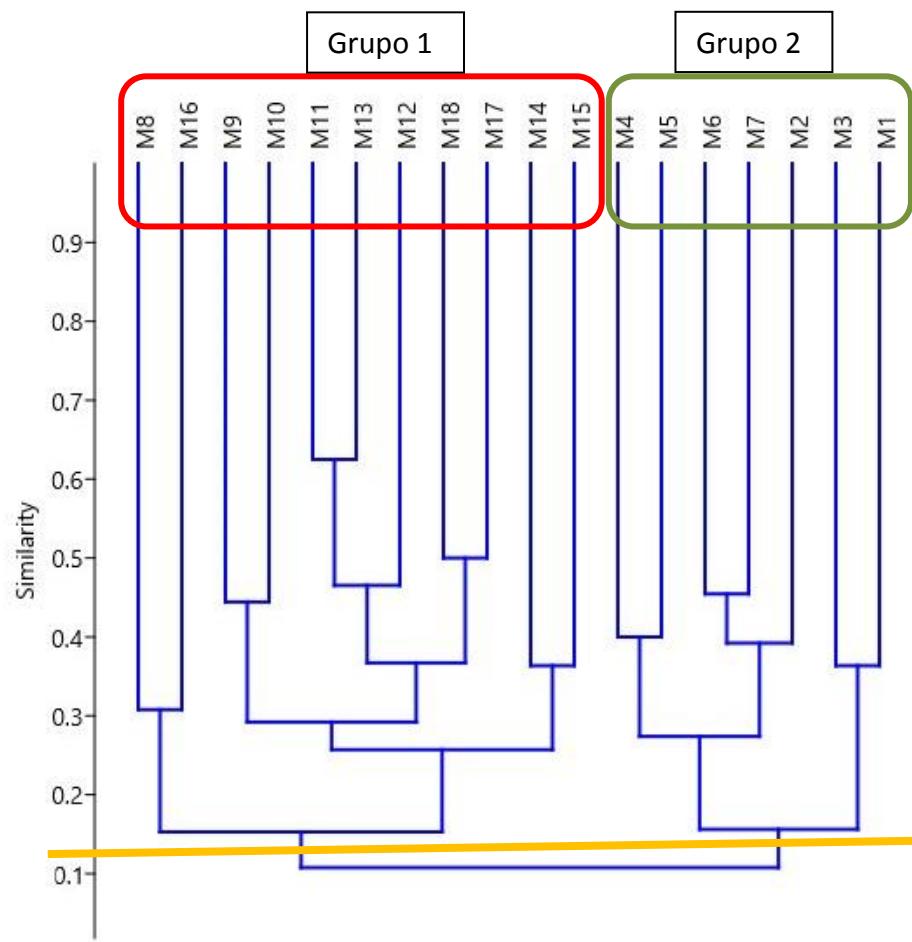


Figura 8: Dendrograma obtenido por el Análisis de agrupamiento realizado.

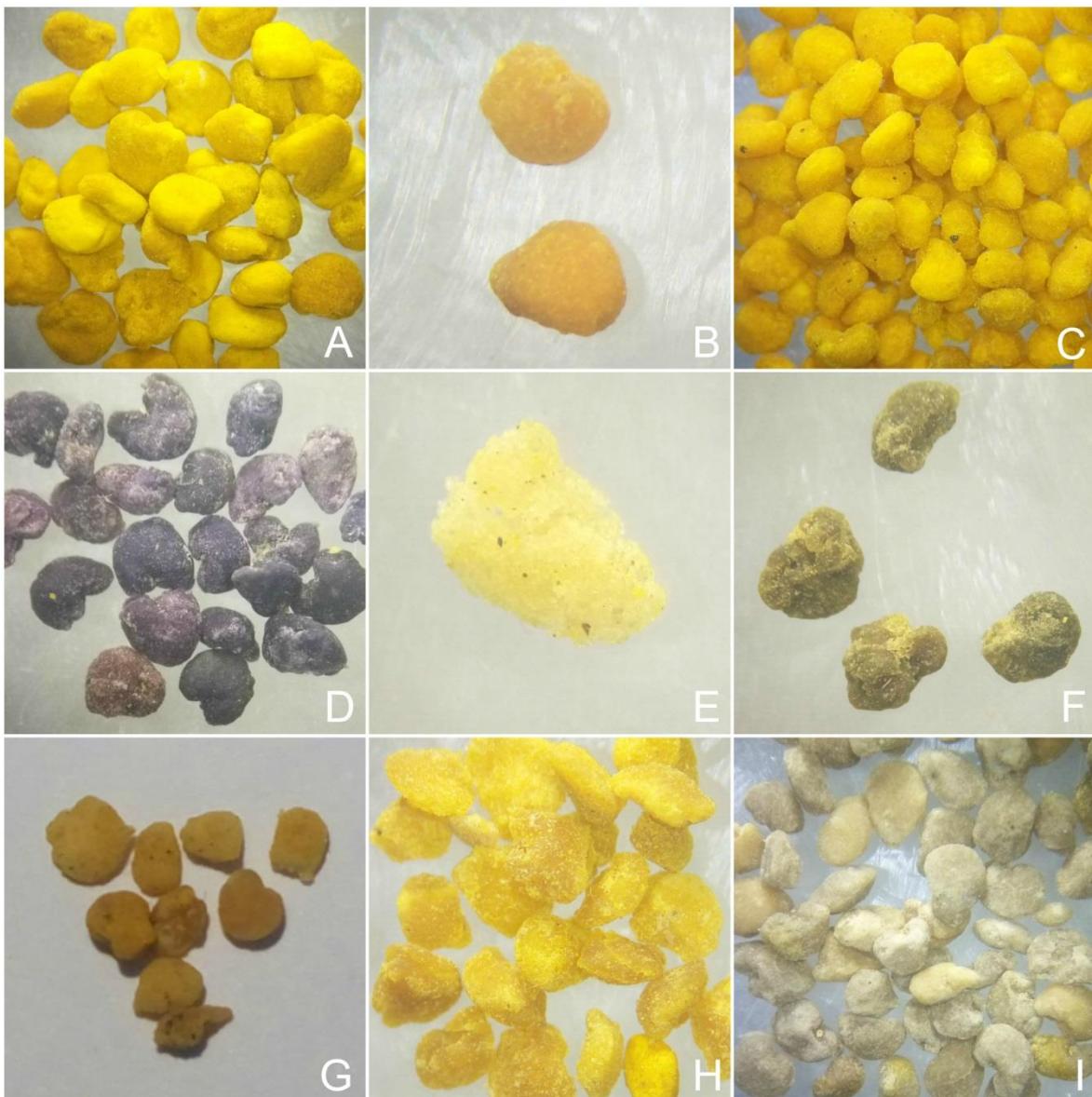


Lámina 7. Cargas corbiculares en las que se observó correspondencia con un único origen floral. A. *Schinopsis lorentzii*. B. *Taraxacum* sp. C. *Helianthus annuus*. D. *Echium plantagineum*. E. *Opuntia quimilo*. F. *Erythrina crista-galli*. G. *Sapium haematospermum*. H. *Zea mays* e I. *Borreria verticillata*.

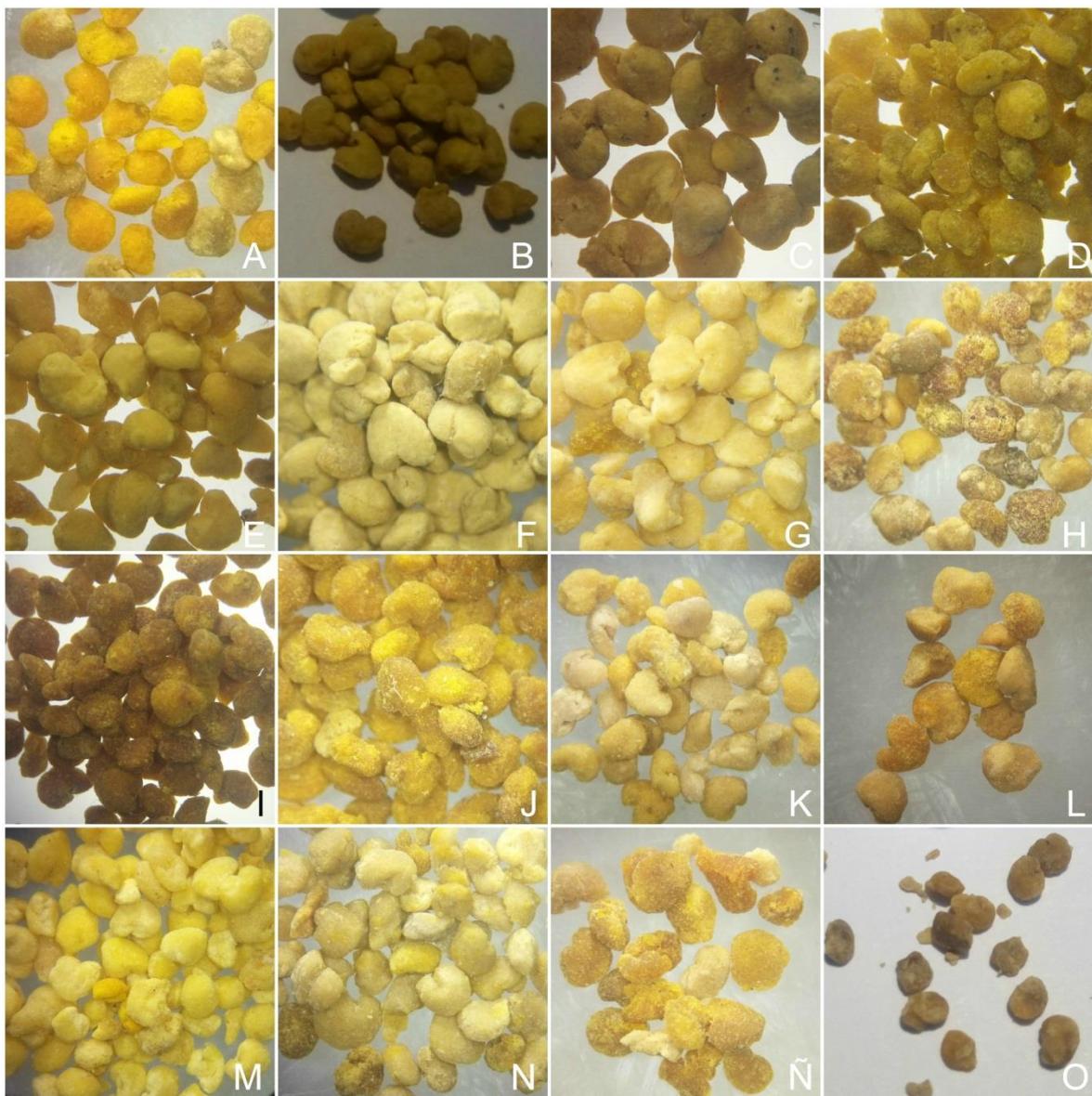


Lámina 8. Cargas corbiculares de especies que presentaron más de un color. A-B. *Senecio grisebachii*. C-D. *Brassica napus*. E-F. *Prosopis alba*. G-H. tipo *Croton* sp. I-J. *Sphaeralcea bonariensis*. K. *Acacia aroma*. L. *Prosopis ruscifolia*. M.N.Ñ. Tipo *Baccharis*–*Eupatorium* y O. *Gleditzia amorphoides*.

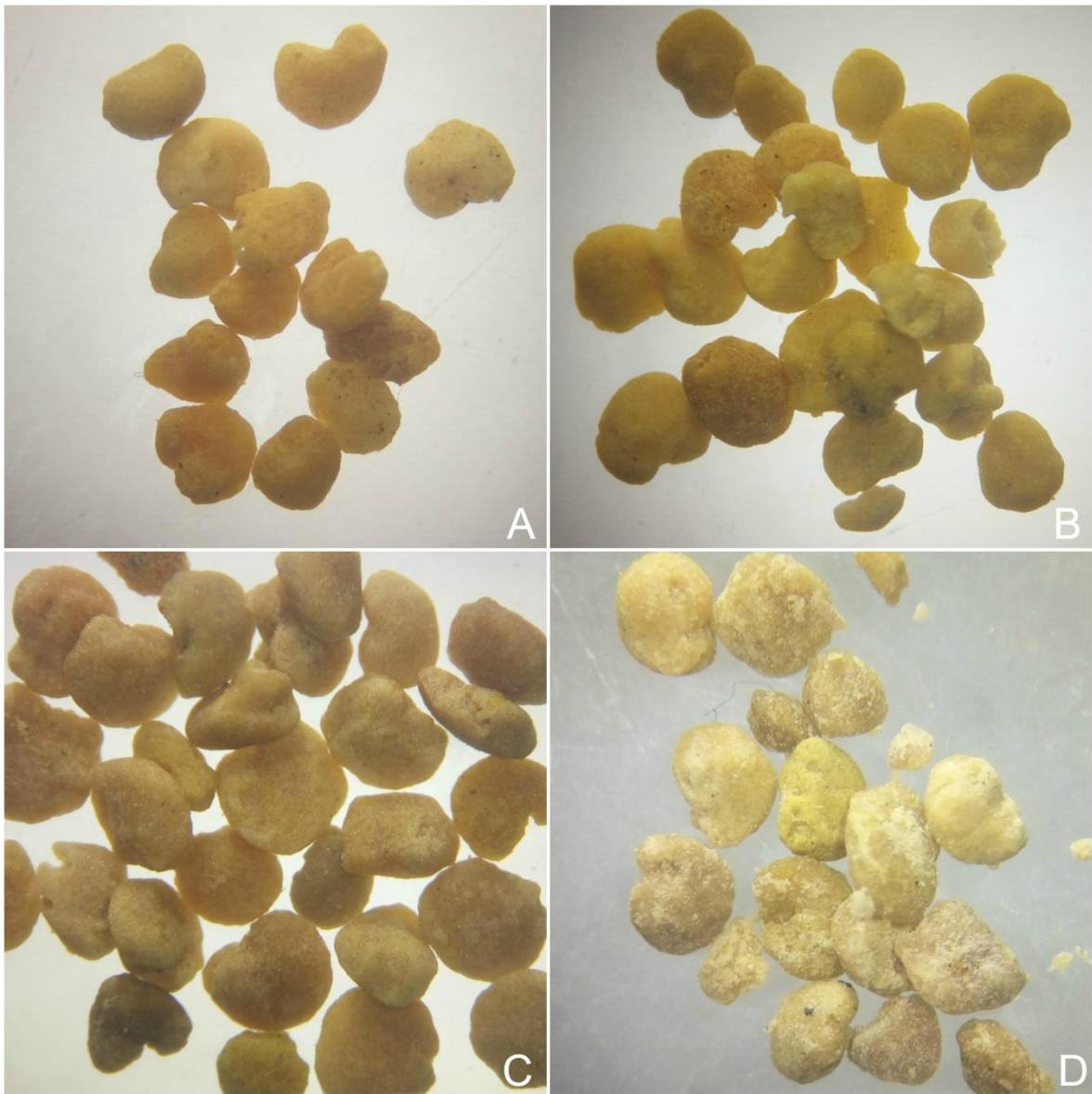


Lámina 9. Cargas corbiculares que presentaron el mismo color sin embargo pertenecen a especies diferentes. A. *Achatocarpus praecox*. B. *Celtis tala*. C. *Prosopis* sp. y D. *Melia azedarach*.

DISCUSIÓN

La metodología de muestreo y análisis de las cargas corbiculares fue realizada teniendo en cuenta los objetivos particulares y generales propuestos en el presente trabajo. Los autores consultados con los cuales se contrasta los resultados obtenidos, han realizado distintos procedimientos que pueden ser comparados en mayor o menor medida. Sin embargo, todos los autores coinciden en la formulación de los objetivos del estudio, que son predominantemente similares. En todos los casos se busca conocer las preferencias y el grado de aprovechamiento, por parte de las abejas, de la flora disponible.

El conocimiento del origen floral de las cargas corbiculares y su contenido proteico, tanto como su variación estacional constituye una valiosa herramienta para el desarrollo apícola. El análisis de las cargas corbiculares revela la flora que seleccionan las abejas en una región permitiendo la evaluación de la contribución proteica de cada taxón (Louveaux 1990).

1. EL COLOR COMO INDICADOR DEL ORIGEN BOTÁNICO

El color de las cargas polínicas es variable, el más frecuente es el amarillo, pero los hay azules, rojos, castaños, verdes y hasta negros como en la amapola (Ortega Sada, 1987). En el presente trabajo se registraron mayormente cargas de color amarillo en distintos tonos, desde amarillo muy claro (citrus) hasta amarillo intenso (maíz, quebracho colorado), anaranjado (girasol), distintos tonos de castaño desde beige (*Borreria vertiillata*, Indeterminado 3b, espina corona) hasta marrón oscuro (primavera), verde (ceibo) y lila (flor morada). El color es un buen indicador para identificar el origen botánico en algunas cargas corbiculares en las cuales se observó relación directa, por ejemplo *Schinopsis lorentzii*, *Helianthus annuus*, *Echium plantagineum*, *Erythrina crista-galli*, *Zea mays*, y *Opuntia quimilo* (Tabla 2). Sin embargo, para la determinación de otras especies, el color es una variable débil ya que más de una especie diferente puede coincidir en el tono del color. Cuando esto ocurre, hay autores que recurren a otro criterio para separar las cargas por ejemplo: textura y forma (Faye *et al.* 2002).

Las cargas mixtas son fácilmente reconocibles en las trampas por la presencia de al menos dos colores diferentes. Esto probablemente indica deficiencia del recurso, sin embargo cuando las cargas son visiblemente uniformes respecto al color es un indicador de la “constancia floral” (Free 1963, Free & Willians 1974).

2. ORIGEN BOTÁNICO Y GEOGRÁFICO DE LAS CARGAS CORBICULARES DEL CHACO SECO

El presente trabajo muestra una importante riqueza de especies (31taxa) y una interesante diversidad de familias botánicas (18) utilizadas por *Apis mellifera* L. como recurso polinífero para alimentar a las crías. En mayor o menor medida esta riqueza fue registrada por otros autores como así también la alta representación de especies de Fabaceas y Asteraceas (e.g. Faye *et al.* 2002, Forcone *et al.* 2011, Tamame 2011, Tellería 1993). En tercer lugar de importancia, sumadas a las Fabaceae y Asteraceae, Forcone *et al.* (2011) registraron Rosáceas y Andrada & Tellería (2004) registraron Poaceas con valor apícola.

El área de muestreo corresponde a una zona intensamente agrícola, existen grandes extensiones de cultivares de girasol, soja, colza y maíz, en los que se registra actividad de pecoreo por parte de las abejas y se refleja en la presencia de cargas corbiculares de esas especies durante varios meses del muestreo (Tabla 3). Sin embargo es evidente la predominancia de especies nativas sobre las exóticas en las preferencias alimenticias de las abejas, ya que muestran mayor número de especies nativas, especialmente en la estación primaveral (Fig. 3). El análisis del origen floral de las cargas de polen recolectadas en General Pinedo, reveló que el comportamiento forrajero de *Apis mellifera* es similar al observado en la región Centro y Pampeana, en donde muchos de los taxones pecoreados son malezas comunes en los monocultivos (Andrada & Tellería 2004, Faye *et al.* 2002). Sin embargo, en la región Patagonia, los taxa predominantes son los exóticos sobre los nativos (Forcone *et al.* 2011).

En la región Chaqueña el aporte de polen provino de especies arbóreas y arbustivas, en tanto que las más frecuentes en las muestras provinieron de plantas herbáceas de especies cultivadas (girasol y colza) y malezas introducidas (eg. flor morada) y nativas (eg. malva).

Un dato novedoso registrado por Forcone *et al.* (2011) fue la presencia de cargas de esporas de hongos en el mes de Febrero. Existen referencias que afirman que las abejas colectan cualquier producto que tenga aspecto pulverulento similar al polen, por ejemplo aserrín (Louveaux 1968), polvo de carbón (Roulston *et al.* 2000) y esporas de hongos (Andrada y Tellería 2005, Forcone *et al.* 2011 y Percival 1947).

Las cargas corbiculares del Chaco son típicamente monoestáticas. Sin embargo, en la región Pampeana, Tamame (2011) registró la presencia de cargas mixtas que podría deberse a reducción del recurso de la floración, de la competencia con otros polinizadores o factores meteorológicos.

Forcone *et al.* (2011) encontraron que la mayor contribución de polen a las colmenas provino de malezas asociadas a los cultivos, principalmente Brassicaceae y *Convolvulus arvensis*.

El origen geográfico del polen comercial puede ser determinado mediante los estudios polínicos. Los taxa presentes en distintas áreas estudiadas reflejan la región fitogeográfica en la que se realizaron los muestreos. Algunos taxa registrados en las muestras de Gral. Pinedo indican claramente que la procedencia de las muestras corresponde a la región fitogeográfica Chaqueña, en el área de transición entre el Chaco Seco y el Chaco Húmedo. Los indicadores más relevantes son: *Schinopsis lorentzii*, *Opuntia quimilo*, *Cynophalla retusa*, *Gleditzia amorphoides* y *Pisonia zapallo*.

3. EL VALOR PROTEICO DEL POLEN Y SU ORIGEN FLORAL

El polen varía desde 8 a 40% respecto de su contenido proteico (Maurizio 1960) las especies anemófilas son las menos ricas en proteína respecto de los frutales y leguminosas (Ortega Sada, 1987). Los requerimientos proteicos óptimos para el desarrollo de las crías de *Apis mellifera* se encuentran en un rango de 23 a 30% de proteína cruda (Herbert *et al.* 1977).

El valor nutritivo del polen depende en gran medida del porcentaje de proteína, que las abejas seleccionan aquellas especies vegetales que ofrecen polen con elevado contenido de nitrógeno (Louveaux, 1958; Jean-Prost, 1989), condición que se cumple en las plantas de polinización entomófila (Stanley & Linskens, 1974). Kleinschmidt & Kondos (1976) concluyeron que el polen con menos de 20% de proteína cruda no puede satisfacer las necesidades de la colonia. El óptimo se encuentra por encima del 23% (Shaw, 1999). Por cada 10 gramos de proteína requerida es necesario que consuma 48 gramos de polen que contiene 30% de proteína cruda. Si el contenido de proteínas del polen se reduce del 30% al 20%, la colonia aumenta el consumo de polen de 48 gramos a 72 gramos en un intento de cubrir sus requerimientos. Es decir, si una colonia consume polen de baja calidad aumenta el consumo para compensar el déficit (Kleinschmidt & Kondos, 1976).

Andrade y Tellería (2004), en la provincia fitogeográfica del Espinal, observaron que durante la primavera las plantas nativas del género *Prosopis* se recolectaron más intensamente y el polen posee alto nivel de proteína. Por otra parte, notaron que en días fríos y ventosos el

polen recolectado fue escaso, vale decir que la temperatura y el viento afectaron la actividad de alimentación de las abejas.

En la Región Patagónica, los estudios de Forcone *et al.* (2011) mostraron que las plantas leñosas fueron la principal fuente de polen al final del invierno y principios de primavera (septiembre-octubre), sin embargo el polen de los arboles registró el menor porcentaje de proteína cruda. Hacia el final de la primavera y durante el verano, el flujo de polen a las colmenas provino principalmente de plantas herbáceas, en las cuales se registraron los mayores valores en porcentaje de proteína cruda (desde 20% en una maleza como *Convolvulus arvensis* hasta varias Leguminosas, como por ejemplo 26,3% en *Adesmia* sp.).

Las especies activamente utilizadas por las abejas, registradas en los rangos de frecuencia Dominante [D] y Secundario [S] representan el mayor volumen de polen utilizado, aportando la mayor cantidad de proteína. Sin embargo las especies registradas en los rangos de menor importancia [M] y en traza [T], contribuyen minoritariamente pero al mismo tiempo aportan variabilidad en cuanto a los nutrientes del polen. En este sentido, el consumo de diferentes tipos de polen tiene la ventaja de dar una dieta más equilibrada, pues cada tipo polínico posee una composición nutricional particular (Schmidt, 1984).

A partir del análisis del contenido proteico del polen de algunas especies colectadas por las abejas de la región estudiada, fue posible compararlos con los registros de otros autores para diferentes regiones de nuestro país (Tabla 5). Es interesante ver que el mismo recurso puede comportarse de diferente manera en distintas regiones del país, como se puede observar en la Tabla 5 algunas especies muestran el mismo porcentaje de proteína total o con leves variaciones en algunas regiones, por ejemplo *Senecio* registra valores similares en el Centro y Sur del país (15,5 a 16,8%), en tanto que en la región estudiada registró valores altos (23,89%). En tanto que otras especies con valores significativamente diferentes, por ejemplo *Brassica* sp. presenta valores más elevados en el Espinal y Monte (más del 30%), valores más bajos en la Estepa Patagónica (21,25%) hasta muy bajos (16,53%) en el Chaco Seco. Por otra parte, especies como *Opuntia quimilo* no mostraron diferencias significativas respecto de la ecorregión estudiada.

Las variaciones respecto del contenido proteico total podrían deberse a las condiciones químicas y físicas del suelo en el que crecen las plantas. Posiblemente, en suelos con niveles óptimos de nutrientes y considerados aptos para la agricultura, los niveles de proteína

presenten en el polen sean mayores. Sin embargo, valores registrados para algunas especies nativas indican porcentajes menores de proteína en suelos ricos y aptos para la agricultura como se puede ver en la Tabla 5 (eg. *Senecio* sp.).

Tabla 5. Contenido de proteína total de algunas especies colectadas por las abejas en diferentes regiones de Argentina.

Ecorregiones (Morello et al. 2012)			Espinal	Monte de Llanuras y Mesetas	Estepa Patagónica	Chaco Seco	
Provincia			La Pampa	La Pampa	Santa Cruz	Chaco	
Familia vegetal	Nombre científico	Nombre común	Andrade & Tellería 2005	Tamame 2011	Forcone 2011	Changazzo 2019	
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	Chilca		11.6		Tipo <i>Baccharis-</i> <i>Eupatorium</i>	15,53
	<i>Senecio</i> sp.	Primavera	15.5	18.9	16.8	<i>S. grisebachii</i>	23,89
Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp.	Colza	30.5	36.1	21.25	<i>B. napus</i>	16,53
Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	quimil		15.5		<i>O. quimilo</i>	15,03

Los valores de proteína total obtenidos en muestras de Chaco para *Helianthus annuus* (18,19 %) son bajos y similares a los citados por otros autores, Nicolson & Human (2012) hallaron 14,21% en muestras de Francia, en tanto que Somerville y Nicol (2006) citan valores de 13,8 y 12,9% para muestras de Australia. El polen de girasol, especie comúnmente cultivada en la región, posee niveles de proteína cruda muy pobres (Manning 2001), lo que se ve reflejado en la reducción de la vida de las pecoreadoras. Si una colonia de abejas obtiene la mayor parte del polen en un cultivo de girasol, es esperable una disminución en la población debido a los niveles de proteína deficientes en el cuerpo de las abejas adultas.

El porcentaje de proteína del polen de *Echium plantagineum* en Chaco alcanzó el 29,38%, valores más altos llegando a 32,8% fueron registrados por Somerville y Nicol (2006).

En el presente estudio se analizó el contenido proteico de especies nativas, las cuales mostraron niveles interesantes de proteína total: **Euphorbiaceae:** 35,47% en *Sapium haematospermum* (curupí). **Fabaceae:** 23,88% en *Acacia aroma* (aromito), 17,54% en *Gleditzia amorphoides* (espina corona). **Malvaceae:** 19,48% en *Sphaeralcea bonariensis* (malva) y en un tipo de polen Indeterminado se registró 20,86% de proteína total.

Forcone et al. (2011) obtuvieron un rango de 12,47% a 26,3% de proteína cruda en muestras de polen corbicular en la región Estepa Patagónica (Santa Cruz).Andrade y Tellería

(2005) mencionan un rango de 13,6 a 31,9% para la región del Espinal (La Pampa). Por otro lado, Tamame (2011) describe un rango más amplio desde 11,6 a 36,1% en la región del Monte (La Pampa). En este trabajo el rango obtenido para la región Chaco Seco fue de 15,03 a 35,47% de proteína total, superando los valores mínimos de otras regiones y alcanzando los niveles máximos similares registrados.

Los valores de proteína más altos (mayores a 20%) fueron registrados en especies de las familias: Asteraceae (primavera), Boraginaceae, Euforbiaceae y Fabaceae (aromito), coincidiendo con la estación primaveral en la cual hay mayores requerimientos de proteína para el desarrollo de las larvas y con ello el crecimiento de la colonia. En tanto que los valores más bajos (menores a 20%) provinieron de especies de las familias: Asteraceae (chilca y girasol), Brassicaceae, Cactaceae, Fabaceae (espina corona) y Malvaceae, este aporte corresponde en gran parte al final del periodo de primavera e inicio del verano, momento en el que puede registrarse un bache en la oferta de floración. Las especies analizadas en el presente estudio muestran que el 45% de los taxa aporta niveles de proteína mayores al 20% y el 55%, si bien aporta niveles menores al 20% puede considerarse que contribuyen a que las abejas dispongan de diversidad de nutrientes para tener una dieta equilibrada.

CONCLUSIONES

El estudio de las cargas polínicas recolectadas por *Apis mellifera* L. en la localidad de General Pinedo -provincia del Chaco- durante el periodo 2014–2015, reveló las preferencias alimentarias de las abejas. Las conclusiones arribadas a partir del presente estudio pueden sintetizarse en los siguientes enunciados:

- La riqueza estuvo representada por 31 taxa, de los cuales se identificaron 23 a nivel específico, 5 a nivel genérico, 2 a tipo polínico y 1 no pudo ser determinado taxonómicamente.
- Las familias vegetales identificadas fueron 18, lo que muestra una amplia actividad de forrajeo por parte de las abejas. Las Fabaceae y Asteraceae fueron las mejor representadas en número de especies, en coincidencia con otras regiones fitogeográficas del país.
- El 81% son especies nativas y el 19% son exóticas, el polen dominante [D] registrado, perteneció a especies nativas y el secundario [S] a especies nativas y cultivadas lo que indica las preferencias polínicas de las abejas, incluso en una zona que se caracteriza por la presencia de cultivos extensivos (principalmente girasol y soja). Esto permite poner en valor la posibilidad de adecuar los terrenos para permitir a las especies nativas su crecimiento y de esa manera proveer de polen a las abejas.
- El color de las cargas mostró relación directa con el origen botánico en once (11) especies: *Borreria verticillata*, *Citrus* sp., *Echium plantagineum*, *Erythrina cristia-galli*, *Helianthus sannuus*, Indeterminado, *Opuntia quimilo*, *Sapium haematospermum*, *Schinopsis lorentzii*, *Taraxacum* sp., *Zea mays*, sin embargo esta varíale mostró limitaciones como indicador de origen floral para otras especies (*Acacia aroma*, *Brassica napus*, tipo Baccharis-Eupatoium, tipo Croton, *Gleditzia amorphoides*, *Prosopis alba* y *Prosopis ruscifolia*).
- La riqueza de especies registradas fue mayor en PRIMAVERA (22taxa) que en VERANO (14 taxa) decayendo notablemente en el OTOÑO (4 taxa). Esto puede estar relacionado con los diferentes requerimientos de la colmena, ya que en otoño e invierno se reduce la postura la reina.
- Varias especies identificadas en este trabajo constituyen nuevos registros como recurso polinífero para la flora apícola de Argentina, ellos son: *Acacia aroma*, *Achatocarpus praecox*, *Aloysia* sp., *Borreria verticillata*, *Citrus* sp.*, *Croton* sp., *Cynophalla retusa*, *Echium*

*plantagineum**, *Erythrina crista-galli*, *Gleditzia amorphoides*, *Glycine max**, *Prosopis alba*, *Prosopis ruscifolia*, *Pisonia zapallo*, *Polygonum hydropiperoides*, *Sapium haematospermum*, *Schinopsis lorentzii* y *Melia azedarach**.

- Algunos taxa fueron enunciados por otros autores a nivel de especie: *Celtis tala*, *Helianthus annuus* y *Zea mays*. Además, a nivel genérico también han sido mencionados, sin embargo se trata de especies diferentes: *Brassica napus**, *Baccharis* sp., *Schinus molle*, *Senecio grisebachii*, *Opuntia quimilo*, *Sphaeralcea bonariensis* tipo *Verbesina*.
- El *análisis de componentes principales* mostró 3 Grupos claramente diferenciables por el origen floral de las 18 muestras: **Grupo A** caracterizado por la presencia de polen del tipo-*Baccharis-Eupatorium*, **Grupo B** por *Schinopsis lorentzii* y *Borreria verticillata*, en tanto que el **Grupo C** mostró la presencia de varias especies sin predominancia de ninguna. El *análisis de agrupamiento* separó las muestras en 2 grupos claramente definidos: Grupo 1 de septiembre a octubre (Muestras 1 al 7) y Grupo 2 de noviembre a abril (Muestras 8 al 18) indicando su distribución temporal.
- Los estudios de contenido proteico de las cargas corbiculares realizados en este trabajo aportan información acerca de la capacidad nutricional de las especies nativas: *Acacia aroma* (23,88%), *Gleditzia amorphoides* (17,54%), *Senecio grisebachii* (23,89%), *Sphaeralcea bonariensis* (19,48%), Tipo *Baccharis-Eupatorium* (15,53%), *Opuntia quimilo* (15,03%), *Prosopis alba* (20,81%), *Sapium haematospermum* (35,47%), *Schinopsis lorentzii* (25,65%) y las exóticas cultivadas: *Brassica napus* (16,53%), *Echium plantagineum* (29,38%), *Helianthus annuus* (18,19%) de nuestra región.
- Se citan por primera vez para Argentina los porcentajes de proteína total de cargas corbiculares de las siguientes especies: *Acacia aroma*, *Echium plantagineum*, *Gleditzia amorphoides*, *Helianthus annuus*, *Prosopis alba*, *Sapium haematospermum*, *Schinopsis lorentzii*, *Sphaeralcea bonariensis* y en un tipo de polen Indeterminado.
- El rango de proteína total obtenido para la región Chaco Seco es de 15,03 a 35,47%, superando los valores mínimos de otras regiones y alcanzando los niveles máximos similares registrados.
- Los valores de proteína más altos (mayores a 20%) fueron registrados en la estación primaveral en la cual hay mayores requerimientos de proteína para el desarrollo de las

larvas. En tanto que los valores más bajos (menores a 20%) corresponde en gran parte al final del periodo de primavera e inicio del verano, momento en el que puede registrarse un bache en la oferta de floración.

- El 54% de los 13 taxa analizados muestran que el aporta de proteína es mayor al 20% y el 46% de los taxa, si bien aporta niveles menores al 20% puede considerarse que contribuyen a una dieta equilibrada para que las abejas dispongan de diversidad de nutrientes.

La abeja melífera vive en estrecha relación con la vegetación circundante, de la que obtiene néctar y el polen para su alimentación. Esta relación insecto-planta es interesante de conocer, por cuanto nos revela las preferencias alimenticias de la abeja. Así, conociendo al mismo tiempo la vegetación de una zona, podremos valorar el aprovechamiento apícola de un territorio, tanto para la obtención de determinados productos, como para la polinización de cultivos.

Por otra parte, el conocimiento del valor nutricional que aporta el polen de las especies de plantas nativas de nuestra región y que circundan los apiarios, permitirá realizar un mejor manejo del apiario por parte del productor para obtener mayores rendimientos en la producción apícola. Vale decir que mediante el conocimiento de la flora apícola y su aporte proteico será factible realizar predicciones para el manejo sustentable de la Apicultura.

En base a los resultados de este estudio inicial y por ser el primero para la Región del Chaco Seco, los aspectos de mejoras para la zona que podrían tenerse en cuenta son:

- En cuanto a la **VEGETACIÓN** y atendiendo a las preferencias alimentarias de las abejas registradas en este trabajo, (81% por las especies nativas sobre 19% de especies exóticas). Sería recomendable que los productores adecúen los terrenos para la recuperación de las comunidades naturales con especies nativas como por ej.: *Prosopis alba* y *Schinopsis lorentzii* que además de ser aprovechados por las abejas, tienen muchos usos y aplicaciones: alto valor maderable, aportan otros productos no madereros y también se los usa para leña y carbón.
- Respecto a la **NUTRICIÓN** de las colmenas, sería recomendable realizar algún proceso o suministro de suplementación, cuando se produce algún “bache” de la producción de polen por parte de la vegetación. En este sentido, quizás ahí sería recomendable

indicar a los productores que de acuerdo a la situación en la que se encuentran la colmena podría agregarse algún complemento dietario comercial ya que la naturaleza no está aportando el polen (proteína) necesario para el desarrollo de las larvas.

- Otro aspecto destacable, es la posibilidad de **DIVERSIFICACIÓN** de la producción apícola ya que además de producir miel, algunos apicultores se pueden dedicar a la producción de polen comercial.
- Finalmente, a partir de los resultados obtenidos resulta interesante y necesario continuar con estudios de esta temática para conocer detalladamente las propiedades nutricionales del polen que disponen las abejas de esta región.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade A., Valle A., Paolini P. & L. Gallez. 2004. Pollen and nectar sources used by honeybee colonies pollinating sunflower (*Helianthus annuus*) in the Colorado river valley, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 39: 75-82.
- Andrade A.C. & M.C. Tellería. 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content. *Grana* 44: 115-122.
- Andrade A.C. 2003. Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del Caldenal (Provincia Fitogeográfica del Espinal), Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5(2): 329-336.
- Andrade, A.; A. Valle; P. Paoloni y L. Gallez, 2001. Fuentes de polen y néctar utilizadas por colmenas en el Valle Inferior del Río Colorado. *Anales XXVIII Jornadas Argentinas de Botánica*, La Pampa, Argentina, pp. 135.
- Basilio A.M. 2000. Cosecha de polen 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*, n.s. 2: 111-121.
- Betts, A. D., 1935. The constancy of the pollen-collecting bee. *Bee World* 16:111-113.
- Cabrera M.M. 2006. Caracterización polínica de las mieles de la provincia de Formosa, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8(2): 135-142.
- Chifa C., Montenegro S., Avallone C.M. & S.M. Pire. 2000. Control de calidad de las Mieles de la Provincia del Chaco – Argentina y Mapa Apícola. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Agroindustrias, Dpto. de Tecnología, Cátedra de Tecnología Industrial III. www.fai.unne.edu.ar
- Cook, M. S., C. S. Awmack, D. A. Murrey& I. H. Williams. 2003. Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition? *Ecol. Entomol.* 28: 622-627.
- Dimou, M., C. Tananaki, V. Liolios& A. Thrasivoulou. 2014. Pollen foraging by honey bees (*Apis mellifera* L.) in Greece: Botanical and geographical origin. *J. Apic. Sci.* 58: 11-23.
- Faye, P.F.; Planchuelo, A. M.& M.L. Molinelli. 2002. Relevamiento de la Flora apícola e identificación de cargas de polen en el Sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agricentia* 19: 19 – 30.
- Gadbin, C, 1979. L'intérêt de l'acétolyse en mélissopalynologie. *Apidologie* 10 (1): 23-28.
- Gurini L. & A.M. Basilio. 1995. Flora Apícola en el Delta del Paraná. *Darwiniana* 33(1-4): 337-346.
- Gurini, L. B., 1997. Lista parcial de especies de importancia apícola de la Argentina. Informe Técnico. Serie Diversificación N° 15. Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná-INTA. 20 pp.
- Haydak, M. H., 1970. Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology* 15:143-156.
- Herbert Ew J.R &Shimanuki H. 1978. Chemical composition and nutritive value of the bee collected and bee-stored pollen. *Apidologie* 9:33-40.
- Hidalgo, M. I.; M. L. Bootello y J. Pacheco, 1990. Origen floral de las cargas de polen recogidas por *Apis mellifera* L. en Alora (Málaga, España). *Acta Botánica Malacitana* 15: 33-44.

- Hodges, D., 1978. A calendar of bee plants. *Bee World* 59 (3): 97-100.
- Ibrahim, S. H., 1974. Composition of pollen gathered by honeybees from some major sources. *Agricultural Research Review* 52:121-123.
- Jean - Prost P. 1989. Apicultura. *Ed. Mundi Prensa*. Madrid. 726p.
- Kleinschmidt G. & Kondos A. 1976. Influence of crude protein levels on colony production. *The Australasian Beekeeper* 78:36-39.
- Louveaux J. 1958. Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifera* L.) *Annal Abeille* 4:197-221.
- Lorenzatti de Diez, S. y A. M. Molinari, 1976. Determinación del potencial polínico en el área de la E. E. A. de Oliveros. Informe Técnico N° 22. Estación Experimental Agropecuaria Oliveros-INTA, 34 pp.
- Louveaux, J.; A. Maurizio and G. Vorwohl, 1970. Methods of melissopalynology. *Bee World* 51 (3): 125- 138.
- Maurizio A. 1959. Factors influencing the lifespan of bees. *Ciba Foundation Symposium* 231-243.
- Montenegro, G.; M. Gómez y G. Ávila, 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* L. en el área de la Reserva Nacional Los Ruiles, VII Región de Chile. *Acta Botánica Malacitana* 17:167-174.
- Morello J., Matteucci S., Rodriguez A. & M. Silva. 2012. Ecorregiones y complejos ecosistémicos Argentinos. FADU GEPAMA, Editorial Orientación Gráfica Argentina. Buenos Aires. 719 pp.
- Naab, O. A. y A. Ponce, 2001. Análisis del polen en mieles y cargas polínicas de *Apis mellifera* de la región del monte, provincia de La Pampa-Argentina. *Anales XXVIII Jornadas Argentinas de Botánica*, La Pampa, Argentina, pp. 141.
- Nicolson, S.W. & H. Human. 2012. Chemical composition of the 'low quality' pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie* 44:144–152. DOI: [10.1007/s13592-012-0166-5](https://doi.org/10.1007/s13592-012-0166-5)
- Ortega Sada, J.L. 1987. Flora de interés apícola y polinización de cultivos. Ed. Mundipresa. España. pp: 149.
- Percival, M., 1955. The presentation of pollen in certain angiosperms and its collection by *Apismellifera* L. *New Phytologist* 54: 353-368.
- Roulston, T. H. & J. H. Cane. 2000. Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Syst. Evol.* 222: 187-209.
- Salgado C.R. 2006. Flora melífera de la provincia de Chaco. Editado por PROSAP y Ministerio de Producción del Chaco, pp: 60.
- 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*. Universidad Nacional del Nordeste. Fac. Ciencias Agrarias, UNNE- IBONE. *PhD Thes.*, 201 pp.
- Salgado C.R. & Maidana. 2014. Physicochemical characterisation of honey produced in the Chaco province (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* UNCUYO 46(2): 191-201.
- Salgado C.R. & S.M. Pire. 1998. Análisis polínico de mieles del Noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina). *Darwiniana* 36(1-4): 87-93.
- Salgado C.R. & S.M. Pire. 1999. Contribución al conocimiento del contenido polínico de mieles de Corrientes (Argentina). *Ameghiniana, A.P.A. publicación especial* 6: 95-99.

- Salgado C.R., PieszkoG. & 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: 513-524.
- Salgado, C.R.; Tellería M.C. & J.M. Coronel. 2017. Botanical and geographical origin of honey from the dry and humid Chaco Ecoregiones (Argentina). *Grana*.ISSN: 0017-3134 (Print) 1651-2049 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/sgra20>.
- Schmidt, J. O., 1984. Feeding preferences of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): individual versus mixed pollen species. *Journal of the Kansas Entomological Society* 57 (2): 323-327.
- Schmidt, J. O., S. C. Thoenes & M. D. Levin. 1987. Survival of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), fed various pollen sources. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 80:176-183.
- Shaw D.E. 1999. Bees and fungi, with special reference to certain plant pathogens. *Australasian Plant Pathology* 28:269-282.
- Somerville D. C. & H. I. Nicol. 2006. Crude protein and amino acid composition of honey bee-collected pollen pellets from south-east Australia and a note on laboratory disparity. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46: 141–149.
- Stanley R.G. & Linskens H.F. 1974. *Pollen. Biology, Biochemistry, Management*. Springer-Verlag, Berlin, 307p.
- Tamame, M.A. 2011. Estudio de la composición: disponibilidad y calidad de los recursos apícolas del Noroeste de La Pampa, provincia Fitogeográfica del Monte. Tesis Doctoral.
- Tellería M.C. 1993. Floraison et récolte du pollen par les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L. var. *ligustica*) dans la pampa argentine. *Apidologie* 24: 109-120.
- Tellería M.C. 1995. Plantas de importancia apícola del Distrito Oriental de la Región Pampeana(Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 30(3-4): 131-136.
- Tellería, M. C, 1993. Floraison et récolte du pollen par les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L. var. *ligustica*) dans la Pampa Argentine. *Apidologie* 24:109-120.