

Recurso polinífero utilizado por *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) en un área de bosque subtropical del noroeste de Argentina

Magalí Verónica Méndez¹, Ana Carina Sánchez¹, Fabio Fernando Flores²
& Liliana Concepción Lupo^{1,2}

1. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), Universidad Nacional de Jujuy - CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias, Laboratorio de Palinología. Alberdi 47, C. P. 4 600, S. S. de Jujuy, Argentina; magalivmendez@gmail.com, anacarina_s@yahoo.com, lupolc@yahoo.com.ar
2. Cátedra de Ecología General, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu. Alberdi 47 C. P. 4 600. S. S. de Jujuy, Jujuy, Argentina; fabiofflores@gmail.com

Recibido 16-III-2018. Corregido 15-V-2018. Aceptado 15-VI-2018.

Abstract: Pollen loads used by *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) in an area of subtropical forest in Northwestern Argentina. In Northwest Argentina, Yungas subtropical forests are very important because of their huge vegetal diversity. Honeybees (*A. mellifera*) use these resources to feed and therefore as an ecosystemic service through beekeeping. The characterization of pollen flora of a region allows getting to know the food source and defining the importance of different plant species for colonies development and maintenance. The aim of the present study is to identify the pollen flora used by *A. mellifera* in the Yungas Western area in Jujuy (Argentina) by means of their pollen loads characterization and to analyze the variations of two consecutive productive periods throughout spring and summer. To do this, 14 samples taken monthly were analyzed over the periods from September 2011 to March 2012 and September 2012 to March 2013. The samples were obtained from pollen traps at the entrances of the hives and were treated in the laboratory under conventional meliso-palinology techniques with subsequent acetolysis. A total of 46 pollen types belonging to 25 botanical families were identified. The most important ones according to the family importance index are Euphorbiaceae (35.54), Fabaceae (26.27), Asteraceae (20.77), Vitaceae (16.14), Myrtaceae (9.13). *Zanthoxylum*, *Sebastiania*, *Mimosa*, Euphorbiaceae, Cactaceae, *Parapiptadenia excelsa*, *Eupatorium*, *Cissus*, *Eucalyptus* y *Viguiera* were identified as dominant resources. The variations of the breadth Index trophic niche show a floral resources selection for the area, where the use of native species stands out. The information produced in this study contributes to the knowledge of the resource offered by the forest and the species that are important for beekeeping production. Besides, it contributes to enhance the production and marketing of this product from its added value, allowing beekeepers a good management of hives. Rev. Biol. Trop. 66(3): 1182-1196. Epub 2018 September 01.

Key words: pollen; palynology; rain forest; beekeeping; trophic resource; honey bees; ecosystem services.

En la dieta de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) el polen es el mayor recurso de proteínas, minerales, vitaminas y aceites vegetales, esenciales para el crecimiento y desarrollo de las larvas y abejas jóvenes (Ahmed, 2008; Brodschneider & Crailsheim, 2010; Nicolson, 2011). Ellas recolectan el polen removiéndolo de las anteras de las flores, los acopian en sus corbículas (cargas corbiculares) y almacenan en celdas especiales para su posterior consumo (Thorpe, 2000; Sá-Otero, Marcial-Bugarin,

Armesto-Batzan, & Diaz-Losada, 2002; Baldi-Coronel, Grasso, Chavez-Pereira, & Fernández, 2004; Ramirez & Montenegro, 2004).

Los bosques tropicales y subtropicales son una importante fuente de recursos utilizados como bienes y servicios fundamentales para el bienestar de las poblaciones humanas (Balanera, 2012). Una de las áreas boscosas más importante en Argentina son las Yungas subtropicales, también conocidas como selva tucumano-boliviana o selva tucumano-oranense

(Cabrera, 1971, 1994; Malizia, Pacheco, Blundo, & Brown, 2012), ubicada en el sur de Bolivia y noroeste de Argentina (entre los 19 ° y 29 ° de latitud Sur) con una superficie aproximada de 56 000 km². Estos bosques tienen gran importancia en términos de biodiversidad y provisión de bienes y servicios ambientales (Brown, Pacheco, Lomáscolo, & Malizia, 2006), entre ellos la apicultura que contribuye a la polinización de numerosas especies y la obtención de productos diferenciados (e. g. miel, polen, cera). En este sentido, esta actividad ayudará a las comunidades que allí viven a valorar la biodiversidad favoreciendo la inclusión de prácticas de conservación del bosque como parte del manejo (Chamorro-García, León-Bonilla, & Nates-Parra, 2013).

Para determinar la relación entre las abejas y los recursos florales, se realizan estudios palinológicos de las cargas corbiculares, lo que permite identificar las diferentes plantas que contribuyen a la dieta de las colmenas (Basilio, 2000; Saya-Rivera & Huamán Mesía, 2009). En efecto, la caracterización de la flora melífera de una región puede ser usada para determinar el origen botánico o geográfico de la miel y polen (Andrada, 2003; Forcone, Aloisi, Ruppel, & Muñoz, 2011). Esta información puede ser usada para destacar las especies vegetales significativas para el desarrollo y mantenimiento de la colonia, como también para planificar cosechas de cargas corbiculares para su comercialización (Montenegro, Gómez, & Avila, 1992).

El análisis de los recursos poliníferos utilizados por *Apis mellifera* ha sido abordado por diversos autores de Sudamérica (Sayas Rivera & Huamán Mesía, 2009; Chamorro-García et al., 2013; Montenegro, Pizarro, Mejías, & Rodríguez, 2013; Salamanca, Mónica, Tangarife, & Casas, 2014). En Argentina se encuentran los trabajos de Tellería (1993); Basilio (2000); Faye, Planchelo, & Molineli (2002); Andrada (2003); Andrada & Tellería (2005); Nabb & Tamame (2007); Forcone et al., (2011); Forcone & Ruppel (2012) y para el noroeste argentino solo el reporte de Burgos, Sánchez, & Lupo

(2015) para la región del Chaco Serrano de la provincia de Jujuy.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo identificar la flora polinífera utilizada por *A. mellifera* en el sector oeste de las Yungas, en la provincia de Jujuy y analizar sus variaciones a lo largo de dos periodos productivos consecutivos. Esto aporta al conocimiento del recurso ofrecido por el bosque y las especies que son de importancia para las colmenas. Además, esta información contribuye a potenciar la producción y comercialización de las cargas corbiculares a partir de su valor agregado, y ayuda a los apicultores a un adecuado manejo de las colmenas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: La recolección de las cargas corbiculares se realizó en un apiario ubicado en la localidad de Tilquiza (24°05' S & 65°17' W; 1500 msnm), departamento Dr. Manuel Belgrano, Jujuy, Argentina. La vegetación del área corresponde al Distrito de Selva Montana de la Provincia Fitogeográfica de las Yungas, caracterizado por la presencia de especies arbóreas como *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk., *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg, *Celtis brasiliensis* (Gardner) Planch, *Ilex argentina* Lillo, *Juglans australis* Griseb., *Prunus tucumanensis* Lillo., *Zanthoxylum coco* Gillies ex Hook. f. & Arn., entre otros. Entre las especies arbustivas y herbáceas se encuentran *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.), *Boehmeria caudata* Sw., *Cestrum lorentzianum* Griseb., *Piper tucumanum* C. DC, *Urera baccifera* (L.) Gaudich., entre otras (Cabrera, 1994). En cuanto a la geomorfología es un área montañosa y el clima es subtropical serrano, con temperaturas medias que varían de 13 °C a 25 °C. La precipitación media anual oscila entre 649 a 1472 mm, concentradas en la época estival (Chafatinos & Nadir, 1990; Buitrago, 1999).

La forestación (especialmente de *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp.) y la ganadería de subsistencia son las principales actividades productivas de la zona (Braun Wilke et al., 2013). Allí, la

apicultura es una actividad complementaria y la ciudad de San Salvador de Jujuy es el principal mercado de comercialización para los productos apícolas.

Recolección de cargas corbiculares: El muestreo se realizó mensualmente durante dos periodos productivos apícolas consecutivos, desde setiembre 2011 a marzo 2012 y de setiembre 2012 a marzo 2013. Para el área de estudio se considera periodo productivo apícola a los meses comprendidos entre setiembre y marzo, simultáneo a la etapa de mayor floración de las especies vegetales. Las muestras se recolectaron con trampas caza polen colocadas en las entradas de cinco colmenas seleccionadas al azar de un total de 25, entre las 9:00 y 13:00, por ser estas las horas de mayor actividad de las abejas (Louveaux, 1958, Sayas Rivera & Huaman Mesía, 2009).

Recolección de especies vegetales: Con el fin de conocer la disponibilidad de recursos alimentarios y contribuir a la palinoteca de referencia del sitio de estudio, durante cada visita se recolectaron las especies vegetales en flor mediante la metodología estándar de herborización. Se realizaron transectas en un radio aproximado de 2 km desde el apiario, teniendo en cuenta la topografía del área y su accesibilidad.

Procesamiento de las muestras: Para cada mes se unificaron las cargas corbiculares cosechadas y con el uso de un mortero se disgregaron, homogeneizaron, y tomándose el valor promedio de 0.5 g del total, se procedió a su tratamiento por Acetólisis (Erdtman, 1960; Burgos et al., 2015). Cuando fue necesario (cargas corbiculares aglutinadas a restos vegetales, propóleo, cera y segmentos de abejas) las muestras se diluyeron en alcohol etílico 96 % previamente al proceso de Acetólisis.

Observación microscópica: Para las observaciones se utilizaron los microscopios ópticos Zeiss ISC KS2 y Leica DM 500 con cámara digital incorporada (ICC50). Se trabajó con una magnificación de 40X para el conteo

y de 100X para la medición, identificación y obtención de las microfotografías de los tipos polínicos. La identificación se realizó con el uso de atlas palinológicos (Markgraf & D' Antoni, 1978; Pire, Anzoátegui, & Cuadrado, 1998, 2002, 2006, 2013) y la confrontación con la Palinoteca de Referencia del Laboratorio de Palinología (PAL-JUA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy. La nomenclatura de los tipos polínicos se estableció de acuerdo a Joosten & De Klerk (2002) y De Klerk & Joosten (2007). En aquellos casos en los que no se asignó una categoría taxonómica, se utilizó en término "tipo", con lo cual se supone que el polen tiene semejanza con alguna especie, género o familia botánica. En el caso del tipo polínico *Eupatorium*, por sus características palinológicas reúne a las especies *Austroeupatorium inulifolium* (Kunth) R.M. King & H. Rob. y *Campovassouria cruciata* (Vell.) R.M. King & H. Rob., dos especies representativas en el área de estudio.

En cada muestra se efectuó el conteo de un mínimo de 600 granos de polen y se determinaron las clases de frecuencia para cada tipo polínico adaptando la clasificación propuesta por Louveaux, Maurizio, & Vorwhol (1978) para mieles, en la que se considera Dominante (D): > 45 %, Secundario (S): 16-45 %, Menor importancia (M): 3-15 % y Trazas (T): < 3 %. La frecuencia de ocurrencia de los tipos polínicos en el total de las muestras fue determinada de acuerdo a Feller-Demalsy, Parent, & Strachan (1987), como muy frecuente (MF: > 50 % de las muestras), frecuente (F: > 20 - 50 %), poco frecuente (PF: 10 - 20 %) o raro (R: < 10 %). Se calcularon además los valores de importancia de las familias (IF) mediante las siguientes fórmulas (Nates-Parra et al., 2013): $IF_i = \frac{\sum \text{Promedio AR especies de } i * N^\circ \text{ de muestras } i}{N^\circ \text{ total de muestras}}$, donde *i* representa la familia botánica.

La riqueza polínica de cada muestra se estableció adaptando el índice de riqueza específica (S) propuesto por Moreno (2001) y para comparar estadísticamente ambos periodos de estudio, se realizó una prueba t de Student (α

= 0.05) para muestras pareadas usando el software R (R Development Core Team, 2017).

Análisis de Agrupamiento: Con el fin de observar las variaciones de los recursos polínicos a través de los periodos estudiados, se realizó un diagrama polínico con el programa Tilia 2.0.14 (Grimm, 2011) teniendo en cuenta la abundancia y frecuencia de los tipos polínicos en las muestras. Para la confección de la base de datos, se ingresaron 14 muestras con una cantidad de 46 variables, equivalentes a los tipos polínicos identificados. Además, para determinar los potenciales periodos de recolección de las abejas, se efectuó un análisis de agrupamiento de las muestras y para la comparación se empleó el Coeficiente de Disimilitud de Edwards & Cavalli-Sforza.

Amplitud del nicho trófico: En este estudio el término nicho trófico se utiliza para expresar la variable recursos florales visitados por *A. mellifera*. Para evaluar la amplitud del nicho trófico de *A. mellifera* en cada mes de muestreo se utilizó el índice estandarizado (B_{st}) propuesto por Colwell & Futuyma (1971): $B_{st} = (B_{obs} - B_{min}) / (B_{max} - B_{min})$, donde B_{obs} corresponde al índice de Levins ($B = 1/\sum p_i^2$, siendo p_i la frecuencia relativa de los tipos polínicos), $B_{min} = 1$ (la amplitud de nicho mínima posible) y $B_{max} = n$ (la amplitud de nicho máxima posible). Los valores de este índice varían desde 0 a 1, indicando una amplitud de nicho baja a alta respectivamente. Para su cálculo se utilizó el programa Microsoft Excel. Asimismo, para comprobar si existen diferencias estadísticas entre los periodos estudiados, se realizó un test de comparación (Prueba t de Student, $\alpha = 0.05$) utilizando el software R (R Development Core Team, 2017).

RESULTADOS

Para los periodos estudiados se hallaron un total de 46 tipos polínicos, de los cuales 14 se identificaron a nivel de especie, 24 a nivel de género, 8 a nivel de familia y un tipo polínico indeterminado (Cuadro 1). Del

total, el 66 % pertenece a la flora nativa, el 21 % a la flora exótica y el 13 % a flora de origen indeterminado.

Desde el punto de vista estadístico la riqueza polínica no presentó diferencias significativas entre ambos periodos (Prueba de t, $t_{(12)} = 0.21$, $P > 0.05$). Para el periodo 2011-2012 la riqueza varió entre 6 y 20 tipos polínicos por muestra y un promedio de 11 tipos polínicos, y para el periodo 2012-2013, entre 8 y 14 tipos polínicos por muestra con un valor promedio de 8.

En el total de tipos polínicos se encuentran representadas 25 familias botánicas siendo las de mayor riqueza polínica las familias Asteraceae y Fabaceae, con 9 y 5 tipos polínicos respectivamente. No obstante, de acuerdo al índice de importancia de familia (IF), Euphorbiaceae presentó el mayor valor para el periodo 2011 - 2012, seguidas por las familias Fabaceae, Asteraceae, Myrtaceae y Rutaceae. En el periodo 2012 - 2013, la familia Fabaceae mostró el mayor valor de IF seguidas por las familias Asteraceae, Vitaceae, Myrtaceae y Cactaceae, entre otras (Fig. 1).

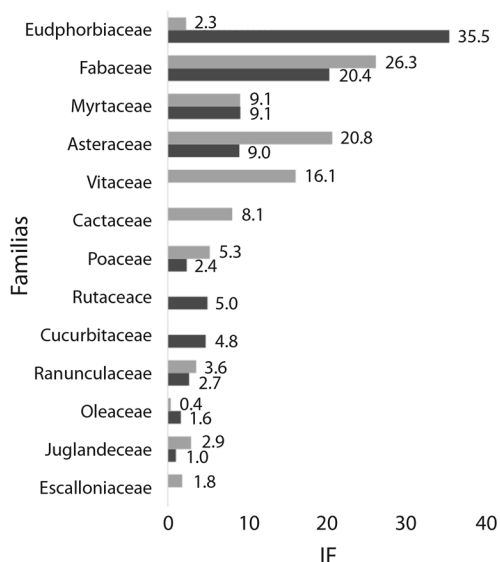


Fig. 1. Índice de Importancia de Familia (IF). Periodo 2011-2012. Periodo 2012-2013.

Fig. 1. Family importance index (IF). Period 2011-2012. Period 2012-2013.

CUADRO 1

Recursos poliníferos utilizados por *Apis mellifera* en la localidad de Tilquiza (Sector Oeste de las Yungas) Jujuy-Argentina

TABLE 1
Pollen loads used by *A. mellifera* in Tilquiza (Western of Yungas) Jujuy, Argentina

Polínicos	Muestras de polen corbicular															
	2011-2012								2012-2013							
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	FO	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	FO
Amaranthaceae																
<i>Amaranthus</i>														T	T	29
Asteraceae		T		T	T	T		57								
<i>Baccharis</i>	M		T	M			M	57		T				T		29
<i>Elephantopus mollis</i>														T		14
<i>Eupatorium</i>											D		M			29
<i>Gnaphalium</i>											T		M			29
<i>Senecio</i>	T	M		T				43	M	M						29
<i>Vernonia</i>													T			14
<i>Viguiera</i>							S	14						T	D	29
<i>Taraxacum</i>					T		T	29								
Cactaceae										D						14
Cucurbitaceae																
<i>Sicyos</i>							S	14						T		14
Caprifoliaceae																
Tipo <i>Sambucus</i>									M							14
Celtidaceae																
<i>Celtis</i>	T		T	T			T	57		T						14
Euphorbiaceae	T					D	T	43								
<i>Croton</i>											M					14
<i>Sebastiania</i>		S	D	D	T	T	M	86		M	T					29
Escalloniaceae																
<i>Escallonia schreiteri</i>									M			T	M			43
Fabaceae											M			T		29
Sub fam. Mimosoideae																
<i>Acacia aroma</i>		M	M					29		T	T					29
<i>Anadenanthera colubrina</i>				T		T	T	43			S	M				29
<i>Mimosa</i>					D	S	T	43					M	D		29
<i>Parapiptadenia excelsa</i>		S	T				T	43		D						14
Juglandaceae																
<i>Juglans australis</i>	T	M						29	M	M	T					43
Myrtaceae					T	T		29								
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	T	S	S	M			M	71		S						14
<i>Eucalyptus</i>						T	T	29					D	T		29
Moraceae																
<i>Morus</i>	M							14	M							14
Oleaceae																
<i>Ligustrum</i>				M			T	29						T		14
<i>Fraxinus</i>	T							14	T							14
Onagraceae		T			T			29								
Pinaceae		T						14	T			T				29
Poaceae					M	T		29					S	M	M	43



CUADRO 1 (Continuación) / TABLE 1 (Continued)

polínicos	Muestras de polen corbicular															
	2011-2012									2012-2013						
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	FO	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	FO
<i>Zea mays</i>						T		14					T	T		29
Ranunculaceae																
<i>Clematis</i>							S	14						T	S	29
Rosaceae																
<i>Prunus tucumanensis</i>	M							14								
Rubiaceae																
<i>Randia micracantha</i>											T					14
Rutaceae																
<i>Zanthoxylum</i>	D						T	29								
Salicaceae																
<i>Salix humboldtiana</i>			T				T	29								
Sapindaceae																
<i>Allophylus edulis</i>			T			T	T	43								
<i>Serjania</i>							T	14								
Solanaceae																
<i>Vassobia breviflora</i>												T				14
Verbenaceae																
<i>Clerodendrum foetide</i>			T					14								
<i>Cantinoa</i>							T	14								
Vitaceae																
Tipo <i>Cissus</i>										S	D			T		43
Iridaceae																
<i>Herbertia</i>					T	T		29								
Indeterminado	S						T	29						T	T	29
RIQUEZA POLÍNICA	11	12	6	8	8	11	20		8	8	10	5	8	14	5	

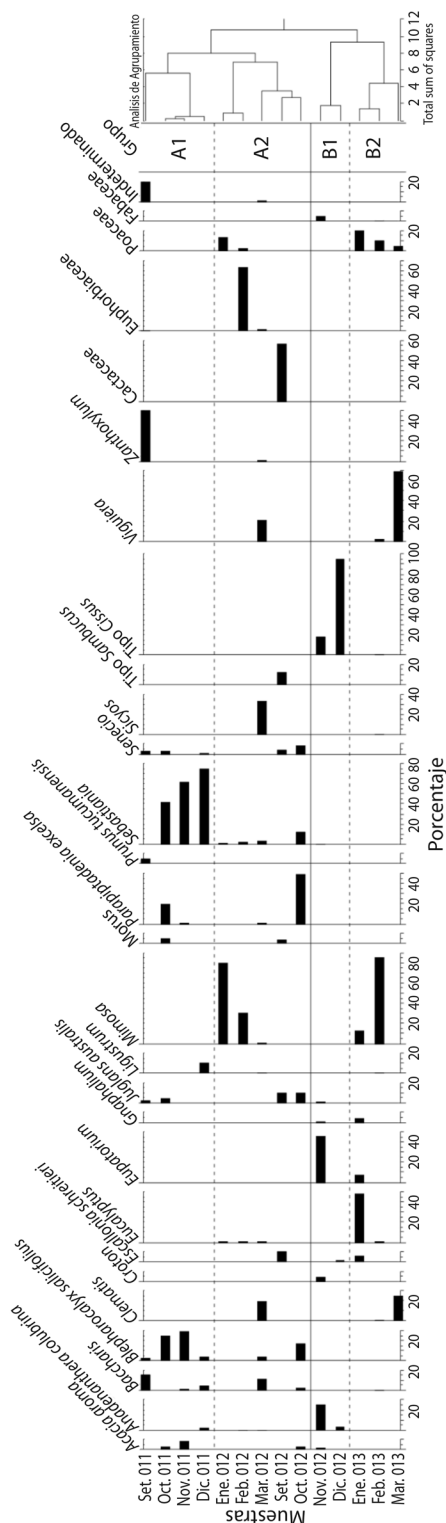
Clases de Frecuencias: D: Dominante, S: Secundario, M: Menor importancia, T: Traza. FO: Frecuencia de ocurrencia.
 Frequency classes D: Dominant, S: Secondary, M: Minor importance, T: Traza. FO: Frequency occurrence.

Los recursos polínicos dominantes durante el primer periodo estudiado (2011-2012) fueron *Zanthoxylum* en setiembre, *Sebastiania* en noviembre y diciembre, *Mimosa* en enero y Euphorbiaceae en febrero. En el segundo periodo (2012 - 2013) se presentaron como dominantes Cactaceae en setiembre, *Parapiptadenia excelsa* en octubre, *Eupatorium* en noviembre, tipo *Cissus* en diciembre, *Eucalyptus* en enero, *Mimosa* en febrero y *Viguiera* en marzo.

De acuerdo a la frecuencia de ocurrencia, los tipos polínicos muy frecuentes durante el periodo 2011 - 2012 fueron: *Baccharis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Celtis*, *Sebastiania* y representantes de la familia Asteraceae. En

el periodo 2012-2013 no se presentaron tipos polínicos muy frecuentes.

Análisis de agrupamiento: De acuerdo al análisis efectuado se identificaron dos grupos principales, A y B, subdivididos a su vez en los subgrupos A1 y A2, y B1 y B2 respectivamente (Fig. 2). El subgrupo A1 abarca los meses de setiembre a diciembre de 2011 y en orden decreciente de importancia se caracterizó por la presencia de *Sebastiania* en octubre (41.5 %), noviembre (61.9 %) y diciembre (78.5 %), seguido por *Zanthoxylum* en setiembre (49.8 %) y *Blepharocalyx salicifolius* con valores entre 2.74 % y 29 % durante todo el periodo.



Otros recursos utilizados son *Baccharis* en los meses de setiembre (16 %), noviembre (0.6 %) y diciembre (5.1 %), *Senecio* en setiembre (2.6 %), octubre (3 %) y diciembre (0.7 %), *Parapiptadenia excelsa* en octubre (19 %) y noviembre (0.5 %), *Acacia aroma* en octubre (3.1 %) y noviembre (8 %), y *Juglans australis* en setiembre (2.3 %) y octubre (4.7 %). El subgrupo A2, que comprende el periodo entre enero 2012 a octubre del mismo año, se caracterizó por altos valores de *Mimosa* en enero (83.3 %) y febrero (31 %), seguido por representantes de las familias Euphorbiaceae (febrero 64.8 %) y Cactaceae (setiembre 58.6 %), y los tipos polínicos *Sicyos* (marzo 35.7 %) y *Parapiptadenia excelsa* (octubre 48.9 %). Otros recursos de importancia para este periodo fueron *Clematis* (marzo 18.7 %), *Viguiera* (marzo 20.2 %), tipo *Sambucus* (setiembre 12.3 %), *Escallonia schriterie* (setiembre 9.9 %), *Juglans australis* (setiembre 10.2 % y octubre 9.9 %), *Baccharis* (octubre 16.4 %) y *Sebastiania* (enero 1.2 %, febrero 1.7 %, marzo 3.3 % y octubre 11.9 %).

El subgrupo B1, que abarca los meses de noviembre y diciembre 2012, se caracterizó por la presencia de tipo *Cissus* (noviembre 18 % y diciembre 95.8 %), acompañado de *Eupatorium* (noviembre 45.9 %) y *Anadenanthera colubrina* (noviembre 24.5 % y diciembre 3 %). Por último, el subgrupo B2, que abarca enero, febrero y marzo 2013, se caracterizó por la presencia de *Mimosa* (enero 13.2 %, y febrero 85.8 %), seguido de *Eucalyptus* (enero 48.7 %), *Viguiera* (febrero 1.7 % y marzo 70.2 %), *Clematis* (marzo 24.3 %), y representantes de la familia Poaceae (enero 20.5 %, febrero 14.4 % y marzo 5.1 %).

Fig. 2. Diagrama polínico de los recursos poliníferos utilizados por *Apis mellifera* L. en la localidad de Tilquiza (Sector Oeste de la Yungas) Jujuy- Argentina durante los periodos 2011-2012 y 2012-2013.

Fig. 2. Pollen diagram on pollen load used by *Apis mellifera* in Tilquiza (Western of Yungas), Jujuy, Argentina during periods 2011-2012 and 2012-2013.



Amplitud de nicho trófico: Los valores de amplitud de nicho trófico calculados para el periodo 2011-2012 varían entre 0.07 y 0.24, con un valor promedio de 0.17 y para el periodo 2012-2013 entre 0.03 y 0.34 con un valor promedio de 0.22 (Fig. 3). La comparación de ambos periodos no presentó diferencias significativas (Prueba de t, $t_{(12)} = 0.22$, $P > 0.05$). En general, se observó que durante el inicio del periodo productivo los valores obtenidos son superiores (0.24, 0.25) a los registrados a mitad de la temporada (0.1, 0.03). Durante esta etapa inicial, *Zanthoxylum*, Cactaceae, *Prunus tucumanensis*, *Baccharis*, *Morus*, tipo *Sambucus* y *Escallonia schreiterie*, entre otros, constituyen los principales aportes a la dieta de la abeja. La baja amplitud de nicho registrada en diciembre se asocia a la dominancia del forrajeo de pocas especies vegetales (por ejemplo, de *Sebastiania* y *Cissus* en diciembre 2011 y 2012 respectivamente). No obstante, un caso particular fue el observado en enero 2013 (0.34), donde si bien *Eucalyptus* y Poaceae se destacaron como los tipos polínicos dominante y secundario respectivamente, la utilización de los recursos poliníferos abarcó a *Eupatorium*, *Escallonia schreiterie*, *Gnaphalium* y *Mimosa*. Por último,

a finales de la temporada estival (marzo 2012 y 2013) los valores del índice tienden a aumentar, vinculado al uso de recursos como *Baccharis*, *Cantinoa*, *Clematis*, Poaceae, *Serjania*, *Sebastiania*, *Sicyos*, *Viguira*, entre otros (Fig. 4).

DISCUSIÓN

Las familias botánicas que presentaron mayor riqueza polínica en las cargas corbiculares examinadas fueron Asteraceae y Fabaceae, concordante a lo observado en sectores del Chaco Serrano de la provincia de Jujuy (Burgos et al., 2015) y en otras zonas del país (Tellería, 1993; Andrada, 2003; Naab & Tamame, 2007; Faye et al., 2002; Forcone et al., 2011; Forcone & Ruppel, 2012). En este sentido, Ramalho, Kleinert-Giovannini, & Imperatriz-Fonseca (1990) destacan la importancia de estas familias como las principales fuentes de polen para *A. mellífera* y las abejas sin aguijón (Apidae, Meliponini) en hábitats neotropicales (Flores & Sánchez, 2010; Flores, Lupo, & Hilgert, 2015). Asimismo, esta oferta potencialmente responde a la disponibilidad y accesibilidad de recursos, siendo esta familia una de las principales para el noroeste argentino (Zuloaga, 1999).

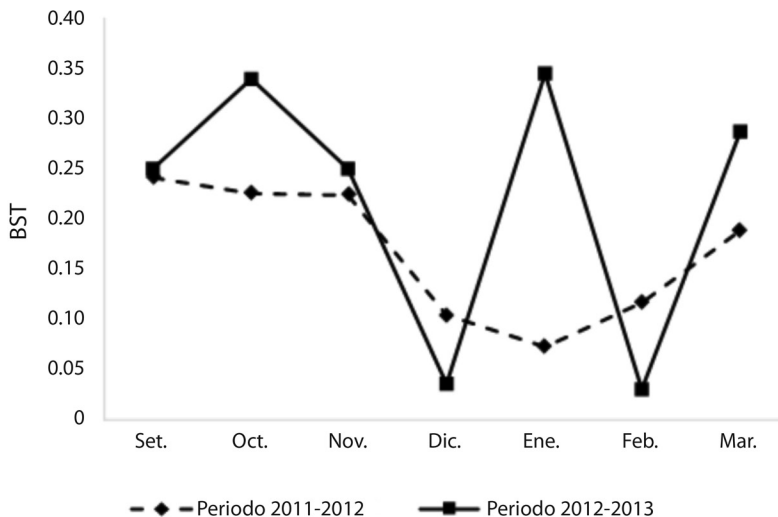


Fig. 3. Variación de la amplitud de nicho trófico estandarizada (Bst) durante los periodos productivos 2011-2012 y 2012- 2013.

Fig. 3. Variations of the breadth Index trophic niche (Bst) during production periods 2011-2012 and 2012- 2013.

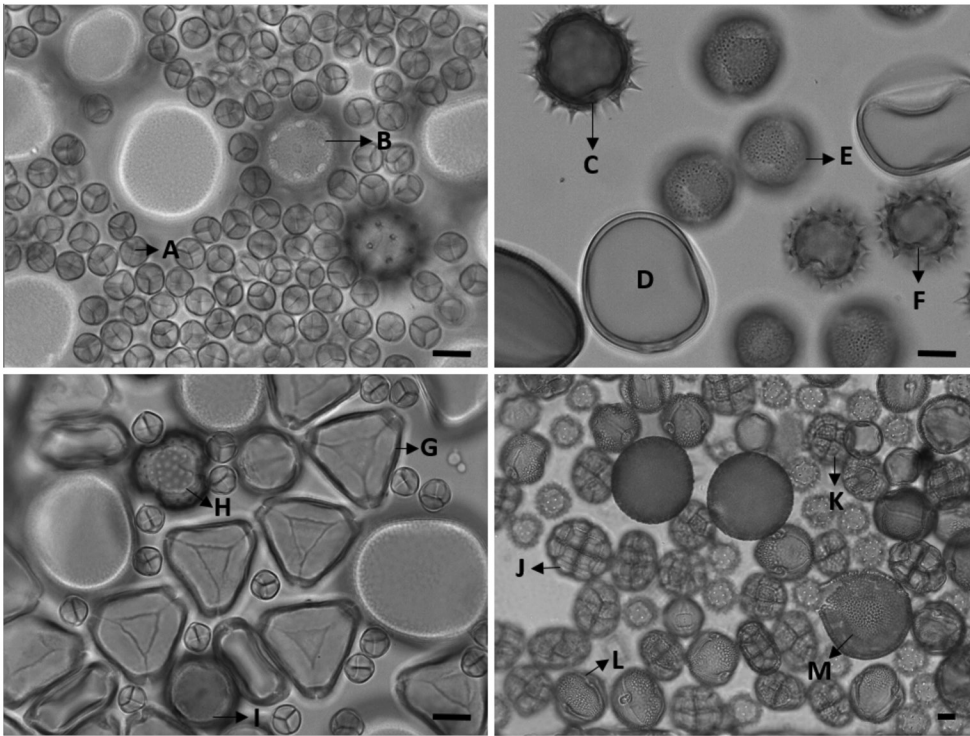


Fig. 4. Tipos polínicos identificados en muestras de polen corbicular de *Apis mellifera* L. en la localidad de Tilquiza (Sector Oeste de la Yungas). A *Mimosa*, B *Amaranthus*, C *Eupatorium*, D Poaceae, E *Clematis*, F *Baccharis*, G *Blepharocalyx salicifolius*, H *Gnaphalium*, I Solanaceae, J *Acacia aroma*, K *Anadenanthera colubrina*, L tipo *Cissus*, M *Croton*. 10 μ m.
Fig. 4. Pollen types identified in pollen loads of *Apis mellifera* in Tilquiza (Western of Yungas), Jujuy, Argentina during periods 2011-2012 and 2012-2013.

Si bien no se presentaron diferencias estadísticas en la riqueza polínica en ambos periodos, si se observaron variaciones en la composición de los taxa utilizados. En los inicios del primer periodo, *Blepharocalyx salicifolius*, *Sebastiania* y *Zanthoxylum* fueron los principales ingresos a la dieta de la colmena, mientras que para el segundo lo fueron Cactaceae, *Eupatorium*, *Parapiptadenia excelsa* y tipo *Cissus*. Hacia finales de la primera temporada, recursos provenientes de especies de *Sicyos* y de la familia Euphorbiaceae son las principales fuentes de polen, a diferencia de lo observado en la segunda temporada, con altos valores de abundancia de especies de *Eucalyptus* y *Viguiera*. Estas diferencias pueden responder a diversos criterios de selección de los recursos, como son la disponibilidad y fenología floral, como también el valor nutricional, el

tamaño, la ornamentación y la producción de los granos de polen, entre otros factores (Márquez, 2009; Montoya-Pfeiffer, 2011).

Dentro de la familia Asteraceae (valores de IF de 9.01 y 20.77 en los periodos estudiados) los tipos polínicos relevantes fueron *Eupatorium* y *Viguiera*. En el caso de *Eupatorium*, que abarca a dos especies arbustivas (*Austroeupatorium inulifolium* y *Campovassouria cruciata*) y abundantes en el área de estudio (Martin, 2014), su importancia reside en la selección de estos recursos por parte de las colmenas que responden a una oferta de fuentes accesibles y abundantes en el ambiente (Fagúndez, 2011). Asimismo, se destaca su importancia como un recurso nectarífero para *A. mellifera* en el área de estudio, hecho observado en estudios previos (Sánchez, 2013; Méndez, Sánchez, Flores, & Lupo, 2016; Sánchez, & Lupo, 2017). Por

otra parte *Viguiera*, que incluye especies herbáceas y subarborescentes del área (Obs. pers.), también pudo verse en sectores del Chaco Serrano en la provincia de Jujuy durante las temporadas 2010-2011 (Burgos et al., 2015).

La familia Cactaceae (IF = 8.14) es exclusiva del continente americano y con una mayor diversidad de especies en ambientes tropicales áridos (Boyle & Anderson, 2002; Ortega Baez & Godínez Álvarez, 2006). Sin embargo, es interesante destacar la presencia de *Rhipsalis floccosa* Pfeiff., *R. lorentziana* Griseb. y especies del género *Trichocereus* (A. Berger) Riccob. en las Yungas argentinas, importantes recursos alimenticios para las comunidades locales y diferentes grupos de animales que habitan estos bosques (Schmeda-Hirschman, Feresin, Tapia, Hilgert, & Theoduloz 2005). En este sentido, confirmando su importancia melífera se encuentran los trabajos de Burgos et al. (2015) en el Chaco Serrano, de Flores et al., (2015) en las yungas septentrionales (localidad de Baritú, Salta, Argentina) y de Montenegro et al., (2013) en la zona central de Chile.

En este estudio se pudo ver que la importancia polinífera de la familia Euphorbiaceae (IF = 35.5), lo cual se complementa con lo hallado por Sánchez (2013) y Méndez et al., (2016) para el área de estudio, quienes destacan la importancia nectarífera para *A. mellifera*. Posiblemente su relevancia reside en la gran diversidad de especies presentes en hábitats neotropicales (Ramalho et al., 1990) y en el norte de Argentina (Zuloaga, 1999) con fuentes de polen y néctar accesibles para las colmenas.

Dentro de esta familia, *Sebastiania* es un recurso importante durante el inicio de la temporada, igual a lo observado en el examen de cargas polínicas del Chaco Serrano (Burgos et al., 2015) y en mieles de las zonas de estudio (Méndez et al., 2016; Sánchez & Lupo, 2017). En áreas cercanas al sitio de muestreo, *Sebastiania commersoniana* y *S. brasiliensis* son elementos abundantes en las comunidades vegetales de la matriz boscosa (Martin, 2014; obs. pers.), lo cual probablemente explique su utilización por parte de las colmenas.

En otros sitios de Yungas de la provincia de Jujuy, se observó otro tipo polínico dominante perteneciente a esta familia e identificado como *Croton*, formando parte de la dieta polínica de *A. mellifera* (Méndez, en prep.). Todos estos registros evidencian la importancia de esta familia como fuente de polen para las abejas melíferas en las Yungas.

Dentro de la familia Fabaceae (IF = 20.40 y 26.27), *Mimosa* se menciona por primera vez como recurso polinífero para la zona. Estudios previos destacan su importancia nectarífera para la zona de estudio (Sánchez & Lupo, 2017) y para sectores del Chaco serrano (Burgos & Sánchez, 2014), como también para áreas tropicales y subtropicales de Brasil y Colombia donde son frecuentemente utilizados por las abejas para su alimentación (Aguilar Sierra & Henry Smith, 2009; De Novais, Lima, & Do Santos, 2010; Alves & Santos, 2014).

En cuanto a *Parapiptadenia excelsa*, especie frecuente en los distintos de pisos de Yungas (Brown, 2007), su presencia durante el mes de octubre estaría vinculado con el periodo de floración de la especie (octubre a noviembre) (Digilio & Legname, 1966; Cazón, 2009) y su abundancia en cercanías al sitio de muestreo, donde se encuentra formando un mesobosque mesotropical sub húmedo junto a *Erythrina falcata* Benth. entre los 1424 y 1455 msnm (Martin, 2014). Resultados similares se registraron en colmenas ubicadas en el ecotono yungas - chaco (Burgos et al., 2015). Asimismo, es un recurso nectarífero relevante para colmenas de *A. mellifera* (Sánchez & Lupo, 2011; Burgos & Sánchez, 2014; Méndez et al., 2016; Sánchez & Lupo, 2017), *Plebeia intermedia* en la localidad de Baritú, Salta (Flores et al., 2015), y *Tetragonisca angustula* en la localidad de Los Naranjos, Salta (Flores & Sánchez 2010).

La Familia Myrtaceae (IF = 9.10 y 9.13) es considerada una de las principales familias proveedoras de recursos melíferos en zonas neotropicales (Ramalho et al., 1990). En ella, *Eucalyptus* presenta un importante valor apícola (Basilio, 2000; Fagúndez & Caccavari, 2006; Nates-Parra, 2013). Esta especie exótica, relacionada con la actividad antrópica,

se encuentra disponible en la zona de estudio por ser principalmente un área de producción forestal (Braun Wilke et al., 2013). En sectores del noroeste argentino es uno de los principales recursos poliníferos de las colmenas (Burgos et al., 2015), como también en sectores de la región pampeana argentina y el Bajo Delta del Paraná registrándose como recurso dominante en colmenas de *A. mellifera* y *Xylocopa augusti* Lepeletier de Saint Fargeau (Tellería, 1995; 1999; Basilio, 2000; Lucia, Tellería, Ramello, & Abrahamovich, 2017). En el sur de Brasil, se observó también su importancia polinífera tanto en colmenas de *A. mellifera* como en especies de meliponas (Luz et al., 2011; Hilgert Moreira, Nascher, Callegari-Jacques, & Blocthein, 2014).

En la familia Rutaceae (IF = 4.99), *Zanthoxylum* se destacó como un recurso importante durante setiembre 2011. Su utilización también es significativa en colmenas de *Plebeia* sp. (Flores, en prep.)

La familia Vitaceae (IF = 16.14), representada únicamente por el tipo *Cissus*, que es identificado por primera vez como recurso polinífero significativo para *A. mellifera* en Argentina. En estudios previos, Méndez et al., (2016) lo citan como un recurso nectarífero importante para la región del noroeste argentino, a diferencia de lo reportado para las mieles de la zona central de Entre Ríos y el Delta Medio del Río Paraná (Fagúndez & Caccavari, 2006; Caccavari & Fagúndez, 2010), y en mieles de *P. intermedia* en el norte de Salta (Flores et al., 2015), donde se registra con valores traza y de menor importancia.

A. mellifera es un insecto de hábito generalista, característica que le permite adaptarse a los diferentes ambientes (Goulson, 2003; Da Luz, Thome, & Barth, 2007). En este trabajo los valores de índice de amplitud de nicho trófico se encuentran por debajo de 0.5, indicando preferencias por los recursos florales en el área y temporadas estudiadas. Montoya Pfeiffer (2011), mencionan que en ambientes diversos las abejas utilizan menor diversidad de recursos.

Durante el inicio de la temporada apícola, los valores de amplitud de nicho trófico hallados en ambos periodos (Bst = 0.24, 0.25) estarían directamente relacionados con el inicio de la actividad de la colmena, donde los requerimientos para la reproducción y reclutamiento de las abejas es mayor, favoreciendo su estado nutricional (Jacksic, 2001; Alaux, Ducloz, & Le Conte, 2010). Durante diciembre, en ambientes similares las curvas de floración si bien muestran una disminución en relación a setiembre y octubre, en general mantienen valores significativos de disponibilidad (Brown, 1995; Boletta, Vides-Almonacid, Figueroa, & Fernández, 1995). Por lo tanto, los bajos valores del índice reflejarían el forrajeo sobre solo unas pocas especies dominantes, este patrón también se observó para otros ambientes (Andrada & Tellería, 2005). A finales de las temporadas estudiadas el incremento de los valores del índice se relacionaría con un comportamiento de forrajeo orientado a acopiar reservas de alimentos para el período de invernada (Alaux et al., 2010).

En general, en un sector de la Selva montana de las Yungas en Jujuy, las especies nativas son el principal aporte a la dieta de *A. mellifera* en los periodos estudiados. Si bien no se presentan diferencias en cuanto a la riqueza polínica y en consecuencia en los valores de amplitud de nicho trófico en los periodos analizados, la composición de tipos polínicos identificados varía. Estas variaciones se relacionan con los distintos factores que afectan la selección de los recursos, tanto extrínsecos (disponibilidad y fenología floral) como intrínsecos (calidad nutricional, producción, tamaño y ornamentación de los granos de polen, entre otros).

La baja amplitud de nicho trófico evidencia la preferencia floral que se da en un ambiente tan diverso como las Yungas, y su dinámica a lo largo de los periodos productivos podría responder a una demanda individual y poblacional dependiente de los requerimientos de la colmena.

Si bien en la provincia de Jujuy la producción y comercialización de polen corbicular está limitada al consumo personal, el

conocimiento generado en este estudio, además del aporte sobre la dieta de *A. mellifera* en estos bosques subtropicales, servirá de base para potenciar la producción y comercialización de este recurso apícola a partir del valor agregado por su origen botánico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a los proyectos SECTER-UNJu Códigos A/0116, A/B015 y a Ezequiel Verrastro por permitirnos trabajar en su apiario y la colaboración en la recolección de muestras.

RESUMEN

En el noroeste de Argentina, los bosques subtropicales de las Yungas son de gran importancia por la gran diversidad vegetal. Las abejas melíferas (*A. mellifera*) utilizan estos recursos para su alimentación y en consecuencia como un servicio ecosistémico a través de la apicultura. La caracterización de la flora polinífera de una región permite conocer la fuente de alimento y definir la importancia de las diferentes especies vegetales para el desarrollo y mantenimiento de las colonias. El objetivo del presente trabajo es identificar la flora polinífera utilizada por *A. mellifera* en el sector oeste de las Yungas en Jujuy (Argentina) a través de la caracterización de sus cargas corbiculares y analizar las variaciones a lo largo de la primavera y verano de dos periodos productivos consecutivos. Para ello, se analizaron 14 muestras tomadas mensualmente a la largo de los periodos setiembre 2011 a marzo 2012 y setiembre 2012 a marzo de 2013. Las muestras se obtuvieron a través de trampas caza polen en las entradas de las colmenas y tratadas en el laboratorio según las técnicas convencionales de melisopalinología con posterior acetólisis. Se identificaron un total de 46 tipos polínicos pertenecientes a 25 familias botánicas. Las más importantes de acuerdo a los valores de índice de importancia de familia son: Euphorbiaceae (35.54), Fabaceae (26.27), Asteraceae (20.77), Vitaceae (16.14) y Myrtaceae (9.13). Asimismo, los principales recursos poliníferos fueron *Eucalyptus*, *Eupatorium*, *Mimosa*, *Parapiptadenia excelsa*, *Sebastiania*, *Viguiera*, *Zanthoxylum*, tipo *Cissus* y representantes de las familias Cactaceae y Euphorbiaceae. Las variaciones del índice de amplitud de nicho trófico evidencian para la zona una selección de recursos florales, donde se destaca la utilización de especies nativas. La información generada en este estudio, aporta al conocimiento del recurso ofrecido por el bosque y las especies que son de importancia para la

producción apícola. Además, de contribuir a potenciar la producción y comercialización de este producto a partir de su valor agregado, permitiendo a los apicultores un buen manejo de las colmenas.

Palabras clave: polen; Yungas; palinología; apicultura; recurso trófico; servicio ecosistémico; abeja melífera.

REFERENCIAS

- Aguilar Sierra, C. I., & Henry Smith, A. P. (2009). Abejas visitantes de *Mimosa pigra* L. (MIMOSACEAE): comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. *Acta Biológica Colombiana*, 14(1), 109-120.
- Ahmed, A. (2008). *Manual Apícola del Norte Argentino*. Tucumán: Editorial Magna.
- Alaux, C., Ducloz, F., & Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honey bee immunocompetence. *Biology Letters*. doi: 10.1098/rsbl.2009.0989
- Alves, R. D. F., & Santos, F. D. A. R. D. (2014). Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. *Palynology*, 38(1), 90-100.
- Andrada, 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.
- Andrada, A. C., & Tellería, M. C. (2005). Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Calden district (Argentina): botanical origin and protein content. *Grana*, 44(2), 115-122.
- Baldi Coronel, B., Grasso, D., Chaves Pereira, S., & Fernández, G. (2004). Caracterización bromatológica del polen apícola argentino. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(29).
- Balavanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques subtropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147.
- Basilio, A. M. (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*, 2(2), 111-121.
- Boletta, P. E., Vides-Almonacid, R., Figueroa, R. E., & Fernández, M. T. (1995). Cambios fenológicos de la selva basal de Yungas en Sierra San Javier (Tucumán Argentina) y su relación con la organización estacional de las comunidades de aves. En A. D. Brown, & H. R. Grau (Eds.), *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña* (pp. 103-114). Tucumán, Argentina: Proyecto de Desarrollo en Comunidades Rurales del Noroeste de Argentina.

- Boyle, T. H., & Anderson, E. (2002). Biodiversity and Conservation. In P. S. Nobel (Ed.), *Cacti. Biology and Uses* (pp. 125-141). Los Angeles: University of California Press.
- Braun Wilke, R., Santos, E., Picchetti, L., Larrán, M., Guzmán, G., Colarich, C., & Casoli, C. (2013). *Carta de aptitud ambiental de la provincia de Jujuy*. Jujuy, Argentina: EDIUNJu.
- Brodschneider, R. & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41, 278-294.
- Brown, A. D. (1995). Fenología y caída de hojarasca en las selvas montanas del Parque Nacional el Rey, Argentina. En A. D. Brown & H. R. Grau (Eds.), *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña* (pp. 103-114). Tucumán Argentina: Proyecto de Desarrollo en Comunidades Rurales del Noroeste de Argentina.
- Brown, A. D. (2007). Caracterización ambiental ecorregional. En A. D. Brown, M. García Moritán, B. N. Ventura, N. I. Hilgert, & L. R. Malizia (Eds.), *Finca San Andrés. Un espacio de cambios ambientales y sociales en el Alto Bermejo* (pp. 25-66). Yerba Buena, Tucumán: Ediciones del Subtrópico.
- Brown, A. D., Pacheco, S., Lomáscolo, T., & Malizia, L. R. (2006). Situación ambiental de los Bosques Andinos Yungueños. En A. Brown, U. Martínez Ortíz, M. Acerbi, J. Corcuera (Eds.), *La situación ambiental argentina 2005* (pp. 53-61). Buenos Aires, Argentina: Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Buitrago, L. G. (1999). *El clima de la provincia de Jujuy*. Jujuy, Argentina: EDIUNJu.
- Burgos, M. G., & Sánchez, A. C. (2014). Preferencias alimenticias en las mieles inmaduras de *Apis mellifera* en el Chaco Serrano (Jujuy, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 49(1), 41-50.
- Burgos, M. G., Sánchez, A. C., & Lupo, L. C. (2015). Análisis polínico de cargas corbiculares del Chaco Serrano, Jujuy (Argentina). *Lilloa*, 52(1), 3-11.
- Cabrera, A. L. (1994). Regiones fitogeográficas Argentinas. En W. F. Kugler (Ed.), *Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería* (tomo II, Fascículo 1, pp. 1-85). ACME: Buenos Aires.
- Cabrera, A. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 14(1-2), 1-50.
- Caccavari, M. & Fagúndez, G. (2010). Pollen spectra of honeys from the Middle Delta of the Paraná River (Argentina) and their environmental relationship. *Spanish Journal Agricultural Research*, 8, 42-52.
- Cazón, A. (2009). *Guía para la identificación: Árboles nativos de Bosque y Selva Montana de Yungas de la Sierra de Santa Bárbara (Jujuy – Argentina)* (Trabajo de Pregrado). Universidad Nacional de Misiones, Misiones, Argentina.
- Chafatinos, T. & Nadir, A. (1990). *Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy)* (Tomo II). Ciudad de Salta: Editorial de la Universidad Nacional de Salta.
- Chamorro-García, F. J., León-Bonilla, D., & Nates-Parra, G. (2013). El polen apícola como producto forestal no maderable en la Cordillera Oriental de Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1), 53-66.
- Colwell, R. K., & Futuyma, D. J. (1971). On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 52, 567-576.
- De Klerk, P., & Joosten, H. (2007). The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and scientific freedom. *Eiszeitler und Gegenwart/Quaternary Science Journal*, 56, 162-171.
- Da Luz, C. F. P., Thome, M. L., & Barth, O. M. (2007). Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de MorroAzul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Botany*, 30(1), 29-36.
- De Novais, J. S., Lima, L. C. L., & Dos Santos, F. A. R. (2010). Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. *Journal of Arid Environments*, 74(10), 1355-1358.
- Digilio, A., & Legname, P. (1966). Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán. *Opera Lilloana*, 15, 67.
- 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, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Fagúndez, G. A., & Caccavari, M. A. (2006). Pollen analysis of honeys from the central zone of the Argentine province of Entre Ríos. *Grana*, 45, 305-320.
- Faye, P. F., Planchuelo, A. M., & Molineli, M. L. (2002). Relevamiento de la flora apícola e identificación de cargas de polen en el sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, 19, 19-30.
- Feller-Demalsy, M., Parent, J., & Strachan, A. (1987). Microscopic analysis of honeys from Alberta, Canada. *Journal of Apicultural Research*, 26, 123-132.
- Flores, F. F., Lupo, L. C., & Hilgert, N. I. (2015). Recursos tróficos utilizados por *Plebeia intermedia* (Apiade, Meliponini) en la localidad de Baritú, Salta, Argentina. Caracterización botánica de sus mieles. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 50(4), 515-529.

- Flores, F. F. & Sánchez, A. C. (2010). Primeros resultados de la caracterización botánica de mieles producidas por *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae) en Los Naranjos, Salta, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45(1-2), 81-91.
- Forcone, A., Aloisi, P. V., Ruppel, S., & Muñoz, M. (2011). Botanical composition and protein content of pollen collected by *Apis mellifera* L. in the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia). *Grana*, 50(1), 30-39.
- Forcone, A., & Ruppel, S. (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.
- Goulson, D. (2003). Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 1-26.
- Grimm, E. C. (2011). *Tilia software* (v. 1.7.16). Springfield, Illinois: Illinois State Museum.
- Hilgert-Moreira, S. B., Nascher, C. A., Callegari, S. M. & Blochtein, B. (2014). Pollen resources and trophic niche breadth of *Apis mellifera* and *Melipona obscurior* (Hymenoptera, Apidae) in a subtropical climate in the Atlantic rain forest of southern Brazil. *Apidologie*, 45, 129-141.
- Jaksic, F. (2001). *Ecología de Comunidades*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Joosten, H., & De Klerk, P. (2002). What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 122, 29-45.
- Louveaux, J. (1958). Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.). *Les Annales de l'Abeille*, 1(3), 113-188.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwhol, G. (1978). Methods of Melisopalynology. *Bee World*, 59(4), 139-157.
- Lucia, M., Tellería, M. C., Ramello, P., & Abrahamovich, A. H. (2017). Nesting ecology and floral resource of *Xylocopa augusti* Lapeletier de Saint Fargeau (Hymenoptera, Apidae) in Argentina. *Agricultural and Forest Entomology*. doi: 10.1111/AFE12207
- Luz, C. F. P., Fernandes-Salomão, T. M., Lage, L. G. A., Resende, H. C., Tavares, M. G., & Campos, L. A. O. (2011). Pollen sources for *Melipona capixaba* Moure and Camargo: an endangered Brazilian stingless bee. *Psyche: A Journal of Entomology*. doi: Doi.org/10.1155/2011/107303
- Malizia, L., Pacheco, S., Blundo, C., & Brown, A. D. (2012). Caracterización altitudinal, uso y conservación de las Yungas Subtropicales de Argentina. *Ecosistemas*, 21(1-2), 53-73.
- Markgraf, V., & D'Antoni, H. (1978). *Pollen Flora of Argentina*. Tucson, Arizona, EE.UU: The University of Arizona Press.
- Márquez, M. A. (2009). Memoria y aprendizaje en la escogencia floral de las abejas. *Acta Biológica Colombiana*, 14(2), 125-136.
- Martin, C. M. (2014). *Estudio de la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal en el Bosque Pluvial de Chijra (Jujuy, Argentina)* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.
- Méndez, M. V., Sánchez, A. C., Flores, F. F., & Lupo, L. C. (2016). Análisis polínico de mieles inmaduras en el sector Oeste de las Yungas de Jujuy (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 51(3), 449-462.
- Montenegro, G., Gomez, M., & Avila, G. (1992). Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *A. mellifera* en el área de la Reserva Nacional Los Ruides, VII Region de Chile. *Acta Botánica Malacitana*, 17, 167-174.
- Montenegro, G., Pizarro, R., Mejias, E., & Rodriguez, S. (2013). Evaluación biológica del polen apícola de plantas nativas de Chile. *Pyton*, 82, 7-14.
- Montoya-Pfeiffer, P. M. (2011). *Uso de recursos florales polinizadores por Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en apiarios de la Sabana de Bogotá y alrededores*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Naab, O., & Tamame, M. A. (2007). Flora apícola primateal en la región del Monte de la provincia de la Pampa (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(3-4), 251-259.
- Nates-Parra, G., Montoya, P., Chamorro, F. J., Ramírez, N., Giraldo, C., & Obregón, D. (2013). Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta Biológica colombiana*, 18(3), 427-438.
- Nicolson, S. W. (2011) Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two: review article. *African Zoology*, 46, 197-204.
- Ortega Baez, P., & Godinez Alvarez, H. (2006). Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiversity and Conservation*, 15, 817-827.
- Pire, S. M., Anzótegui, L. M., & Cuadrado, G. A. (1998). *Flora Polínica del Nordeste Argentino* (Vol. 1). Corrientes, Argentina: EUDENE-UNNE.

- Pire, S. M., Anzótegui, L. M., & Cuadrado, G. A. (2002). *Flora Polínica del Nordeste Argentino* (Vol. 2). Corrientes, Argentina: EUDENE-UNNE.
- Pire, S. M., Anzótegui, L. M., & Cuadrado, G. A. (2006). *Flora Polínica del Nordeste Argentino* (Vol. 3). Corrientes, Argentina: EUDENE-UNNE.
- Pire, S. M., Anzótegui, L. M. & Cuadrado, G. A. (2013). *Flora Polínica del Nordeste Argentino* (Vol. 4). Corrientes, Argentina: EUDENE-UNNE.
- R Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Ramalho, M. A., Kleinert-Giovannini, A., & Imperatriz-Fonseca, V. (1990). Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie*, 21(5), 469-488.
- Ramírez, R., & Montenegro, G. (2004). Certificación del origen botánico de miel y polen corbicular pertenecientes a la comuna de Litueche, VI Región de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 31(3), 197-211.
- Sa-Otero, M. P., Marcial Bugarin, S., Armesto Batzan, S., & Diaz Losada, E. (2002). Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial. *Lazaroa*, 23, 25-34.
- Salamanca, G., Mónica, P., Tangarife, O., & Casas, L. (2014). Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas colombianas. *Zootecnia Tropical*, 32(4), 377-390.
- Sánchez, A. C. (2013). *Caracterización Botánica y Geográfica de las mieles de Apis mellifera L. en la Provincia de Jujuy* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.
- Sánchez, A. C., & Lupo, L. C. (2011). Origen botánico y geográfico de las mieles de El Fuerte, Departamento de Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 46(1-2), 105-111.
- Sánchez, A. C., & Lupo, L. C. (2017). Pollen analysis of honeys from the northwest of Argentina: Province of Jujuy. *Grana*, 56(6), 462-474.
- Sayas Rivera, R., & Huamán Mesía, L. (2009). Determinación de la flora polinífera del valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecología aplicada*, 8(1-2), 53-59.
- Schmeda-Hirschman, G., Feresin, G., Tapia, A., Hilgert, N., & Theoduloz, C. (2005). Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentinian Yungas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1357-1364.
- Tellería, M. C. (1993). Floraison et récolte du pollen par les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L. var *ligustica*) dans la pampa argentine. *Apidologie*, 24(2), 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. (1999). Polen recolectado por *Xylocopa augusti* (Hymenoptera, Apidae) en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Darwiniana*, 37(3-4), 253-258.
- Thorp, W. R. (2000). The collection of pollen by bees (Apoidea). *Plant Systematic and Evolution*, 222, 211-223.
- Zuloaga, F. O. (1999). Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Artículo especial. *Kurtziana*, 27(1), 17-167.