



<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.2022.49039>

Disponibilidad y utilización de los recursos poliníferos por *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en el este de las Yungas de Jujuy (Argentina)

Magalí Verónica Méndez^{1*}; <https://orcid.org/0000-0003-2830-4172>

Ana Carina Sánchez¹; <https://orcid.org/0000-0001-7505-3498>

Liliana Concepción Lupo¹; <https://orcid.org/0000-0002-3447-1658>

1. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), Laboratorio de Análisis Palinológicos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Alberdi 47, C. P. 4 600, S. S. de Jujuy, Argentina; magalivmendez@gmail.com (*Correspondencia), anacarina_s@fca.unju.edu.ar, lupolc@fca.unju.edu.ar

Recibido 11-XI-2021. Corregido 17-II-2022. Aceptado 20-VI-2022.

ABSTRACT

Availability and use of polliniferous resources by *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Eastern Yungas of Jujuy (Argentina)

Introduction: Knowledge of vegetation richness and seasonality around *Apis mellifera* apiaries is an indispensable planning tool for beekeepers. It must include resource availability, food preferences and foraging behaviour. Such information is unavailable for the Argentinian Yungas, one of the most seasonal forest ecosystems in South America.

Objective: To assess the availability of trophic resources through a flowering calendar and its relationship with *A. mellifera* pollen loads in the Yungas.

Methods: In El Fuerte, Jujuy, we collected monthly samples from September to March (2014-2015 and 2015-2016) using pollen traps. We used standardized techniques for palynological analyses, and association indices for resource use. The phenophases were *Beginning of flowering*, *Full flowering*, and *End of flowering*.

Results: We identified 47 botanical specimens to species level and 9 only to genus. In both periods there was a moderate supply of flowers at the beginning of spring, represented equally by shrub and herbaceous plants, with peak flowering in November. Subsequently, there was a drop in availability, with peak flowering again at the end of the season. In five plant species, there was a medium to high association between the plant species available and their presence in the pollen spectrum of the corbicular pollen samples collected (*Vachellia aroma*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cantinoa* sp., *Vernonanthura* sp. And *Zanthoxylum coco*).

Conclusion: In this region, there is a moderate supply of shrub and herbaceous plant flowers at the beginning of spring, with peak flowering in November and at the end of the season. Only five, out of nearly 50 plant species, show an association of availability and use by bees.

Key words: phenology; vegetation; pollen; preferences; beekeeping.

Los estudios sobre la fenología de plantas son fundamentales para comprender la dinámica de los recursos de las comunidades (Bullock & Solis-Magallanes, 1990), por ejemplo, la actividad de los polinizadores, dispersores de

semillas, así como el período de reproducción de muchos animales depende directa o indirectamente de la producción de flores y frutos en una comunidad vegetal (Smith-Ramírez & Armesto, 1994; Terborgh, 1986).

En este sentido y en relación con la actividad apícola, el conocimiento de la riqueza y la distribución temporal de la vegetación en los alrededores de los apiarios es muy importante, ya que provee al apicultor una herramienta básica e indispensable para planificar su actividad (Primost et al., 2013). Esta información permite, por un lado, programar el traslado de las colmenas en función de mayores volúmenes de floración, con la finalidad de optimizar el aprovechamiento de esta o bien para la producción de mieles de determinados orígenes botánicos. Por otro lado, la oferta de floración de un área permite establecer relaciones con los recursos utilizados por la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) e inferir acerca de su comportamiento recolector y preferencias alimenticias (Fagúndez et al., 2016).

En las distintas regiones de Argentina se han desarrollado diversos estudios sobre calendarios apícolas, es así que, para el Chaco Serrano, que pertenece a la ecorregión Chaco Seco (Burkart, et al., 1999), se encuentra lo realizado por Burgos (2012); en el Chaco Húmedo por Cabrera et al. (2013), Salgado (2006) y Salgado et al. (2014). En el Chaco Seco por Salgado (2006) y Salgado et al. (2014); en la Pampa se destacan los realizados por Aramayo et al. (1993), Gurini y Basilio (1995), Tellería (1993) y Tellería (1995); en el Espinal por Andrada (2003) y Naab et al. (2001). En el Monte de Llanuras y Mesetas estos estudios fueron desarrollados por Forcone (2003), Naab y Tamame (2007) y Tamame (2011); en los Bosques Patagónicos los llevados a cabo por Forcone y Kutscher (2006), y en la Estepa Patagónica por Forcone y Muñoz (2009). Para el Dpto. Diamante (Entre Ríos) donde convergen distintas ecorregiones, generando ecotonos, se encuentra lo realizado por Fagúndez et al. (2016). De los antecedentes citados, se observa que la principal oferta de floración corresponde a especies nativas, salvo en la ecoregión de la Pampa (Gurini & Basilio, 1995; Tellería, 1993), y en la provincia de Santa Cruz, en la transición entre la Estepa y Bosque Patagónico (Forcone & Kutscher, 2006; Forcone & Muñoz, 2009), donde se observa que la vegetación exótica

adquiere mayor relevancia. En todos los trabajos mencionados, las familias que presentan mayor riqueza de especies son Asteraceae y Fabaceae. En cuanto a los periodos de floración, éstos se extienden durante toda la temporada apícola con determinadas particularidades para cada sector, presentándose entre octubre y diciembre los picos de floración.

Los bosques subtropicales de montaña como la Selva de las Yungas en el noroeste argentino se caracterizan por una gran diversidad de recursos. En relación con las características fenológicas, al ser un área con un marcado clima estacional, la fenología de las especies vegetales también es estacional. Más del 70 % de las especies y la mayor parte de los individuos arbóreos pierden su follaje durante la estación seca, entre junio y octubre. Estos rasgos convierten a las Yungas en uno de los ecosistemas forestales más estacionales de Sudamérica. También es estacional la floración de los árboles, que mayormente se da en primavera antes de que comiencen las lluvias (Brown & Malizia, 2004). Si bien se conoce la estacionalidad de la floración para estos bosques, no existen trabajos sobre calendarios apícolas en estos ecosistemas que brinden a los apicultores de estas áreas la información base para el desarrollo de esta actividad productiva. Además, la nutrición de las abejas está basada en néctar y polen principalmente y, por lo tanto, la cantidad disponible de estos recursos es un factor limitante para el desarrollo de la colonia. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la disponibilidad de los recursos tróficos a través de un calendario de floración y establecer su utilización a partir de la relación con el contenido polínico en el polen corbicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El área de estudio se sitúa en la localidad de El Fuerte, ubicado en el valle conformado por los cerros Centinela y la serranía de Santa Bárbara en el sur del Departamento Santa Bárbara al Suroeste de la Provincia de Jujuy (24°15'43" S & 64°24'50" W).



La vegetación natural se ve representada por diferentes pisos boscosos, desde el chaqueño serrano (en las partes bajas), pasando al chaco húmedo de transición (Chaco/Yungas), posteriormente al húmedo de Yungas y por último los pastizales de altura. La temperatura media anual es de 21.5 °C y la media de junio es de 15 °C. El área presenta un clima subtropical serrano-templado con estación seca donde las precipitaciones están concentradas en el verano y oscilan entre 800-1 050 mm anuales en promedio (Braun-Wilke, 2013). La principal actividad económica es la forestación además de la producción ganadera de subsistencia. Durante los inicios de la década del 2000, un fuerte impulso de la actividad apícola en Jujuy a partir de la red Cluster del Noroeste Argentino, permitió el desarrollo y crecimiento de esta actividad en la región, nucleado principalmente por la Escuela Agrotécnica N° 12.

El apiario donde se llevó a cabo los muestreos pertenece a la Escuela Agrotécnica N° 12 que forma parte de la Red de Escuelas con desarrollo apícola, iniciada en 2002, como una iniciativa de fortalecimiento de la actividad apícola y que se transformaron en verdaderos referentes del desarrollo apícola, con docentes capacitados, apiarios demostrativos y activa participación en el proceso de transferencia tecnológica a través de jornadas, cartillas, asistencia directa, trabajos de investigación en conjunto con instituciones como la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), entre otros (Bedascarrasbure, 2009).

Curvas de floración: La metodología empleada para el seguimiento de la fenología de la floración fue la propuesta por Anderson y Hubritch (1940), la que considera el aspecto visual que produce la floración de las distintas especies en el paisaje. Las fenofases relevadas fueron: a- inicio de floración, b- floración plena, c- fin de floración-comienzo de fructificación, registradas una vez al mes en una planilla elaborada para tal fin con excepción de enero debido a las dificultades en acceso al área

de estudio por cortes de camino a consecuencia de las lluvias estivales. Los registros fenológicos fueron como mínimo de cinco individuos por especie.

Vegetación disponible y utilización:

Relación vegetación-polen: Con el fin de conocer la relación entre la vegetación de los alrededores del apiario en la localidad de El Fuerte (recursos tróficos disponibles para las abejas) y el espectro polínico de las cargas corbiculares (utilización del recurso), se calculó la asociación (A), sobrerrepresentación (O) y subrepresentación (U) de los distintos tipos polínicos a través del Índice de Davis (1984), que fue adaptado con la finalidad de determinar la relación entre la presencia de un taxón en la muestra polínica y la vegetación local. En este trabajo se presenta una adaptación del índice, relacionando los tipos polínicos encontrados en las muestras de polen corbicular con el recurso disponible en cada mes relevado. Las fórmulas empleadas son: $A = B_0 / (P_0 + P_1 + B_0)$, $U = P_1 / (P_1 + B_0)$, $O = P_0 / (P_0 + B_0)$. Donde, B_0 es el número de veces en los que el tipo polínico está presente en la muestra y en el registro de vegetación, P_0 representa el número de veces en donde el tipo polínico se encuentra presente pero el taxón vegetal está ausente y P_1 es igual al número de veces donde el taxón vegetal se encuentra presente pero el tipo polínico está ausente.

Los valores del índice de asociación varían entre 0 y 1; donde $A = 1$ indica que el tipo polínico y el taxón vegetal están siempre presentes y si $A = 0$ alguno de los dos elementos se encuentra ausente en todas las muestras analizadas.

RESULTADOS

Relevamiento de la vegetación. Determinación taxonómica, hábito y estatus:

El relevamiento de la vegetación realizada permitió determinar un total de 47 especies y 9 géneros, pertenecientes a 27 familias botánicas. Las principales familias representadas a partir de su riqueza específica fueron: Asteraceae (15),

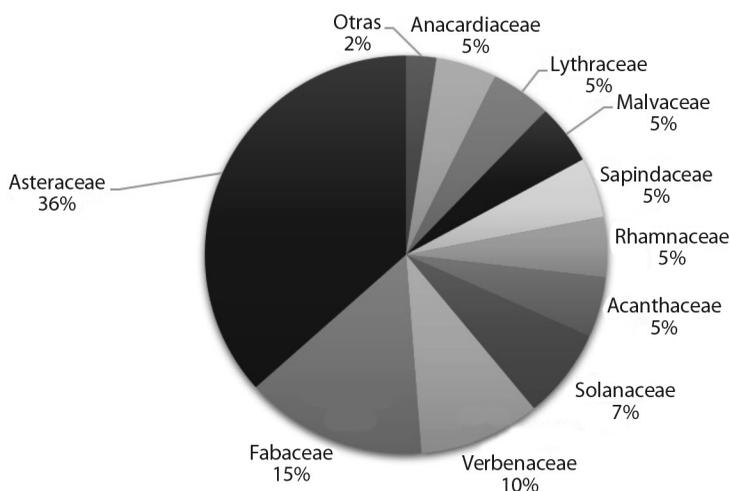


Fig. 1. Distribución porcentual de las familias botánicas relevadas en El Fuerte-Departamento Santa Bárbara, Jujuy.
Fig. 1. Percentage distribution of the botanical families surveyed in El Fuerte- Santa Barbara Department, Jujuy.

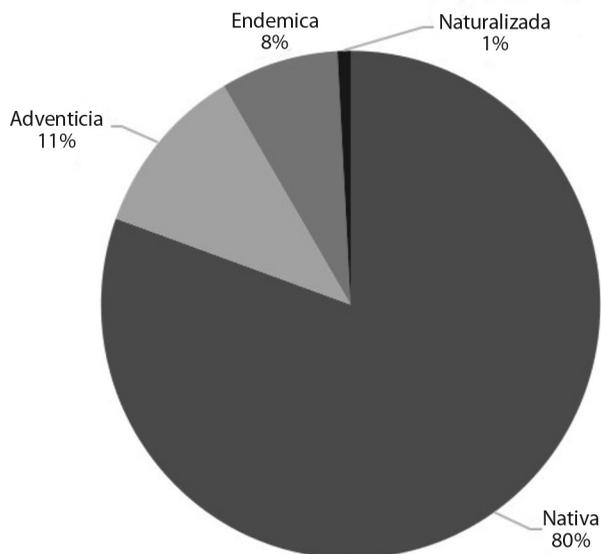


Fig. 2. Representación porcentual por estatus del relevamiento de especies vegetales realizado en El Fuerte-Departamento Santa Bárbara, Jujuy.
Fig. 2. Percentage representation by status of the survey of plant species carried out in El Fuerte-Santa Bárbara Department, Jujuy.

Fabaceae (6), Verbenaceae (4), Solanaceae (3). Con dos especies le siguen: Anacardiaceae, Lythraceae, Malvaceae, Rhamnaceae y Sapindaceae. Las restantes 18 familias estuvieron representadas por solo una especie. En la Fig. 1 se representa el valor porcentual de las principales familias.

En la Fig. 2 se presenta la distribución por estatus de las especies relevadas, observándose la presencia de un amplio porcentaje de especies nativas (80 %).

Registros fenológicos. Curvas de floración: En la Tabla 1 se presentan los períodos

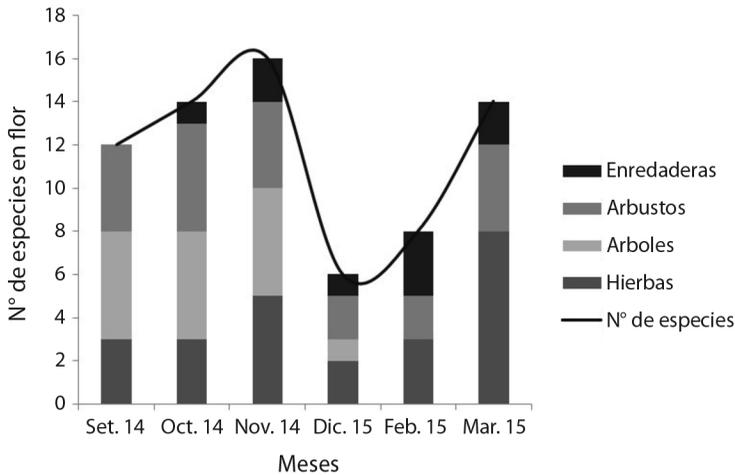


Fig. 3. Curva de floración para la localidad de El Fuerte. Periodo setiembre 2014-marzo 2015.

Fig. 3. Flowering curve for the town of El Fuerte. Period September 2014-March 2015.

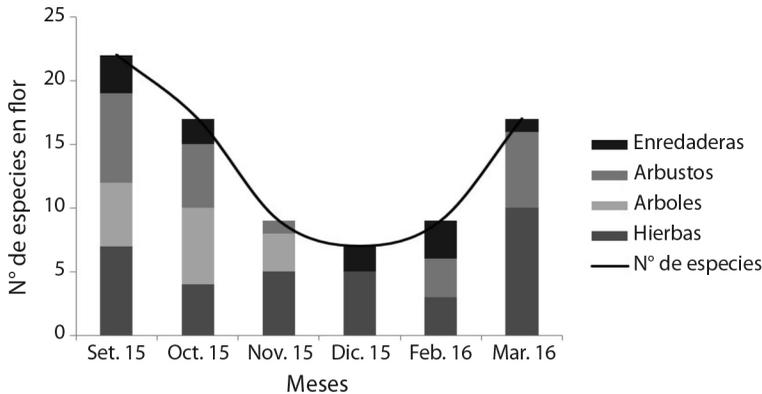


Fig. 4. Curva de floración para la localidad de El Fuerte. Periodo setiembre 2015-marzo 2016.

Fig. 4. Flowering curve for the locality of El Fuerte. September 2015-March 2016 period.

oferta de floración hacia el final de la temporada se caracteriza por la mayor disponibilidad de especies herbáceas.

Para complementar la información, en la Fig. 5 se observa que, frente a una baja disponibilidad de especies en flor, la abeja utiliza una mayor diversidad de recursos polínicos (Riqueza polínica), siendo en condiciones opuestas menor la riqueza utilizada.

Relación vegetación-polen: Se calculó el índice de asociación de Davis, utilizando los datos de presencia-ausencia de los 64

taxones presentes en los registros de vegetación y polen. De acuerdo con los valores obtenidos, cinco de ellos presentan una asociación media a alta entre la especie vegetal disponible y la presencia de ésta en el espectro polínico de la muestra de polen corbicular recolectada. Estos recursos son: *Vachellia aroma*, *B. salicifolius*, *Cantinoa* sp., *Vernonanthura* sp. y *Zanthoxylum coco* (Tabla 2).

Cabe destacar, que existe una sobrerepresentación ($O = 1$) de polen correspondiente a taxones como *Anadenanthera colubrina*, *Berberis* sp., *Carduus thoermeri*, *Elephantopus*

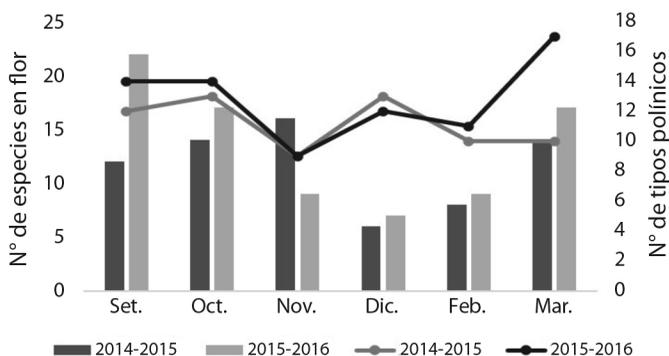


Fig. 5. Distribución de la riqueza polínica y el N° de especies en flor identificadas durante los periodos de estudio en la localidad de El Fuerte (Departamento Santa Bárbara, Jujuy).

Fig. 5. Distribution of pollen richness and the number of flower species identified during the study periods in the town of El Fuerte (Santa Bárbara Department, Jujuy).

mollis, *Lithraea molleoides*, *Parapiptadenia excelsa*, Apiaceae y Cucurbitaceae. Es decir, hay ausencia de los individuos de la especie (en la vegetación) en el radio de influencia al apiario donde se realizaron los registros y colecciones de los recursos florales disponibles. Por otra parte, se registró la ausencia dentro de los recursos polínicos utilizados (espectro polínico) o Subrepresentación (U) de diversos taxa en su mayoría arbustivos y herbáceos como *Aloysia gratissima*, *Barnadesia odorata*, *Caiophora clavata*, *Collaea argentina*, *Colettia spinosissima* y *Descurainia erodifolia*, entre otros, que si se encuentran en la comunidad vegetal circundante al apiario.

DISCUSIÓN

A partir del relevamiento realizado, se determinó que al igual a otras áreas apícolas de Argentina, las familias botánicas que presentaron mayor riqueza de especies son Asteraceae y Fabaceae (Cabrera et al., 2013; Fagúndez et al., 2016; Forcone & Muñoz, 2009; Naab & Tamame, 2007; Salgado et al., 2014). Estos resultados reflejan la importancia de estas familias tanto a nivel global como regional. En el caso de las Asteraceae, es la familia de fanerógamas con mayor diversidad a nivel mundial, representa 8-10 % de la flora global

y abarca alrededor de 22 750 taxones específicos e infraespecíficos (del Vitto & Petenatti, 2009; Zuloaga et al., 2014). Además, es de distribución cosmopolita, ocupando hábitats diversos, desde el nivel del mar hasta el límite altitudinal de la vegetación. En Argentina, también es la más numerosa de las familias de plantas superiores con el mayor porcentaje de endemismos, al igual que en la provincia de Jujuy en la que constituye el 16 % de su flora (Cabrera, 1961; Katinas et al., 2007; Zuloaga, 1999; Zuloaga et al., 1999).

En el caso de la familia Fabaceae, también es una familia con un gran de número de especies distribuidas en todo el mundo, sobre todo en ambientes tropicales y subtropicales (Burkart et al., 1987), y en Argentina, se distribuye preferentemente en el centro y norte del país, representando el 6 % de la flora en la provincia de Jujuy. En esta familia la mayoría de las especies poseen flores hermafroditas y entomófilas en las cuales los himenópteros son los principales agentes de polinización (Burkart, 1952; Burkart et al., 1987; Figueroa-Fleming, 2014; Figueroa-Fleming & Etcheverry, 2017; Zuloaga et al., 1999).

El período de disponibilidad de recursos alimentarios del área circundante al apiario en la localidad de El Fuerte (Departamento Santa Bárbara, Jujuy), se extiende durante toda la temporada apícola (setiembre-marzo), situación



TABLE 2
Índices de asociación (A), Subrepresentación (U) y Sobrerrepresentación (O) adaptados de Davis (1984)
para la localidad de El Fuerte (Departamento Santa Bárbara, Jujuy)

TABLE 2
Association (A), Underrepresentation (U) and Overrepresentation (O) indices adapted from Davis (1984)
for the town of El Fuerte (Santa Bárbara Department, Jujuy)

Especies	Índices			Especies	Índices		
	A	U	O		A	U	O
<i>Allophylus edulis</i>	0.17	0.67	0.75	<i>Glandularia cabreræ</i>	0	1	0
<i>Aloysia gratissima</i>	0	1	0	<i>Glandularia scrobiculata</i>	0	1	0
<i>Amaranthus hybridus</i>	0.17	0.5	0.8	<i>Heimia salicifolia</i>	0	1	0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0	0	1	<i>Herbertia tigridioides</i>	0	1	0
Apiaceae	0	0	1	<i>Heteropterys dumetorum</i>	0	1	0
<i>Argemone subfusiformis</i>	0	1	0	<i>Jungia pauciflora</i>	0	1	0
<i>Baccharis</i> sp.	0.22	0.67	0.6	<i>Justicia mandonii</i>	0	1	0
<i>Barnadesia odorata</i>	0	1	0	<i>Lithraea molleoides</i>	0	0	1
<i>Berberis commutata</i>	0	1	0	<i>Mandevilla laxa</i>	0	1	0
<i>Bidens andicola</i>	0	1	0	<i>Mikania cordifolia</i>	0	1	0
Bignoniaceae	0	0	1	<i>Modiolastrum malvifolium</i>	0	1	0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0.57	0.2	0.33	<i>Onoseris alata</i>	0	1	0
Brassicaceae	0.25	0	0.75	<i>Parapiptadenia excelsa</i>	0	0	1
<i>Caiophora clavata</i>	0	1	0	<i>Parasenegalia visco</i>	0	1	0
<i>Cantinoa mutabilis</i>	0.67	0.33	0	<i>Schinus myrtifolius</i>	0	1	0
<i>Carduus thoermeri</i>	0	0	1	<i>Schinus</i> sp.	0	1	0
<i>Cestrum</i> sp.	0	1	0	<i>Senecio</i> sp.	0.4	0.6	0
<i>Cissus</i> sp.	0.4	0.5	0.33	<i>Senna</i> sp.	0	1	0
<i>Clematis</i> sp.	0	1	0	<i>Serjania</i> sp.	0	1	0
<i>Collaea argentina</i>	0	1	0	<i>Sida rhombifolia</i>	0	1	0
<i>Colletia spinosissima</i>	0	1	0	<i>Solanum</i> sp.	0.43	0.25	0.5
<i>Condalia buxifolia</i>	0	1	0	<i>Stenandrium dulce</i>	0	1	0
<i>Croton</i> sp.	0.09	0.88	0.75	<i>Stevia</i> sp.	0	1	0
Cucurbitaceae	0	0	1	<i>Stevia vaga</i>	0	1	0
<i>Cuphea</i> sp.	0	1	0	<i>Stevia yaconensis</i>	0	1	0
<i>Cydonia oblonga</i>	0	1	0	<i>Taraxacum officinale</i>	0	1	0
<i>Cynoglossum amabile</i>	0	1	0	<i>Tilandsia tenuifolia</i>	0	1	0
<i>Descurainia erodiifolia</i>	0	1	0	<i>Vachellia aroma</i>	0.5	0	0.5
<i>Desmodium</i> sp.	0	1	0	<i>Vachellia caven</i>	0	1	0
<i>Duranta serratifolia</i>	0	1	0	<i>Vernonanthura</i>	0.5	0.5	0
<i>Elephantopus mollis</i>	0	0	1	<i>Zanthoxylum coco</i>	0.5	0	0.5
<i>Fleischmannia prasiifolia</i>	0	1	0	<i>Zinnia peruviana</i>	0	1	0

que también se observa en otras áreas apícolas del país (Forcone, 2003; Forcone & Kutschker, 2006; Tellería, 1993). Al inicio de la temporada, en ambos períodos la oferta de floración esta entre moderada y alta y es representada principalmente por especies nativas de los

diferentes estratos entre los que se encuentran: *Allophylus edulis*, *Zanthoxylum coco*, *Vachellia aroma*, *Cestrum* sp., *Senecio rudbeckiiefolius* y *Vernonanthura squamulosa*. En el caso particular del período 2015-2016, el número de especies en flor declina hacia mediados de

verano. Esta tendencia en la marcha de floración se observa también en otras áreas subtropicales del noroeste argentino (NOA) como lo es el sector del chaco húmedo (Salgado et al., 2014). Además, es necesario destacar que durante estos meses se presentan bajos valores de precipitación que condicionarían la disminución de los recursos para el área estudiada. En relación a la máxima oferta (mayor número de especies en floración plena), para la temporada 2014-2015, noviembre registró disponibilidad de especies arbóreas como *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Condalia buxifolia*, *Vachellia aroma*; y arbustivas tales como: *Baccharis salicifolia*, *Aloysia gratissima*, *Cestrum* sp. y herbáceas como *Descurainia erodifolia*, *Croton* sp., *Glandularia scrobiculata*, *Solanum* sp., *Argemone subsiformis*, entre otras. La similitud temporal en relación con el pico de floración también se presenta en la zona del Espinal (Andrada, 2003), el Monte de Llanuras y Mesetas, en la provincia de la Pampa (Naab & Tamame, 2007), y en el noroeste de Santa Cruz (Forcone & Muñoz, 2009). Por otro lado, en ambos periodos hacia fines de la temporada (marzo) se observa un segundo pico de floración en el que el principal aporte está dado por las especies herbáceas. Este comportamiento en la comunidad vegetal permite a los productores apícolas en general llevar a cabo una segunda cosecha finalizando la temporada apícola (obs. pers.).

Si bien solo se cuenta con los registros de floración para el periodo apícola (setiembre a marzo), es en esta época donde se produce la mayor floración por la marcada estacionalidad en respuesta a las variaciones climáticas en el bosque de Yungas (Brown & Malizia, 2004). Sin embargo, en otras regiones de importancia apícola para el país como los son el Chaco y Entre Ríos, la floración se extiende durante todo el año (Cabrera et al., 2013; Fagúndez et al., 2016; Salgado et al., 2014), complementado en el caso de Entre Ríos, con la oferta de especies adventicias o naturalizadas.

La utilización de los recursos disponibles en los alrededores del apiario en la localidad de El Fuerte (Santa Bárbara, Jujuy) es baja. Esto

se refleja en el valor del índice de similitud de Jaccard ($I_j = 0.11$), que relaciona en este caso, los recursos utilizados por *A. mellifera* y la flora disponible y registrada durante las temporadas estudiadas. Es decir que la abeja solo recolecta polen de algunas especies presentes en sus alrededores. Una situación similar se observó en tres apiarios de la localidad de Diamante, Entre Ríos (Fagúndez, 2011). En cambio, en otras regiones del país, Forcone (2002) y Andrada y Tellería (2005) observaron una mayor similitud entre el número de tipos polínicos recolectados y la oferta de la floración.

En cuanto al uso particular de los recursos, si bien los índices de asociación (A), Sobrerepresentación (O) y Subrepresentación (U) adaptados de Davis (1984), se calcularon a partir de datos de presencia y ausencia de los taxa en las muestras de polen corbicular y en los registros de vegetación, los valores obtenidos muestran una tendencia sobre su utilización. Los recursos *Cantinoa* sp. (0.66), *B. salicifolius* (0.57), *Vachellia aroma* (0.5), *Zanthoxylum coco* (0.5) y *Vernonanthura* sp. (0.5) son los que presentaron mayor valor de asociación, es decir que, frente a la presencia del recurso, éste es pecoreado por las abejas. Como se observa, la mayoría de ellos son especies arbóreas y su elección se podría explicar a partir de lo planteado por Ramalho (2004), quien demuestra que, las abejas sin aguijón del Bosque Tropical Atlántico, tienen preferencia por el estrato superior (arbóreo), con floración masiva, caracterizada por una alta densidad de flores pequeñas dispuestas en numerosas inflorescencias, característica que se observa en las especies identificadas en este trabajo, como recurso floral utilizado por *A. mellifera*. También se conoce que el costo energético en la obtención del recurso es un factor que influye en su selección, al igual que la cantidad de polen producida por las flores y la disposición del polen dentro de la flor, esto se refleja en cómo *A. mellifera* y *Bombus* prefieren forrajear en flores donde el polen es abundante y se puede obtener de forma rápida y sencilla (Pernal & Currie, 2002; Rasheed & Harder, 1997; de SÁ-Otero et al., 2004). Sin embargo, en el espectro



polínico aparecen numerosos recursos sobrerrepresentados, es decir que no se encuentran en el radio de vegetación de influencia relevado ($O = 1$). Entre ellos se destacan por su mayor abundancia y/o frecuencia en las muestras polínicas: *Gleditsia amorphoides*, *Anadenanthera colubrina* y *Parapiptadenia excelsa*. Su presencia podría estar relacionada con la ampliación del área de forrajeo de la abeja, llegando hasta distancias que pueden superar los 10 km de la colmena (Beekman & Ratnieks, 2000; Roubik, 1992; Steffan-Dewenter & Kuhn, 2003; Visscher & Seeley, 1982), además de que todas ellas presentan amplios periodos de floración (Cazón, 2009; Digilio & Legname, 1966), criterio que también es considerado para su selección (Avni et al., 2009; Girón-Vanderhuck, 1995; Montoya-Pfeiffer, 2011). En contraposición se encuentran los recursos subrepresentados ($U = 1$), es decir aquellos que se encuentran disponibles en el área relevada pero que la abeja no recolecta. Entre éstos encontramos en su mayoría a especies herbáceas y arbustivas como *Aloysia gratissima*, *Duranta serratifolia*, *Barnadesia odorata*, *Caiophora clavata*, *Collaea argentina*, *Colletia spinosissima*, *Descurainia erodifolia*, *Glandularia scrobiculata* y *Sida rhombifolia*, *Cestrum* sp., entre otras. Esta situación podría atribuirse a factores de selección o atracción floral como la forma de flor (síndrome de entomofilia), cantidad de polen producida y disposición de los estambres en la flor (Pernal & Currie, 2002; Rasheed & Harder, 1997). Por ejemplo, en el caso de *A. gratissima*, *C. spinosissima*, *G. scrobiculata*, *D. serratifolia* y *Cestrum* sp., los estambres se encuentran incluidos en una corola tubular poco accesible para los visitantes florales. Por otro lado, se puede considerar que algunas de estas especies junto a *Descurainia erodifolia* y *Sida rhombifolia* presentan sus periodos de floración coincidente con especies arbóreas de floración masiva como *B. salicifolius* por ejemplo, situación que también podría estar influenciando en su elección (Ramalho, 2004).

Un aspecto importante a destacar es lo planteado por McLellan (1976) y Steffan-Dewenter y Kuhn (2003) en referencia a la

riqueza de especies que usa la abeja frente a la disponibilidad de los mismos; dichos autores han documentado que las abejas visitan un mayor número de especies vegetales bajo condiciones de escasez de recursos en el entorno y un menor número de recursos en ambientes más abundantes, como se observa en El Fuerte en los periodos estudiados (Fig. 5).

Declaración de ética: los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a los proyectos SECTER-UNJu Códigos A/B028 y A/B048, a la escuela Agrotécnica N° 12 de la localidad de El Fuerte y al profesor/apicultor Jesús Robledo por permitirnos trabajar en el apiario de la escuela y la colaboración en la recolección de muestras.

RESUMEN

Introducción: El conocimiento de la riqueza vegetal y la estacionalidad alrededor de los apiarios de *Apis mellifera* es una herramienta de planificación indispensable para los apicultores. Debe incluir la disponibilidad de recursos, las preferencias alimenticias y el comportamiento de búsqueda de alimento. Dicha información no está disponible para las Yungas argentinas, uno de los ecosistemas forestales más estacionales de América del Sur.

Objetivo: Evaluar la disponibilidad de recursos tróficos a través de un calendario de floración y su relación con las cargas de polen de *A. mellifera* en las Yungas.

Métodos: En El Fuerte, Jujuy, recolectamos muestras mensuales de septiembre a marzo (2014-2015 y 2015-2016) utilizando trampas de polen. Utilizamos técnicas estandarizadas para los análisis palinológicos e índices de

asociación para el uso de recursos. Las fenofases fueron *Inicio de floración*, *Plena floración* y *Fin de floración*.

Resultados: Se identificaron 47 especímenes botánicos a nivel de especie y 9 a nivel de género. En ambos períodos hubo una oferta moderada de flores al inicio de la primavera, representada igualmente por plantas arbustivas y herbáceas, con un pico de floración en noviembre. Posteriormente, hubo una caída en la disponibilidad, con un pico de floración nuevamente al final de la temporada. En cinco especies de plantas hubo una asociación de media a alta entre la especie vegetal disponible y la presencia de ésta en el espectro polínico de la muestra de polen corbicular recolectada (*Vachellia aroma*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cantinoa* sp., *Vernonanthura* sp. y *Zanthoxylum coco*).

Conclusión: En esta región hay una oferta moderada de flores de plantas arbustivas y herbáceas a principios de la primavera, con un pico de floración en noviembre y al final de la temporada. Solo cinco, de casi 50 especies de plantas, muestran una asociación de disponibilidad y uso por parte de las abejas.

Palabras clave: fenología; vegetación; polen; preferencias; apicultura.

REFERENCIAS

- Anderson, E., & Hubritch, L. (1940). A method for describing and comparing blooming-season. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 67(8), 639-649.
- Andrada, A. (2003). Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del Caldenal (Provincia fitogeográfica del Espinal). *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 Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content. *Grana*, 44(2), 115-122.
- Aramayo, E. A., Valle, A., Andrada, A., & Lamberto, S. (1993). Calendario de floración de árboles y especies espontáneas frecuentes en Bahía Blanca. *Parodiana*, 8(2), 265-270.
- Avni, D., Dag, A., & Shafir, S. (2009). Pollen sources for honeybees in Israel: Source, periods of shortage, and influence on population growth. *Israel Journal of Plant Sciences*, 57(3), 263-275.
- Bedascarrasbure, E. L. (2009). *Documento base del Programa Nacional Apícola*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Beekman, M., & Ratnieks, F. L. W. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology*, 14(4), 490-496.
- Braun-Wilke, R. E. (2013). *Carta de aptitud ambiental de la provincia de Jujuy*. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.
- Brown, A. D., & Malizia, L. R. (2004). Las selvas pedemontanas de las Yungas. *Ciencia Hoy*, 14(83), 52-63.
- Bullock, S. H., & Solis-Magallanes, J. A. (1990). Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 22(1), 22-35.
- Burgos, M. G. (2012). *Apiflora del Chaco Serrano* (Tesis inédita de pregrado). Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.
- Burkart, A. (1952). *Las leguminosas argentinas: silvestres y cultivadas* (2nd Ed). ACME.
- Burkart, A., Troncoso, N., & Bacigalupo, N. (1987). *Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte III: Dicotiledóneas, Arquiclamídeas. A: Salicales a Rosales (incluso Leguminosas)*. Ediciones INTA.
- Burkart, R., Bárbaro, N. O., Sánchez, R. O., & Gómez, D. A. (1999). *Eco-regiones de la Argentina. Programa Desarrollo Institucional Ambiental*. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable.
- Cabrera, A. L. (1961). Compuestas Argentinas: Clave para la determinación de los géneros. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, 2(1961), 291-362.
- Cabrera, M., Andrada, A., & Gallez, L. (2013). Floración de especies con potencial apícola en el Bosque Nativo Formoseño, distrito Chaqueño Oriental (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48(3-4), 477-491.
- Cazón, A. (2009). *Guía para la identificación: árboles nativos de bosque y Selva Montana de Yungas de la Sierra de Santa Bárbara (Jujuy-Argentina)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Misiones, Argentina.
- Davis, O. K. (1984). Pollen frequencies reflect vegetation patterns in a Great Basin (USA) mountain range. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 40(4), 295-315.
- Digilio, A., & Legname, P. (1966). *Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán*. Opera Lilloana.
- Fagúndez, G. A. (2011). *Estudio de los recursos nectaríferos y polinizadores utilizados por Apis mellifera L. en diferentes ecosistemas del Departamento Diamante (Entre Ríos, Argentina)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- Fagúndez, G. A., Reinoso, P. D., & Aceñolaza, P. G. (2016). Caracterización y fenología de especies de interés apícola en el departamento Diamante (Entre Ríos, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 51(2), 243-267.



- Figueroa-Fleming, T. (2014). *Interacciones planta-polinizador en Papilionoideas (Leguminosae) simpátricas nativas de Salta, Argentina* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Salta, Argentina.
- Figueroa-Fleming, T. F., & Etcheverry, A. V. (2017). Comparing the efficiency of pollination mechanisms in Papilionoideae. *Arthropod-Plant Interactions*, 11(3), 273–283.
- Forcone, A. (2002). *Fuentes de néctar y polen utilizadas por Apis mellifera en el valle inferior del río Chubut (Argentina)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- Forcone, A. (2003). Plantas nectaríferas utilizadas por *Apis mellifera L.* en la Patagonia extra-andina, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5(2), 363–369.
- Forcone, A., & Kutscher, A. (2006). Floración de las especies de interés apícola en el noroeste de Chubut, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 8(2), 151–157.
- Forcone, A., & Muñoz, M. (2009). Floración de las especies de interés apícola en el noroeste de Santa Cruz. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 44(3–4), 393–403.
- Girón-Vanderhuck, M. (1995). Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el sureste de Antioquia, Colombia. *Boletín del Museo Entomológico de la Universidad del Valle*, 3(2), 35–54.
- Gurini, L., & Basilio, A. (1995). Flora apícola en el delta del Paraná. *Darwiniana*, 33(1–4), 337–346.
- Katinas, L., Gutiérrez, D. G., Grossi, M. A., & Crisci, J. V. (2007). Panorama de la familia Asteraceae (Compositae) en la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(1–2), 113–129.
- McLellan, A. R. (1976). Factors affecting pollen harvesting by the honeybee. *Journal of Applied Ecology*, 13(3), 801–811.
- Montoya-Pfeiffer, P. M. (2011). *Uso de recursos florales poliníferos por Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en apiarios de la Sabana de Bogotá y alrededores* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia.
- Naab, O. A., Caccavari, M. A., Troiani, H., & Ponce, A. (2001). Melisopalínología y su relación con la vegetación en el departamento de Utracán, La Pampa, Argentina. *Polen*, 11(2001), 99–113.
- Naab, O., & Tamame, M. A. (2007). Flora apícola primaria en la región del Monte de la Provincia de La Pampa (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(3–4), 251–259.
- Pernal, S. F., & Currie, R. W. (2002). Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera L.* *Animal Behaviour*, 63(2), 369–390.
- Primost, D., Stamatti, G., Messina, N., Buzzatto, M., Carboni, L., & Pérez, R. (2013). *Manual para cursos de iniciación y nivelación en apicultura*. Ediciones INTA.
- Ramallo, M. (2004). Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forests: a tight relationship. *Acta Botanica Brasílica*, 18(1), 37–47.
- Rasheed, S., & Harder, L. (1997). Economic motivation for plant species preferences of pollen-collecting bumble bees. *Ecological Entomology*, 22(2), 209–219.
- Roubik, D. W. (1992). *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press.
- de Sá-Otero, M. P., González, A., Rodríguez-Damián, M., & Cernadas, E. (2004). Computer-aided identification of allergenic species of Urticaceae pollen. *Grana*, 43(4), 224–230.
- Salgado, C. (2006). *Flora melífera en la provincia del Chaco*. Gobierno de la Provincia de Chaco, Ministerio de la Producción, Argentina.
- Salgado, C. R., Pieszko, G., & Tellería, M. C. (2014). Aporte de la melisopalínología al conocimiento de la flora melífera de un sector de la provincia fitogeográfica Chaqueña, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 49(4), 513–524.
- Smith-Ramirez, C., & Armesto, J. J. (1994). Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloe, Chile-ecologies and climatic constraints. *Journal of Ecology*, 82(2), 353–365.
- Steffan-Dewenter, I., & Kuhn, A. (2003). Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, 270(1515), 569–575.
- Tamame, M. A. (2011). *Estudio de la composición, disponibilidad y calidad de los recursos apícolas del Nordeste de la Pampa, provincia fitogeográfica del Monte (República Argentina)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Tellería, M. C. (1993). Floración 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.
- Terborgh, J. (1986). Community aspects of frugivory in tropical forests. En A. Estrada, & T. H. Fleming

- (Eds.), *Frugivores and seed dispersal* (pp. 371–384). Springer.
- Visscher, P. K., & Seeley, T. D. (1982). Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 63(6), 1790–1801.
- del Vitto, L. A., & Petenatti, E. M. (2009). Asteráceas de importancia económica y ambiental: Primera parte. Sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. *Multequina*, 18(2), 87–115.
- Zuloaga, F. O. (1999). *Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II. Fabaceae-Zygophyllaceae (Dicotyledoneae)*. Missouri Botanical Garden Press.
- Zuloaga, F. O., Belgrano, M. J., & Anton, A. M. R. (2014). *Flora vascular de la República Argentina. 7, 3: Dicotyledoneae, Asteraceae (Senecioneae a Vernoniaceae)*. Instituto de Botánica Darwinion.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Rodríguez, D. (1999). Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana*, 27(1), 17–167.