

Cosecha polínica por *Apis mellifera* (Hymenoptera) en el bajo Delta del Paraná: comportamiento de las abejas y diversidad del polen*

Alicia M. BASILIO

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2620, Ciudad Universitaria. Pab. 2, piso 4. CP1428. Argentina. apis1b@bg.fcen.uba.ar

Abstract: Pollen gathering by *Apis mellifera* (Hymenoptera) in the lower Delta of the Paraná River: bee behavior and pollen diversity. A melissopalynological analysis of *Apis mellifera* corbicular pollen loads was made in order to determine pollen origin and main pollen sources throughout the bee foraging season in the Delta of the Paraná River. This analysis was based on 37 samples from the 1993-1994 beekeeping season. Bees gathered corbicular loads from about 20% of the available species throughout the season, but only 3% of these species were intensely used. The most abundant pollen grains belonged to Asteraceae, Leguminosae, Myrtaceae, Brassicaceae and Salicaceae. The pollen species varied throughout the sampling period. Nutritious quality was generally high. Anemophilous pollen types were harvested when the environmental offer dropped. Cultivated and exotic species heavily contributed at the end of winter and in spring, while native species were preferentially gathered in summer and autumn. The behavior of foraging bees was polylectic, with high pollen diversity in the corbicular loads and plasticity in use of local elements, and selective for the preferential use of lipidic -more energetic- pollen grains.

Key words: pollen loads, *Apis mellifera*, melissopalynology, Argentina.

El polen es la principal fuente de proteínas con que cuenta *Apis mellifera*. Las abejas lo recolectan activamente, y lo transportan a la colmena en estructuras especialmente adaptadas, ubicadas en el tercer par de patas: las corbículas. Las cargas corbiculares constituyen el resultado de un solo viaje de pecoreo, a distancias que pueden abarcar hasta 8 km de la colmena (Visscher & Seeley, 1982; Roubik, 1992). La disponibilidad de flores regula la cantidad de cría en cada nido, ya que la postura de huevos es estimulada cuando el flujo de néctar es abundante. La recolección de polen es estimulada por la presencia de cría, a través de un efecto de retroalimentación (Louveaux, 1959), condicionado por factores genéticos (Robinson & Page, 1989).

Las especies vegetales más usadas por *Apis mellifera* en América del Norte y Europa occidental pertenecen a las mismas familias, (Salicáceas, Rosáceas, Fabáceas, Apiáceas y Asteráceas entre otras), y aún a los mismos géneros (por ejemplo *Salix*, *Rubus*, *Trifolium*, etc.) aunque también incorporan representantes lo-

cales (Louveaux, 1959). Estudios realizados en regiones tropicales y subtropicales de América muestran que el origen floral de las cargas corbiculares de *A. mellifera* puede ser muy variable, desde una mezcla de especies locales y europeas (Santos, 1964; Montenegro *et al.*, 1990) hasta un agregado dominado por especies nativas (Alvarado & Delgado Rueda, 1985). Los análisis de cargas corbiculares tienen interés práctico debido a que permiten conocer el recurso apícola de una localidad, y competen a la tipificación del producto comercial de la misma, pero al mismo tiempo revelan información de interés en relación con la dinámica de polinización de los entornos de colmenares y sobre el comportamiento de pecoreo de las abejas. En algunos casos, información proveniente de los mismos ha permitido evaluar el impacto ecológico de la apicultura sobre determinados ambientes (Butz Huryn, 1997).

Los escasos trabajos realizados en Argentina sobre origen floral de cargas corbiculares muestran un espectro polínico consistente en Fabaceae (*Adesmia bicolor*, *Lotus tenuis*, *Melilotus albus*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, etc.), Asteraceae (principalmente Cardueae, *Helianthus annuus*, *Baccharis spp.*, *Solidago*

* Trabajo dedicado a la memoria de Leonardo Núñez.

chilensis y otras), Brassicaceae, Boraginaceae (*Echium plantagineum*), Scrophulariaceae (*Veronica* sp.), Apiaceae (*Conium*, *Ammi* y *Foeniculum*), *Casuarina*, *Eucalyptus*, *Ligustrum sinense* (Lorenzati de Diez & Molinari, 1976; Tellería, 1993). Estos estudios fueron desarrollados en regiones agrícolas, donde se encuentran concentradas la mayor cantidad de colmenas del país. Sin embargo, en la actualidad, la apicultura se expande a regiones antes marginales, debido a políticas de promoción llevadas adelante por organismos oficiales. En este marco, tanto los recursos naturales disponibles como las cualidades de los productos apícolas, son impredecibles, debido a la escasa información sobre esas zonas. El objetivo de este trabajo fue determinar el origen botánico de las cargas corbiculares, y su variación a lo largo de la temporada apícola en un colmenar de la zona de islas del bajo Delta del Paraná. El estudio se desarrolló en un ambiente con abundante vegetación silvestre, tanto nativa como exótica, en un entorno diferente y más diverso en recursos que el de los de trabajos anteriores.

Se analizó el origen floral y la variación en la diversidad de las cargas corbiculares en función de la oferta de especies en flor, poniendo de manifiesto la influencia del valor nutritivo de polen en la conducta de pecoreo de la abeja doméstica. Los resultados del trabajo permitirán predecir la composición de las cargas en los colmenares de la localidad en cada momento de la temporada apícola. También ponen de manifiesto la heterogeneidad de las cosechas polínicas a lo largo de la misma.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

La cosecha del polen acarreado por las abejas se realizó en el colmenar de la Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná (E.E.A. Delta) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Bajo Delta Bonairense, 34° 09' S y 58° 59' W. Coexisten gran variedad de ambientes naturales con vegetación nativa y también ambientes antropizados, especialmente explotaciones forestales rodeadas por diques que impiden la ingresión de agua durante las crecidas, con un conjunto particular de malezas acompañantes. La flora de la localidad es muy heterogénea está compuesta por aproximadamente 350 especies, que incluyen hierbas, árboles y arbustos, pertenecientes a 66 familias (Gurini & Basilio, 1995).

El colmenar estudiado

El colmenar estaba formado por 35 colmenas, instaladas 3 años antes de comenzar los muestreos correspondientes a este trabajo. Ensayos previos mostraron que durante la primavera se produce un importante ingreso de polen, que merma durante el verano, y aumenta nuevamente hacia el fin del verano y durante el comienzo del otoño (Gurini & Basilio, 1993). La producción de miel comienza en octubre y la primera cosecha se realiza en diciembre. Durante el verano disminuye la disponibilidad de flores, ocasionando estrés en las abejas, y en estas condiciones las colmenas sufren pillaje y problemas sanitarios (Gurini & Basilio, 1995). La segunda cosecha de miel se realiza entre marzo y abril.

Muestreo de cargas corbiculares

El muestreo de las cargas se realizó durante la temporada apícola 1993-1994. Las muestras de polen analizadas provienen de 4 colmenas, seleccionadas al azar dentro del lote del colmenar. Una de ellas fue reemplazada a fines de octubre por sus deficientes condiciones sanitarias. La colección se realizó con trampas de piqueta de modelo estándar, con rejilla fija de latón, y una eficiencia aproximada del 10%. Las trampas se colocaron una o dos veces por semana, entre las 9 y las 15 horas. Se obtuvieron 50 muestras, distribuidas irregularmente a lo largo de la temporada, en función de las restricciones impuestas por las condiciones climáticas y por otros ensayos en curso. Las cargas recolectadas en cada trampa fueron pesadas, luego se unificó la muestra de cada fecha y se submuestrearon 10 gramos de la misma para su análisis microscópico. La alta humedad ambiental de la zona de estudio impidió tratar las muestras con métodos tradicionales (selección por color de cargas, pesado, determinación del polen de las mismas y cálculo de la abundancia relativa, (Louveaux, 1958; Tellería, 1993) debido a la disgregación de las mismas, y a la rápida proliferación de hongos.

El análisis microscópico se realizó sobre 37 muestras seleccionadas de forma de que cada mes de la temporada de producción estuviera representado al menos por 3 muestras.

Tratamiento químico: Las muestras fueron conservadas en etanol 70%. Se disgregaron por maceración en etanol 93%, y luego se homogeneizaron con agitador eléctrico. En algunas muestras de difícil disgregación (contaminadas con propóleos también retenidos en la trampa de polen), se utilizó un agitador por ultrasonido durante 10 minutos, que permitió disgregar las

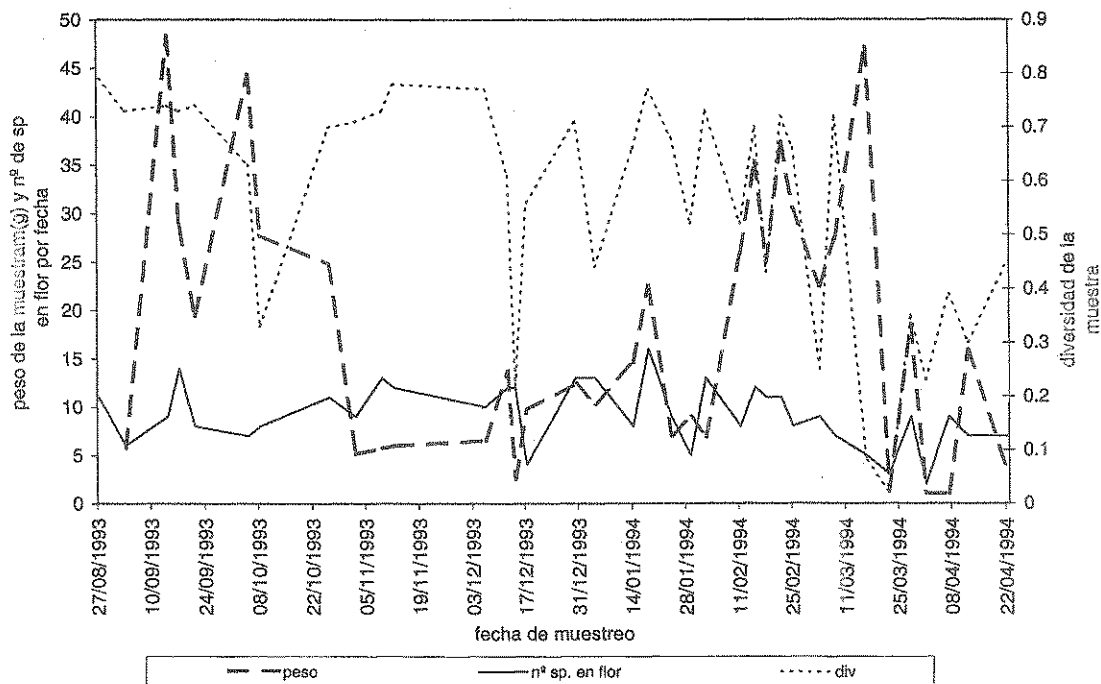


Fig. 1. Abundancia de la cosecha (en gramos de muestra promedio por fecha de muestreo), diversidad (obtenida según el índice de Simpson) y número de especies en flor (según Gurini & Basilio, 1995)

cargas de manera muy efectiva, aun en presencia de restos de propóleos. Este proceso ocasionó la disgregación de polen que se libera en políades, como el de *Acacia* o en tétrades como el de *Ludwigia bonariensis* sin que hayan sido afectados los otros tipos de granos presentes. Una submuestra de 25 ml del homogenado fue centrifugada, se descartó el sobrenadante y el residuo fue acetolizado (Erdtman, 1943).

Para considerar la naturaleza de las reservas contenidas en los granos de los distintos tipos polínicos se usaron los datos aportados por Baker & Baker (1979), dado que son los más completos de los que se dispone, a pesar de que el escaso número de géneros que han utilizado para caracterizar a las diferentes familias ocasionó errores, como el demostrado por Hoc *et al.*, (1994) con respecto a las Leguminosas. La presencia de *pollenkitt* fue registrada en preparados de referencia sin acetolizar montados según técnicas de Wodehouse (1935).

Determinación y recuento del contenido polínico

Los preparados fueron observados con un microscopio Leitz Dialux 20, equipado con contraste de interferencia. Los tipos polínicos se determi-

naron con la mayor aproximación taxonómica posible, empleándose la colección de referencia del Laboratorio de Paleobotánica y Palinología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Para cada muestra se identificaron los tipos polínicos con objetivos de inmersión (aumento x 1000). Se contaron entre 300 y 500 granos aproximadamente, dependiendo de la riqueza específica de la muestra, hasta que se estabilizó el número de tipos polínicos. Se obtuvo el valor relativo de cada tipo de polen en relación al contenido total. En el caso de políades o tétrades, se contaron los granos individuales, estuvieran disgregados o no. Se estandarizaron los valores absolutos de tipos de polen por muestra como porcentajes, como se realiza en el análisis de mieles (Louveaux *et al.*, 1978).

La clasificación de la abundancia de tipos polínicos se realizó según lo propuesto por Louveaux *et al.* (1978) para las mieles. Los tipos polínicos presentes con valores superiores al 45% se consideraron dominante (D) de la muestra, con valores entre 45 y 15% se consideraron secundario (S). Los tipos polínicos de menor importancia (M) comprenden a los que se hallaron con valores entre 15 y 3% y traza (T) con valores meno-

Tabla 1. Origen botánico y abundancia relativa de los tipos polínicos identificados en las muestras de cargas polínicas corbiculares. Abundancia relativa indicada como: D, dominante; S, secundaria; M, polen de menor importancia; T, trazas; + raro (según Louveaux *et al.* 1978).

	<i>Gladiolus tricinctus</i>	<i>Rhus</i> sp.	<i>Fumaria</i> sp.	<i>Eriophora orsta-galli</i>	<i>Eryngium</i> sp.	<i>Rehmannia plantaginifera</i>	<i>Eleocharis</i> sp.	<i>Eichhornia</i> sp.	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Chenopodiaceae	Cyperaceae	<i>Cordia bifurcata</i>	Tipo Conium sp.	<i>Citrus</i> spp.	<i>Cestrum parqui</i>	<i>Cereus</i> sp.	<i>Cenchrus</i> sp.	<i>Callis tala</i>	<i>Cephalanthus glaberrimus</i>	<i>Casuarina eumarginata</i>	Caryophyllaceae	<i>Carya illinoensis</i>	Carduaceae	Tipo Calycera	Brassicaceae	<i>Buxus sempervirens</i>	Tipo Asteraceae 3	Tipo Asteraceae 2	Tipo Asteraceae 1	Anthemideae	<i>Amorpha fruticosa</i>	<i>Ambrosia tenuifolia</i>	<i>Allophylus edulis</i>	<i>Agave</i> sp.	<i>Acacia melanoxylon</i>			
* nativas																																						
17/07/93	M																																					
27/08/93	M																																					
14/09/93	M																																					
17/09/93	+																																					
21/09/93																																						
05/10/93																																						
08/10/93																																						
26/10/93																																						
03/11/93																																						
09/11/93																																						
12/11/93																																						
02/12/93																																						
06/12/93																																						
14/12/93																																						
17/12/93																																						
30/12/93																																						
04/01/94																																						
14/01/94																																						
18/01/94																																						
21/01/94																																						
29/01/94																																						
01/02/94																																						
11/02/94																																						
15/02/94																																						
18/02/94																																						
22/02/94																																						
25/02/94																																						
04/03/94																																						
08/03/94																																						
16/03/94																																						
22/03/94																																						
28/03/94																																						
29/03/94																																						
01/04/94																																						
07/04/94																																						
12/04/94																																						
22/04/94																																						

res al 3%. Tipos polínicos con valores menores al 1% se señalan (+). Los mismos se encuentran en el límite del error de la metodología aplicada (Moar, 1985), sin embargo han sido considerados dentro de los tratamientos numéricos, ya que afectan directamente a la estimación de la riqueza.

za. La diversidad de las muestras se estimó mediante el índice de Simpson (Krebs, 1989).

La información referida a días de lluvia proviene de la Estación Meteorológica de la E.E.A. Delta. Datos adicionales fueron tomados durante el muestreo.

Tabla 1. Continuación

	<i>Vigna luteola</i>	<i>Valeriana</i> sp.	<i>Trifolium repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Typha</i> sp.	<i>Stellaria media</i>	<i>Stachys arvensis</i>	<i>Silene gallica</i>	<i>Senecio</i> sp.	<i>Sapium haematospermum</i>	<i>Salix</i> sp.	<i>Sagittaria montevidensis</i>	<i>Rumex</i> sp.	<i>Rosaceae</i>	<i>Ranunculus</i> sp.	<i>Populus</i> sp.	<i>Pentstemon lanceolatus</i>	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Pinus</i> sp.	<i>Oenothera affinis</i>	<i>Myrtaceae</i>	Tipo monocotiledo	<i>Mimosa pilulifera</i>	<i>Malvaceae</i>	<i>Ladwigia</i> sp.	<i>Indurigia bonariensis</i>	<i>Lonicera japonica</i>	<i>Lactuaceae</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Imulaceae</i>	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	<i>Helianthus cf. Aspilota</i>	<i>Gomphrena elegans</i>		
* nativas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
17/07/93						T																														
27/08/93						T														M																
14/09/93						T																														
17/09/93						T																														
21/09/93						T																														
05/10/93						T																														
08/10/93						T																														
26/10/93						T																														
03/11/93						T																														
09/11/93						T																														
12/11/93						T																														
02/12/93						T																														
06/12/93						T																														
14/12/93						T																														
17/12/93						T																														
30/12/93						T																														
04/01/94						T																														
14/01/94						T																														
18/01/94						T																														
21/01/94						T																														
29/01/94						T																														
01/02/94						T																														
11/02/94						T																														
15/02/94						T																														
18/02/94						T																														
22/02/94						T																														
25/02/94						T																														
04/03/94						T																														
08/03/94						T																														
16/03/94						T																														
22/03/94						T																														
28/03/94						T																														
29/03/94						T																														
01/04/94						T																														
07/04/94						T																														
12/04/94						T																														
22/04/94						T																														

RESULTADOS

Según el momento de la temporada se cosechó entre 5 y 50 gramos diarios de polen en promedio para las 4 colmenas (Fig. 1). Las cifras fueron de medianas a bajas con respecto a los valores obtenidos por Louveaux (1959). El peso de la cosecha

fue mayor al final del invierno y primavera, y durante el comienzo del otoño. Durante el verano se registraron las cosechas de menor peso.

Origen floral de las cargas corbiculares

Fueron identificados 69 tipos polínicos, de los cuales 34 corresponden al nivel específico,

18 al nivel de género, 6 al nivel de tribu y 9 al nivel de familia, sólo un tipo no fue identificado (Tabla 1). Entre los granos de Astereae, se diferenciaron dos tamaños, correspondientes a Astereae tipo 1, con diámetro de hasta 30 mm, y Astereae tipo 2, con granos de hasta 40 mm.

Una muestra aislada, obtenida a mediados de julio (la serie estacional, se inicia a fines de agosto con el comienzo del desarrollo poblacional de las colmenas), evidencia recolección de pólenes semejantes a los obtenidos por las abejas 40 días más tarde, al comienzo de la temporada.

Durante el final del invierno y comienzo de la primavera (entre el 27 de agosto y el 26 de octubre) las cosechas fueron poco diversas y estuvieron integradas por especies cultivadas (*Salix* sp., y *Fraxinus* sp.). Los otros tipos polínicos dominantes y/o secundarios fueron: Myrtaceae (especialmente *Eucalyptus*, probablemente *Blepharocalyx tweediei* y *Myrceugenia* sp.), *Mimosa pilulifera* y *Brassica campestris*. Hacia fines de la primavera (entre el 26 de octubre y el 17 de diciembre) el origen de las cargas se diversificó conforme se incrementaron las especies en flor. Las contribuciones más importantes provinieron de Rosaceae (*Chaenomeles lagenaria*, *Prunus* spp. y *Rubus caesius*), *Trifolium repens*, Myrtaceae, *Echium plantagineum* y *Amorpha fruticosa* (Tabla 1).

Al comienzo del verano (entre el 17 de diciembre y el 11 de febrero) el origen del polen en las cargas fue más variado, pero en ocasiones se obtuvieron cosechas casi puras de Myrtaceae (hasta 83% durante el mes de diciembre). Con abundancias superiores al 15% se hallaron además, *Amorpha fruticosa*, *Eryngium* sp., *Echinodorus grandiflorus*, Astereae tipo I, Caryophyllaceae, Heliantheae (posiblemente *Aspilia silphioides*) e *Hydrocotyle bonariensis*.

Entre el fin del verano y el otoño (desde el 11 de febrero al 22 de marzo) disminuyó la diversidad de las cargas, las Astereae nativas y *Eucalyptus* fueron los tipos polínicos más representados. Los granos de polen más abundantes corresponden a la tribu Astereae tipo 1 (posiblemente *Solidago chilensis*), Myrtaceae (*Eucalyptus* sp.), *Eryngium* sp., Astereae tipo II (posiblemente *Baccharis spicata*, *Mikania micrantha* y *M. cordifolia*), Poaceae, *Polygonum hydropiperoides* y granos monocarpados tipo *Nothoscordum* sp. (Tabla 1).

Los días de lluvia determinaron brucas oscilaciones en la cantidad y en la diversidad de polen cosechado, por ejemplo en las cosechas del 5 de noviembre, 28 de enero y 25 de marzo. Se

observó que la lluvia afectó las flores determinando la conclusión anticipada de algunas floraciones (por ejemplo *Quercus* y *Salix*).

El número de especies en flor, y la intensidad con que las abejas usaron cada una de ellas determinó el peso y diversidad de cada cosecha diaria. Las mismas fueron muy variables a lo largo de la temporada (Fig. 1). La diversidad alcanzó mayores valores al final de los meses de agosto y noviembre, mientras los menores valores se registraron al final de marzo. El valor de r para una regresión lineal simple entre peso y diversidad de las muestras fue bajo (0,4). Sin embargo la diversidad mostró una tendencia inversa con respecto al peso de la muestra, especialmente durante la primavera, mientras se incrementó la cantidad de especies en flor disponibles. Hacia el fin del verano la abundancia local de *Solidago chilensis*, que brinda mucho polen cuando ya terminó la floración de la mayoría de las otras especies, produjo cosechas diarias abundantes y casi mono-específicas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las abejas visitaron aproximadamente el 20% de las 350 especies disponibles (Gurini & Basilio, 1995). Los tipos polínicos más representados en la cosecha fueron apenas el 3% del total, coincidiendo con estudios realizados en otras regiones (Louveaux, 1956; Percival, 1965; Parent *et al.*, 1990, Tellería, 1993).

Uso del recurso floral

La recolección de polen refleja las variaciones en los taxa representados en el ambiente polínico a lo largo de la temporada. La vegetación exótica constituyó una parte importante del recurso empleado por las abejas durante la primavera, mientras que el verano fueron más importantes las especies de la vegetación nativa, en coincidencia con lo registrado para la producción de miel (Basilio & Romero, 1996; Basilio, 1998). Es muy posible que en otras regiones de nuestro país donde la abeja usa intensamente la vegetación nativa para la producción de miel (Costa de Bringas, 1982; Costa *et al.*, 1995; Salgado & Pire, 1998) esta también esté representada en las cargas corbiculares.

Las muestras incluyen algunos taxones frecuentes en cargas corbiculares de la región pampeana estudiadas por Lorenzati de Diez & Molinari (1976) y Tellería (1993) como *Fraxinus* sp., *Prunus* sp., *Laurus nobilis*, *Ligustrum* sp., *Eucalyptus* sp., *Echium plantagineum*, *Casuarina* sp., *Trifolium* sp., Brassicaceae y Astereae, a pe-

sar de las diferencias en el contenido polínico de las mieles entre las dos regiones (Basilio & Romero, 1996).

Mientras el polen de las cargas corbiculares pampeanas proviene en su mayor parte de plantas exóticas, las abejas del colmenar estudiado en el presente trabajo han visitado por polen especies del viejo mundo y también nativas. Los datos obtenidos por Tellería (1993) en un colmenar de la localidad pampeana de Magdalena (Provincia de Buenos Aires) sugieren una relación más estrecha entre abejas domésticas y especies de plantas del viejo mundo, probablemente debida al origen geográfico común. Sin embargo, es posible que en las regiones con flora pauperizada como los agroecosistemas, las abejas queden restringidas a la utilización de las pocas fuentes disponibles. En ambientes con mayor diversidad vegetal, como la localidad del Delta donde se desarrolló este trabajo, existen especies nativas muy atractivas para las abejas. La utilización de flora nativa también fue registrada en otros colmenares americanos rodeados por vegetación natural, donde polen de estas plantas aparece en forma abundante en las cargas corbiculares (Alvarado & Delgado Rueda, 1985; Montenegro *et al.*, 1990).

Valor nutritivo del polen cosechado

El polen cosechado pertenece mayoritariamente a especies entomófilas, aunque también incluye algunas especies típicamente visitadas por colibríes. El polen de especies anemófilas sólo es cosechado cuando la oferta de las otras especies es baja, como ocurre al comienzo de la temporada de cría (*Fraxinus*, *Populus*, y *Pinus*), y en mitad del verano (*Poaceae*). La presencia de este tipo de polen, y especialmente el de *Fraxinus* al comienzo de la temporada, confirma los datos de Louveaux (1959) y Tellería (1993), demostrando que las abejas son muy plásticas en la utilización de los recursos alimentarios.

Considerando las sustancias de reserva polínica que caracterizan las distintas familias de plantas encontramos que éste es un aspecto sujeto a selección por las abejas (Tabla 2). El polen más recolectado pertenece en su mayoría a familias en que la reserva nutritiva de los granos es lipídica o amiloproteica. Esta categoría incluye muchos tipos dominantes en las cargas, (42 tipos sobre 69) pertenecientes a las familias Asteraceae, Brassicaceae, Myrtaceae, Salicaceae y Leguminosae. En esta última familia han sido halladas reservas de almidón en al menos el género *Prosopis* (Hoc *et al.*, 1994).

Una menor proporción (15 tipos, Tabla 2) corresponde a familias con reservas polínicas mixtas, es decir con algunas especies que reservan lípidos y otras almidón (en cuyo caso no está especificado en los datos originales cuál es la reserva de la especie en cuestión). Los tipos polínicos correspondientes a familias que reservan almidón (6 tipos, Tabla 2) fueron mucho menos numerosos en las cosechas analizadas en este trabajo. Para 4 tipos se desconoce la naturaleza de la reserva polínica.

Diversidad de la cosecha y abundancia del recurso

El principio de la temporada se caracterizó por la intensa explotación de algunas pocas fuentes de polen muy abundantes (por ejemplo *Salix sp.*, *Fraxinus sp.*) Al adelantar la estación el número de especies en flor aumentó y la composición de las cargas corbiculares se diversificó (Fig. 1). El principio del verano marcó una disminución en el peso de la cosecha, confirmando los resultados obtenidos en un ensayo preliminar (Gurini & Basilio, 1993), en parte debido a la conclusión de la floración de muchas especies (Gurini & Basilio, 1995) y a las condiciones fisiológicas de las colmenas que para esa época ya ha superado la fase de expansión poblacional. Las abejas usaron especies que a pesar de haber estado en flor previamente, habían ignorado hasta ese momento (Basilio, 1998). Hacia el fin de la temporada, la explotación se centró en pocos tipos polínicos con contribuciones abundantes por cada especie, el peso de las cosechas aumentó, y la diversidad se redujo.

La variación en la composición polínica de la cosecha lo largo de la temporada apícola merece ser destacada, debido a que demostraría que el polen cosechado con fines comerciales, usado en tratamientos médicos alternativos y dietas especiales (Pamies-Traveset, 1987; Ávila, 1992; Crea, 1993), no es muy confiable debido a su posible variabilidad en la composición específica.

Durante la diapausa invernal ya se encontraba disponible polen de las especies que las abejas utilizan al comienzo de la temporada de cría, aun cuando la cantidad de polen que ingresó fue irrelevante en términos de peso para constituir una cosecha.

El comportamiento de recolección reflejado por el origen y diversidad de las cargas varió según el momento de la estación, del mismo modo que Loubreau-Callen & Damblon (1994) observaron con respecto al pecoreo de néctar. Las abejas seleccionaron el recurso y usaron las

Tabla 2. Características generales de dispersión, reservas y pollenkit de las familias a las que pertenecen los tipos polínicos identificados en las muestras. * Según Baker & Baker, (1979); ** basado en rasgos generales de inflorescencias y flores; *** observación directa de polen fresco, montaje según técnica de Wodehouse (1935).

Familia especies detectadas	Máxima abundancia	Principal medio de dispersion del polen (**)	Reservas de almidón características de la familia (*)	Presencia de Pollen kit (***)
Alismataceae <i>Echinodorus grandiflorus</i> <i>Sagittaria montevidensis</i>	S	entomofilia	almidón	sí
Amaranthaceae <i>Gomphrena elegans</i> <i>Alternanthera philoxeroides</i>	T	entomofilia	almidón	sí
Apiaceae <i>Conium</i> sp. <i>Hydrocotyle bonariensis</i>	T	entomofilia	sin almidon	?
Asteraceae <i>Solidago chilensis</i> <i>Baccharis</i> sp. <i>Carduus</i> sp. <i>Anthemis</i> sp. <i>Aspilia silphioides</i> <i>Eupatorium</i> sp. <i>Taraxacum</i> + <i>Hypochoeris</i> <i>Senecio</i> sp. <i>Ambrosia</i> sp.	D	entomofilia	sin almidon	sí
Boraginaceae <i>Echium plantagineum</i> <i>Cordia bifurcata</i>	S	entomofilia	sin almidón	sí
Brassicaceae <i>Brassica campestris</i> <i>Raphanus vulgaris</i> <i>Rapistrum</i> sp.	D	entomofilia	sin almidón	sí
Buxaceae <i>Buxus sempervirens</i>	T	entomofilia	mixta	sí
Cactaceae <i>Cereus</i> sp.	+	entomofilia	mixta	sí
Caprifoliaceae <i>Lonicera japonica</i>	M	entomofilia	mixta	?
Caryophyllaceae <i>Stellaria media</i> <i>Silene gallica</i>	S	mixta	sin almidón	sí
Casuarinaceae <i>Casuarina cunninghamiana</i>	T	anemofilia	?	no
Chenopodiaceae/ Amarantaceae	+	anemofilia	mixta	?
Cyperaceae <i>Carex bonariensis</i>	T	anemofilia	mixta	no
Euphorbiaceae <i>Sapium haematospermum</i>	T	entomofilia	mixta	?
Fumariaceae <i>Fumaria</i> sp.	T	entomofilia	sin almidón	sí
Hydrocharitaceae <i>Elodea</i> sp.	+	entomofilia	?	?
Iridaceae <i>Agapanthus africanus</i> <i>Iris pseudacorus</i>	T	entomofilia	sin almidón	sí

Tabla 2. Continuación

Familia especies detectadas	Máxima abundancia	Principal medio de dispersion del polen (**)	Reservas de almidón características de la familia (*)	Presencia de Pollen kit (***)
Lamiaceae <i>Stachys arvensis</i>	M	entomofilia	sin almidón	?
Leguminosas <i>Acacia melanoxylon</i> <i>Amorpha fruticosa</i> <i>Erythrina crista-galli</i> <i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Mimosa pilulifera</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Vigna luteola</i>	D	entomofilia	sin almidón (1)	sí
Malvaceae	T	entomofilia	sin almidón	?
Myrtaceae <i>Eucalyptus sp.</i> <i>Blepharocalix tweediei</i> <i>Myrceugenia sp.</i>	D	zoofila en gral.	sin almidón	sí
Oleaceae <i>Fraxinus sp.</i>	D	anemofilia facultativa	mixta	?
Onagraceae <i>Ludwigia spp.</i> <i>Oenothera sp.</i>	M	entomofilia	mixta	sí
Poaceae	S	anemofilia	almidón	no
Polygonaceae <i>Polygonum sp.</i> <i>Rumex sp.</i>	S	entomofilia anemofilia	mixta	?
Pontederiaceae <i>Eichhornia spp.</i> <i>Pontederia lanceolata</i>	M	entomofilia	sin almidón	sí
Rosaceae <i>Rubus caesius</i> <i>Prunus sp.</i>	D	entomofilia	mixta	sí
Rubiaceae <i>Cephalanthus glabratus</i>	M	entomofilia	sin almidón	?
Rutaceae <i>Citrus sp.</i>	M	entomofilia	mixta	sí
Salicaceae <i>Salix nigra,</i> <i>Salix viminalis</i> <i>Populus sp.</i>	D	entomofilia	sin almidón	sí
Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i>	T	anemofilia entomofilia	?	no ?
Solanaceae <i>Cestrum parqui</i>	T	entomofilia	mixta	?
Typhaceae <i>Typha latifolia</i>	+	anemofilia	almidón	no
Ulmaceae <i>Celtis tala</i>	+	anemofilia facultativa	?	?
Valerianaceae <i>Valeriana sp.</i>	+	entomofilia	sin almidón	?

(1) pero ver Hoc et al. 1994.

fuentes más abundantes de polen. Las oscilaciones de la magnitud y diversidad de las cargas en las muestras semanales fueron amplias (Fig.1). En algunos casos, las condiciones climáticas adversas podrían explicar la disminución en el número de especies que la colmena colecta, tal como han observado Visscher & Seeley (1982) en su estudio sobre pecoreo en un bosque templado, dando lugar a oscilaciones bruscas de la diversidad. La selección de los recursos muy abundantes en el campo, provenientes de floraciones masivas o de poblaciones densas (como lo manifiesta por ejemplo el uso de *Salix*, *Eucalyptus* y *Astereae* del tipo *Baccharis* en general) también ha sido mencionado por otros autores (Louveau, 1958 y 1959; Montenegro *et al.*, 1990, Lobreaux-Callen & Damblon, 1994).

El aumento de la diversidad de las fuentes aprovechadas aparece como una de respuesta inmediata, cuando la magnitud de la cosecha disminuye al final de la primavera. Las colmenas respondieron a la oferta ambiental recogiendo polen de alta calidad nutritiva (rico en lípidos) y de fuentes fácilmente accesibles (usando en general las especies más abundantes en el área durante el momento de máxima floración). Los recursos subóptimos, ignorados a pesar de estar disponibles, empezaron a ser recogidos cuando disminuyeron los volúmenes de la cosecha.

Las cargas polínicas analizadas expresan algunas de las características del comportamiento de pecoreo de *Apis mellifera*. Las colmenas usaron una estrategia generalista (amplia en cuanto al rango de flores de diferentes morfologías y número de taxa explotados) pero selectiva (en cuanto a la calidad nutritiva) con referencia a las plantas visitadas por polen.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al personal del INTA Delta del Paraná, quien me brindó su afecto y su apoyo durante la realización de este trabajo, especialmente a la Dra. L. Gurini que dirigió las tareas de campo y el manejo del colmenar, y al señor M. Queipo que colaboró en los muestreos. Mi reconocimiento también a los integrantes del Laboratorio de Paleobotánica y Palinología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, especialmente al Dr. E. J. Romero, quien dirigió el trabajo palinológico, y a las Lic. Mariana Noetinger y Lic. Paula Sacca, quienes colaboraron con el procesado de muestras. Agradezco especialmente a la Dra. M. C. Tellería, al Dr. D. Medan y al Lic. G. Re, quienes me alentaron y realizaron valiosas sugerencias sobre el

manuscrito, y al editor y a un revisor anónimo cuyas indicaciones mejoraron la exposición. Este trabajo fue posible gracias a las becas UBA de iniciación y perfeccionamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, J.L. & M. Delgado Rueda. 1985. Flora apícola en Uxpanapa, México 1. *Biotica* 10 (3): 257-275.
- Avila, O. 1992. *La miel, el polen y la jalea real*. Ediciones CEDEL, Barcelona. 170 pp.
- Baker H.G. & I. Baker 1979. Starch in angiosperm pollen grains and its evolutionary significance. *Am. J. Bot.* 66(5): 591-600
- Basilio, A. 1998. *Estudio melitopalínológico de los recursos alimentarios y de la producción de un colmenar en la región del Delta del Paraná (Argentina)*. Trabajo de Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Basilio, A. & E. Romero, 1996. Contenido polínico en las mieles de la región del Delta del Paraná. *Darwiniana* 34 (1-4): 113-120.
- Butz Huryn, V.M. 1997. Ecological impacts of introduced honey bees. *Quart. Rev. Biol.* 72: 275-295.
- Costa de Bringas, C. 1982. Contribución al conocimiento de la flora melífera de la provincia de Córdoba I, Departamento de Río Segundo. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 21 (1-4): 247-258.
- Costa, M.C., N. Decolati, & F. Godoy. 1995. Análisis polínico en mieles del norte de la provincia de San Luis (Argentina) *Kurtziana* 24:133-144.
- Crea, P. 1993. *Propóleos y demás productos de la Colmena*. Ediciones Continente. Buenos Aires. 152 pp.
- Erdtman, G. 1943. *An Introduction to Pollen Analysis*. The Ronald Press Company, New York 239 pp.
- Gurini, L. & A. Basilio, 1993. Recurso Polínico en la E.E.A. Delta del Paraná. *Apiservicio*, 33(3):6
- 1995. Flora apícola en el Delta del Paraná. *Darwiniana* 33: 337-346.
- Hoc, P.S., M.A. Agulló, & R.A. Palacios. 1994. Stylylar trimorphysm in four functionally andromonoecious *Prosopis* species (Mimosaceae). *Pl. Syst. Evol.* 190: 143-156.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers, New York 652 pp.
- Lobreaux-Callen, D. & F. Damblon. 1994. Spectre pollinique des miels de l'abeille *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) et zones de végétations en Afrique occidentale tropicale et méditerranéenne. *Grana* 33: 245-253.
- Lorenzatti de Diez, S. & A. Molinari. 1976. *Determinación del potencial polínico en el área de la E.E.A. Oliveros*. INTA. Informe técnico 22, 35 pp.
- Louveau, J. 1958. Recherches sur la récolte du polen par les abeilles (*Apis mellifica* L.). *Annales de L'Institut National de la Recherche Agronomique, serie Cbis*, vol (3): 113-220.
- 1959. Recherches sur la récolte du polen par les abeilles (*Apis mellifica* L.) (fin). *Annales de L'Institut National de la Recherche Agronomique, serie Cbis*, vol (1): 13-108.
- Louveau, J., A. Maurizio & G. Vorwohl. 1978. Meth-

- ods of Melissopalynology. *Bee World*, 59: 135-157.
- Moar, N.T. 1985. Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand J. Agr. Res.* 28: 39-70.
- Montenegro, G. (coordinador), 1990. Implementación de una red fenológica de especies melíferas. *Actas II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología apícola*, Temuco, Chile, pp. 149-177.
- Pamies-Travesset, J.M. 1987. *Medicina natural. Miel, Jalea, Polen y Propolis*. Edisan. S.A. Madrid, 63 pp.
- Parent, J., M.J. Feller-Demalsy & P.J.H. Richard. 1990. Les sources du pollen et de nectar dans la région de Rimouski, Québec, Canada. *Apidologie* 21: 431-445.
- Percival, M.S. 1965. *Floral biology*. Pergamon Press. London, 243 pp.
- Robinson, G.E. & R.E. Page. 1989. Genetic determination of nectar foraging and nest site scouting in honey bee colonies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 24: 317-323.
- Roubik, D.W. 1992. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge University Press, 314 pp.
- Salgado, C.R. & S.M. Pire. 1998. Análisis Polínico de Mieles del Noroeste de la Provincia de Corrientes (Argentina). *Darwiniana* 36 (1-4): 87-93.
- Santos, C.F. 1964. Avaliasao do periodo de florescimento das plantas apícolas no ano de 1960 a través do polen contido nos meis e dos coletados pelas abelhas (*Apis mellifera* L.). *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz* 21: 253-264.
- Tellería, M. 1993. Floraison et récolte du pollen par les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L. var *ligustica*) dans la pampa argentine. *Apidologie* 24: 109-120.
- Visscher, P. & T. Seeley, 1982. Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology* 63(6): 1790-1801.
- Wodehouse, R.P. 1935. *Pollen grains*. Mc Graw Hill Book Company, New York London, 574 pp.

Recibido: 28-IV-2000
Aceptado: 23-X-2000