

Comportamiento de pecoreo de las abejas melíferas en manzanos de las variedades Cripps Pink y Red Chief

Santos Estela¹, Invernizzi Ciro¹

¹Universidad de la República, Facultad de Ciencias. Iguá 4225, CP 11400 Montevideo, Uruguay.
Correo electrónico: estelsantos@gmail.com

Recibido: 21/06/2017 - Aceptado: 24/11/2017

Resumen

La producción de manzanas de calidad depende fuertemente de una efectiva polinización. Las abejas melíferas son el principal insecto polinizador de los manzanos. Sin embargo, durante las visitas a las flores las abejas pueden abordarlas desde arriba entrando en contacto con las anteras o por el costado posándose sobre los pétalos, siendo la primera forma la que logra una mejor polinización. El objetivo de este estudio fue analizar el comportamiento de las abejas melíferas mientras visitan las flores de los manzanos de las variedades Cripps Pink y Red Chief. En ambos cultivos se observó que las abejas prefieren coleccionar polen en la mañana y néctar en la tarde. Mientras las abejas que coleccionaban solo néctar o que coleccionaban polen y néctar abordaban las flores por arriba o por el costado, las abejas que coleccionaban sólo polen accedían a la flor principalmente desde arriba. Algunas abejas durante el vuelo de pecoreo abordaban las flores únicamente por arriba o por el costado (abordajes constantes), mientras que otras podían cambiar entre ambas formas (abordajes no constantes), siendo las que coleccionaban sólo polen las que presentaron más vuelos constantes. El 37 % del total de abejas observadas abordó las flores por el costado aportando probablemente muy poco a la polinización. Un manejo de las colmenas que incrementara el número de abejas que colecciona polen (por ejemplo agregando panales con huevos y larvas o retirando reservas de polen) mejoraría la polinización de los manzanos.

Palabras clave: *Apis mellifera*, polinización, polen, néctar, Uruguay

Foraging Behavior of Honeybees in Apple Trees of the Cripps Pink and Red Chief Varieties

Summary

The production of quality apples heavily depends on effective pollination. Honey bees are the main pollinator insect of apple trees. However, during the visits to the flowers, the bees can approach them from above by coming in contact with the anthers, or by the side posing themselves on the petals, being the first form the one that achieves a better pollination. The aim of this study was to analyze the behavior of the honey bees visiting the flowers of apple trees of the Cripps Pink and Red Chief varieties. In both plantations, it was observed that bees prefer to collect pollen in the morning and nectar in the afternoon. Bees collecting only nectar or collecting pollen and nectar approached flowers from above or from the side, and bees collecting only pollen accessed the flower mainly from above. Some bees during the foraging flight approached the flowers only from above or from the side (constant boardings), while others could change between both forms (not-constant boardings), and the bees that collected only pollen presented more constant flights. Thirty-seven percent of the total number of bees observed approached to the flowers from the side, contributing probably very little to pollination. Management of colonies that increase the number of bees collecting pollen (for example by adding combs with eggs and larvae or removing pollen reserves) would improve the pollination of apple trees.

Keywords: *Apis mellifera*, pollination, pollen, nectar, Uruguay

Introducción

El manzano *Malus x domestica* Borkh (Rosaceae: Maloideae) es un árbol de hoja caduca que crece naturalmente en montes de Europa y Asia Central y se adapta muy bien a diferentes condiciones climáticas, suelos y sistemas de cultivo, lo que ha permitido cultivarlo en todos los continentes, presentando diferentes variedades (Morgan y Richards, 2002). Entre las características agronómicas del manzano, se destaca la autoincompatibilidad genética que presentan la mayoría de las variedades, por lo que suele plantarse en un mismo cultivo dos variedades compatibles y con floración sincronizada para asegurar la fecundación cruzada (Delaplaney Mayer, 2000; Biesmeijer y Potts, 2014).

Las flores de manzano poseen 10 óvulos, dos por cada uno de los cinco carpelos, y es necesario que se fecunden todos ellos para que el fruto tenga un aspecto redondeado. Con una mala polinización no se fecundarán todos los óvulos y no se formará pulpa a su alrededor, produciéndose un fruto deforme y poco atractivo comercialmente (Thomson y Goodell, 2001; Sheffield, Smith y Kevan, 2005; Garratt et al., 2014a).

El uso de las abejas melíferas (*Apis mellifera*) como polinizadores de manzanos está muy extendido en el mundo, aunque insectos polinizadores de varias especies pueden tener un rol relevante aún poco valorado (Garratt et al., 2014b; Russo et al., 2015; Blitzer et al., 2016).

Aunque las abejas melíferas son consideradas muy buenos polinizadores de los manzanos, diversos estudios muestran que no todas las abejas que visitan las flores son igualmente eficaces en la polinización (Kuhn y Ambrose, 1982; De Grandi-Hoffman, Hoopingarner y Baker, 1985; Mayer y Lunden, 1988; Benedek y Nyeki, 1996; Vicens y Bosh, 2000; Thomson y Goodell, 2001). Estos investigadores encuentran que las abejas que colectan néctar suelen extraerlo por arriba o por el costado de la flor dependiendo de qué tan cerrada sea la estructura de esta. Cuando las abejas abordan la flor desde arriba entran en contacto con las anteras y el polen que transportan puede alcanzar el pistilo, actuando así como buenos polinizadores. En cambio, cuando las abejas aprenden a extraer el néctar por el costado de la flor aportan poco a la polinización del cultivo. Debido a este problema Vicens y Bosh (2000) señalan que las abejas melíferas serían menos eficientes como polinizadores que otros insectos obligados a visitar las flores desde arriba.

En Uruguay las variedades Cripps Pink y Red Chief son ampliamente cultivadas en el sur del país (DIEA, 2016). Las flores de ambas variedades son blancas, grandes, hermafroditas, escasamente pedunculadas, y poseen corolas formadas por cinco pétalos redondeados, cinco sépalos y varios estambres amarillos en grupos de seis formando una inflorescencia del tipo corimbo. El periodo de floración de ambas variedades dura 30 días aproximadamente (Ramírez y Cepeda, 1993).

Según Santos et al. (2015) la polinización de manzanos en el sur de Uruguay depende exclusivamente de las abejas melíferas, ya que es la única especie observada durante el periodo de floración. Así, el estudio del comportamiento de las abejas melíferas mientras visitan las flores de los manzanos es fundamental, ya que de ello depende la producción y calidad de las frutas.

El objetivo de este estudio fue analizar el comportamiento de las abejas melíferas mientras visitan las flores de los manzanos de las variedades Cripps Pink y Red Chief.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos cultivos de manzanos en el departamento de Canelones, uno de 0,5 ha de la variedad Cripps Pink ubicado en la estación experimental de INIA en localidad de Las Brujas y otro de una hectárea de la variedad Red Chief ubicado en la localidad de Canelón Chico.

Cada cultivo fue visitado tres veces a lo largo del periodo de floración (Cripps Pink: 25 de setiembre, 2 y 9 de octubre; Red Chief: 3, 10 y 17 de octubre).

En cada visita a los cultivos de manzano se observó el comportamiento de las abejas melíferas mientras visitaban las flores. Las observaciones se realizaron durante dos horas en la mañana (8:00 a 10:00 h) y dos horas en la tarde (15:00 a 17:00 h). Se registró si las abejas abordaban la flor desde arriba, tomando contacto con las anteras, o por el costado de la flor posándose en los pétalos y sin tocar las anteras. Se tuvo en cuenta si las abejas se encontraban colectando néctar, polen o ambos recursos. Los registros sobre el comportamiento de cada abeja se continuaban mientras estas se mantuviesen visibles, pudiendo incluir la visita de flores de más de un árbol.

A partir de los registros realizados se analizaron tres aspectos del comportamiento pecoreador de las abejas. En primer lugar se determinó el número de individuos que se encontraba colectando polen, néctar o polen y néctar en la mañana y en la tarde. En segundo lugar se

determinó el número de veces que las abejas que colectaban néctar, polen o polen y néctar abordaban la flor desde arriba o desde el costado. Finalmente se estudió si las abejas durante un vuelo de pecoreo mantenían constante la forma de abordar la flor (por arriba o por el costado) o si cambiaban de una a otra forma. En el primer caso se denominaron «abordajes constantes» y en el segundo «abordajes no constantes». Para analizar este aspecto se consideraron arbitrariamente solo las abejas que fueron observadas pecoreando en al menos 10 flores, y las que visitaron menos de 10 flores pero que mostraron un cambio en la forma de abordarla. Se optó por este criterio conservador para no subestimar los vuelos no constantes. También se determinó en abejas con vuelos no constantes que colectaban polen, néctar o ambos recursos el número promedio de transiciones de una forma a otra de abordar las flores.

Resultados

Se observaron 302 vuelos de abejas en el cultivo de Cripps Pink y 301 vuelos en el de Red Chief. La proporción de individuos que se hallaba colectando polen, néctar o ambos recursos en la mañana y en la tarde en los cultivos de Cripps Pink y de Red Chief se muestra en la Figura 1. Las abejas colectaron los dos recursos, tanto en la mañana como en la tarde, pero considerando de manera conjunta los dos cultivos de manzanos se encontró que la proporción entre las abejas que colectaba polen, néctar o ambos, varió significativamente entre la mañana y la tarde en cinco de los seis días registrados; el día 17 de octubre no se encontraron diferencias en el cultivo de Red Chief. Con excepción del día 25 de setiembre en el cultivo de Cripps Pink, en los demás días se constató que las abejas prefirieron colectar polen de mañana y néctar en la tarde. Esta tendencia fue muy evidente al analizar los registros agrupados de cada plantación, especialmente en la plantación de Red Chief.

Durante el seguimiento del vuelo de pecoreo de las abejas se constató que estas eran capaces de abordar la flor desde arriba, tomando contacto con las anteras, o desde el costado apoyándose en los pétalos, y que una abeja durante un vuelo de pecoreo podía pasar de una forma a otra de acceder a la flor. La proporción de abejas que aborda la flor desde arriba o desde el costado varió significativamente según estuviesen colectando polen, néctar o polen y néctar (Figura 2). En los dos cultivos de manzanos se verificó que mientras las abejas que colectaban néctar o polen y néctar abordaban las flores por

arriba y por el costado, las abejas que colectaban polen accedían a la flor casi siempre desde arriba. También se halló que en términos generales el comportamiento de las abejas no varió entre las horas de la mañana y la tarde, aunque se percibió una disminución en el número de las abejas que cargaba polen y abordaba la flor desde arriba (Figuras 1 y 2).

Se encontró que algunas abejas durante el vuelo de pecoreo abordaban las flores únicamente por arriba o por el costado (abordajes constantes), mientras que otras podían cambiar entre ambas formas (abordajes no constantes).

La proporción de abordajes constantes y no constantes varió significativamente entre las abejas según el recurso colectado, siendo las abejas que colectaban polen las que presentaron más vuelos constantes, en ambos cultivos (Figura 3). El comportamiento de las abejas que colectaban los diferentes recursos se comparó entre los dos cultivos hallando en el de Cripps Pink mayor proporción de vuelos no constantes. Esto ocurrió entre las abejas que colectaban polen ($\text{Chi}^2 = 6,59$; gl 1; $P = 0,010$) y néctar ($\text{Chi}^2 = 4,26$; gl 1; $P = 0,039$), pero no entre las que colectaban polen y néctar ($\text{Chi}^2 = 0,86$; gl 1; $P = 0,354$) (Figura 3).

Como era de esperar de acuerdo a las diferencias halladas entre vuelos constantes y no constantes entre las dos variedades de manzanos, en las manzanas Cripps Pink la frecuencia de transiciones fue elevada (superior a 0,35 en promedio), sin encontrar diferencias significativas para el test de Mann Whitney entre las abejas que colectaban diferentes recursos (polen vs. néctar: $U = 485,5$; $P = 0,776$; polen vs. polen y néctar: $U = 190,0$; $P = 0,619$; néctar vs. polen y néctar: $U = 885,5$; $P = 0,594$) (Figura 4). En cambio, en las manzanas Red Chief la frecuencia de transiciones fue más baja (0,23 en promedio) y se encontraron diferencias significativas entre las abejas que colectaban polen y las que colectaban polen y néctar ($U = 23,5$; $P = 0,054$) pero no entre las otras comparaciones (polen vs. néctar: $U = 50,5$; $P = 0,142$; néctar vs. polen y néctar: $U = 593,5$; $P = 0,307$) (Figura 4).

Discusión

El estudio realizado permitió profundizar el conocimiento sobre el comportamiento de pecoreo de las abejas melíferas en dos variedades de manzanos y analizar su implicancia en la capacidad de estos insectos como polinizadores.

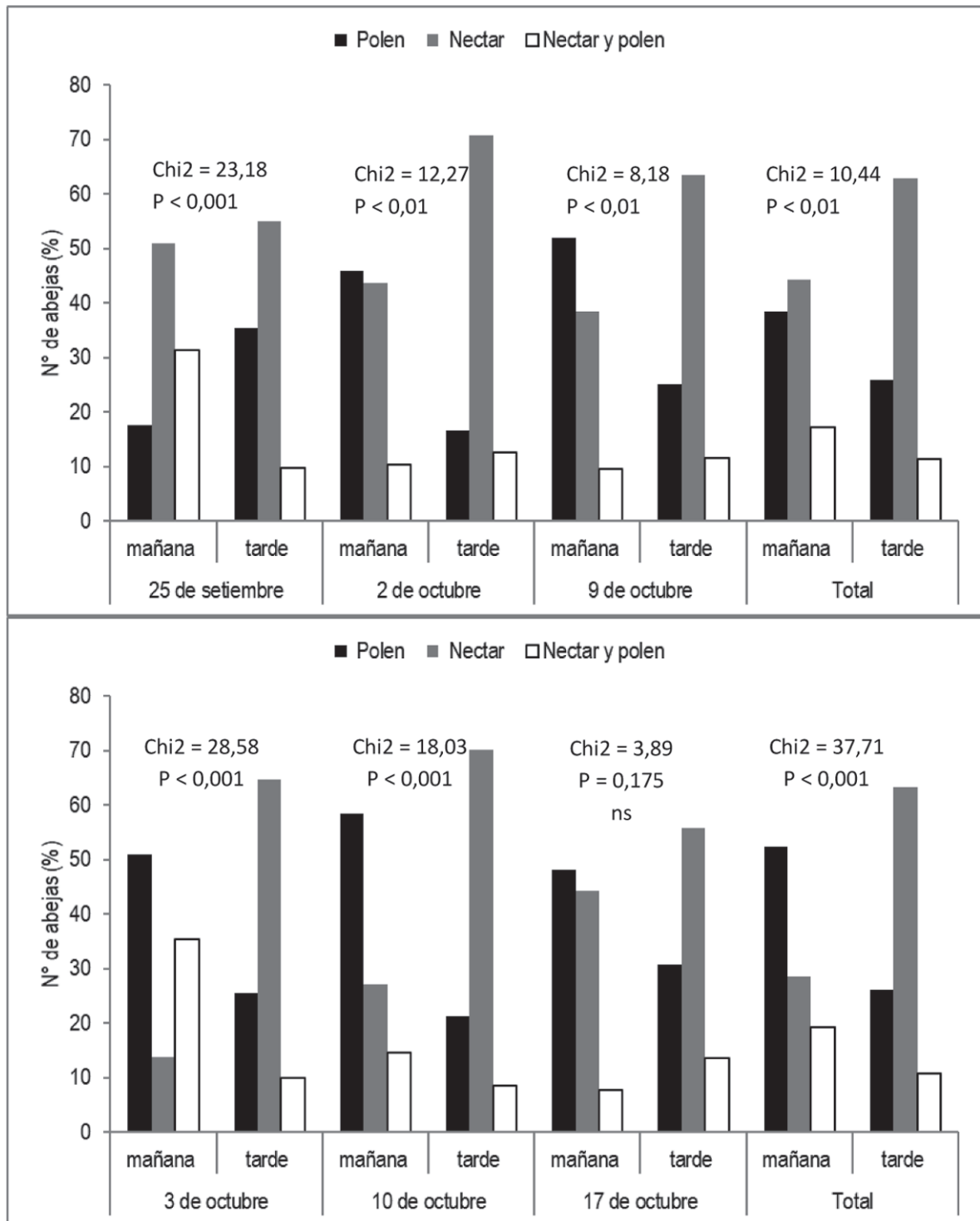


Figura 1. Número de abejas que colectaron polen, néctar y polen y néctar durante la mañana y la tarde en las flores de manzano de las variedades Cripps Pink (arriba) y Red Chief (abajo). La proporción de abejas que colecta los diferentes recursos en los dos momentos del día se comparó mediante el test de Chi².

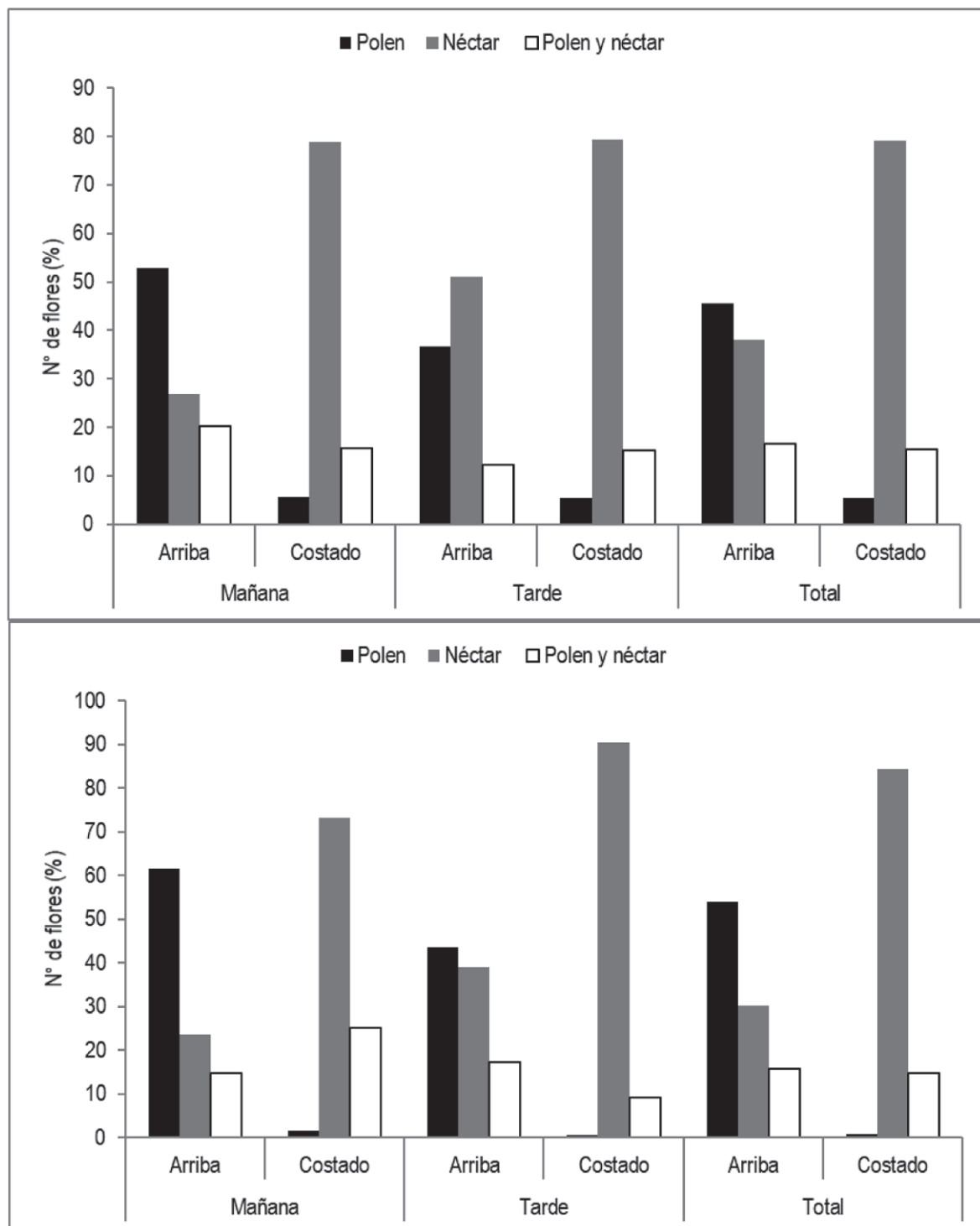


Figura 2. Número de flores que fueron abordadas por arriba o por el costado por abejas que cargaban polen, néctar y polen y néctar en los manzanos de las variedades Cripps Pink (arriba) y Red Chief (abajo). La proporción de abejas que abordaba la flor por arriba o por el costado se comparó mediante el test de χ^2 .

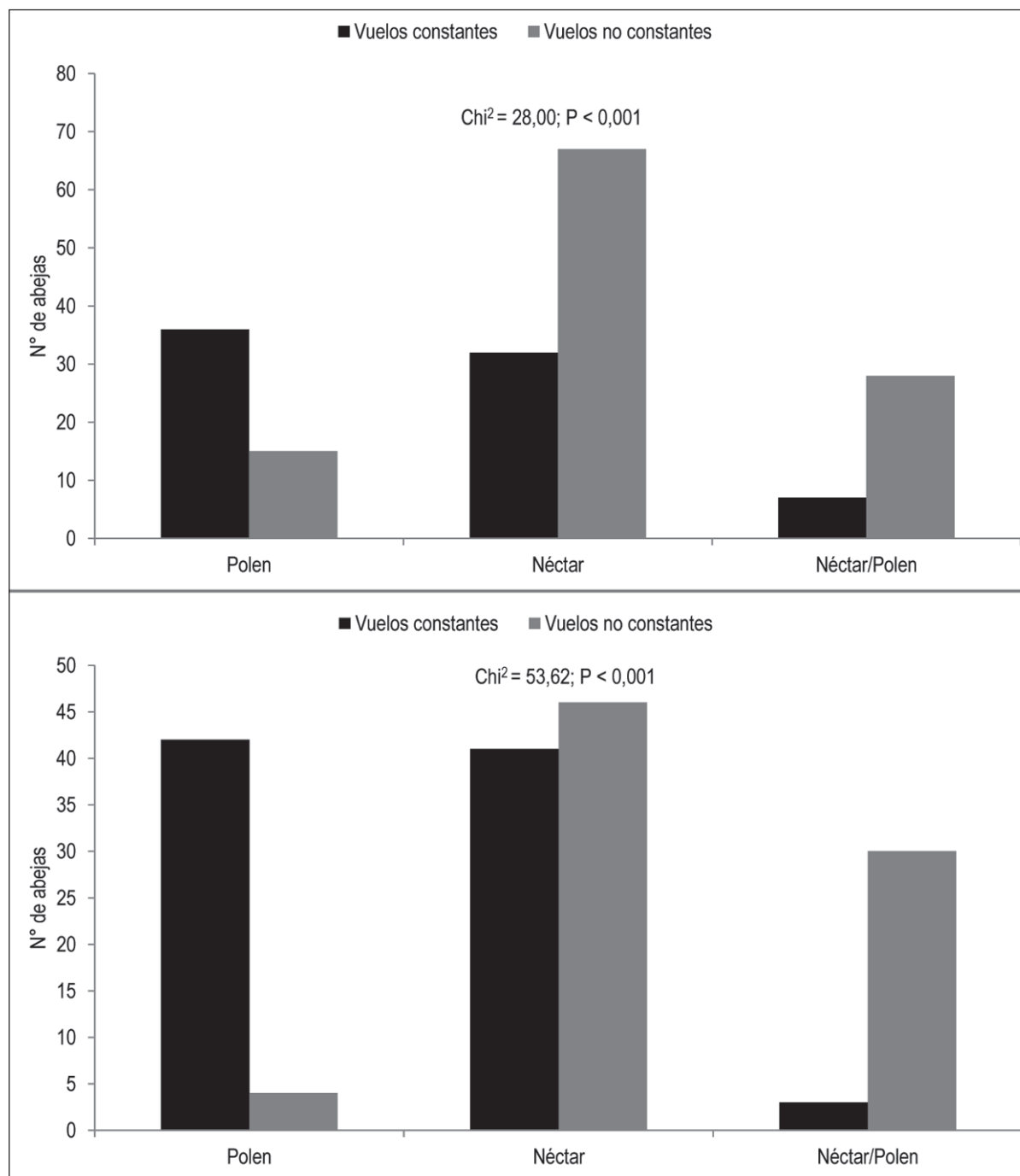


Figura 3. Número de abejas que durante su vuelo de pecoreo abordaron las flores de una sola forma (por arriba o por el costado, vuelos constantes) o cambiando de una a otra (vuelos no constantes) cuando colectan polen, néctar o polen y néctar en los manzanos de las variedades Cripps Pink (arriba) y Red Chief (abajo). La proporción de abejas que realizó abordajes constantes y no constantes durante la colecta de néctar, polen, o néctar y polen se comparó mediante el test de Chi².

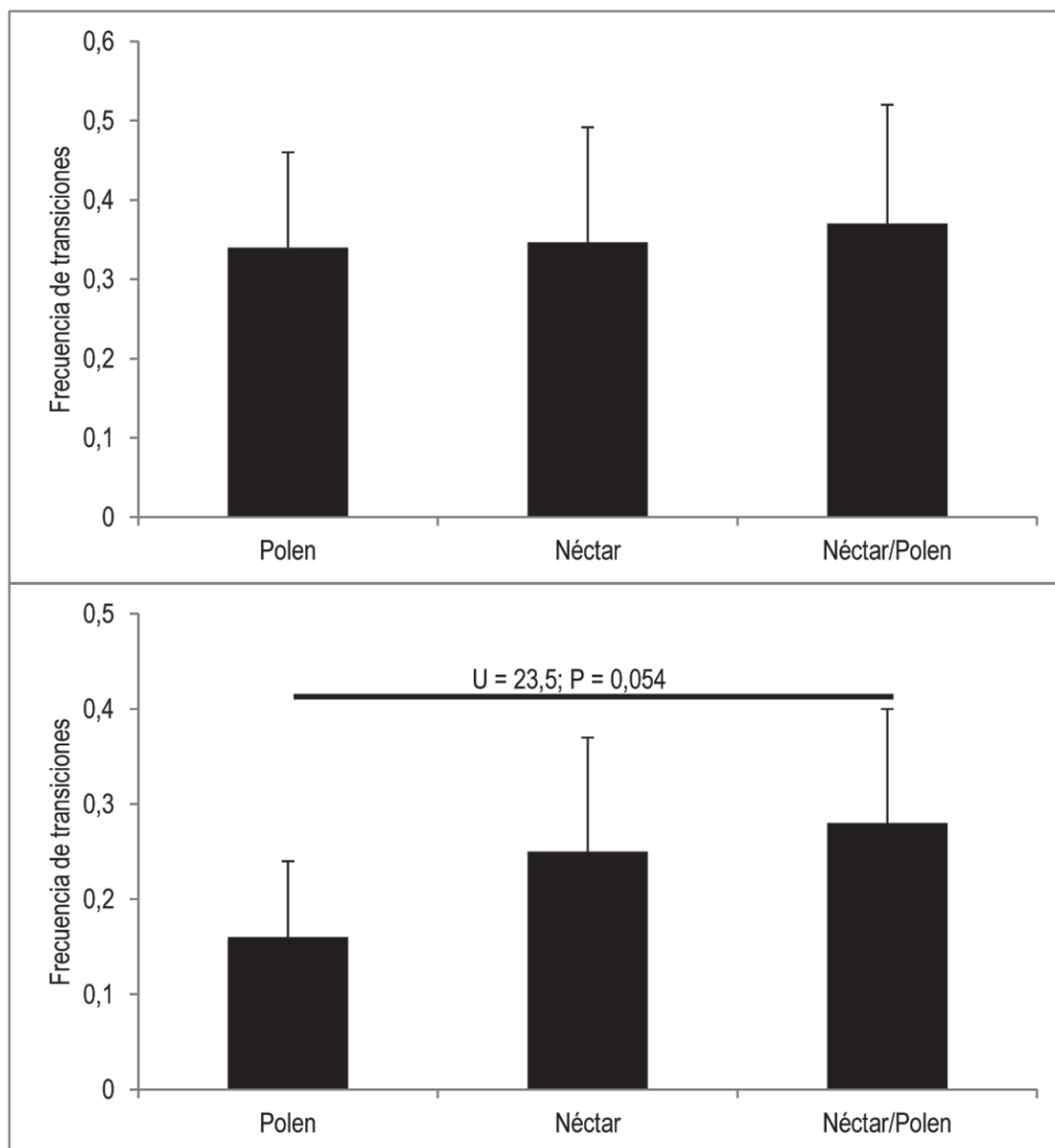


Figura 4. Frecuencia de transiciones entre las formas de abordar las flores (por arriba o por el costado) en abejas que realizaron abordajes no constantes cuando colectaban polen, néctar o polen y néctar en los manzanos de las variedades Cripps Pink (arriba) y Red Chief (abajo). La frecuencia de transiciones en los recursos colectados se analizó comparando de a pares con el test de Mann-Whitney. Solo se indican los casos con diferencias significativas ($P < 0,05$).

En primer lugar se encontró que las abejas prefieren colectar polen de mañana y néctar en la tarde. La tendencia de las abejas melíferas a colectar polen durante la mañana ya ha sido observada en otros cultivos (Goodwin, 1986a; Reyes-Carrillo et al., 1986). Así, la mayor colecta de polen durante la mañana puede obedecer a necesidades de la colonia (aunque las abejas almacenan polen) o a que el

recurso es más fácil de extraer de las flores en las primeras horas del día.

Winston (1987), en base a varios estudios que determinan la proporción de abejas que colecta polen y néctar, establece que en general esta se divide en un 25 % que colecta polen, 58 % que colecta néctar y 17 % que colecta ambos recursos alimenticios. Considerando el total de

abejas observadas en este estudio, se encontró que en el cultivo de Cripps Pinks el 32 % colectaba polen, el 54 % colectaba néctar y el 14 % colectaba polen y néctar, mientras que en el cultivo de Red Chief el 39 % colectaba polen, el 46 % colectaba néctar y el 15 % colectaba polen y néctar. De este modo, en las abejas que pecorean sobre las flores de los manzanos la división de trabajo entre las obreras que colectan los diferentes recursos no se ajustaría a las proporciones que plantea Winston (1987), sino que estarían más representadas las abejas que colectan polen y menos las que colectan néctar. Es posible que tanto los manzanos de las variedades Cripps Pink como Red Chief, especialmente esta última, sean recursos de buen valor polinífero, más que nectarífero, para las abejas melíferas. Al mismo tiempo, la proporción de abejas que colecta polen, néctar o polen y néctar es altamente variable dependiendo del momento de desarrollo de la colonia, la disponibilidad de ambos recursos en el ambiente, las condiciones climáticas y factores genéticos de las abejas, entre otros (Free, 1967; Hellmich, Kulincevik y Rothenbuhler, 1985; Winston, 1987; Seeley, 1995). En este estudio hay que considerar también que las colonias de abejas en setiembre-octubre están comenzando a crecer luego de salir del invierno y requieren más polen para atender el aumento de cría. Para determinar fehacientemente si los manzanos constituyen un recurso polinífero importante para las abejas hay que observar en qué proporción las abejas colecta néctar y polen de otras especies botánicas durante el periodo de floración de los manzanos, tomando muestras de las colmenas.

En los dos cultivos de manzanos se verificó que mientras las abejas que colectaban néctar o polen y néctar abordaban las flores por arriba y por el costado en proporciones similares, las que colectaban polen lo hacían por arriba preferentemente. Esta diferencia es esperable ya que las abejas que colectan polen no tienen otra opción que entrar en contacto con las anteras para que este se pegue en el cuerpo y luego sea juntado en las corbículas del tercer par de patas.

Estudios sobre comportamiento de abejas que visitan flores de manzano señalan que las abejas pueden posarse arriba de la flor sobre los estambres o desde el costado apoyándose en los pétalos (Kuhn y Ambrose, 1982; DeGrandi-Hoffman, Hoopingarner y Baker, 1985; Mayer y Lunden, 1988; Benedek y Nyeki, 1996; Thomson y Goodell, 2001). La visita a las flores por el costado podría estar asociada a la estructura de la flor, específicamente al largo y dureza de los estambres (Thomson y Goodell, 2001). Así, la proporción de abejas que se posa en la flor por arriba o

por el costado varía claramente con la variedad de manzanas (Mayer y Lunden, 1988; Thomson y Goodell, 2001). Mayer y Lunden (1988) compararon la forma en que las abejas abordan las flores en las variedades de manzanos Manchuria y Red Delicious encontrando diferencias importantes en el porcentaje de abejas que se posan por el costado (2 y 56 % para la primera y segunda variedad, respectivamente). Thomson y Goodell (2001) encontraron que las abejas que abordan las flores lateralmente remueven menos polen y depositan menos polen en el pistilo que las que lo hacen por arriba, confirmando la limitada incidencia de este comportamiento en la polinización de los manzanos. Estos investigadores analizaron el comportamiento de las abejas en cuatro variedades de manzana encontrando diferencias significativas, siendo la variedad Red Delicious la que recibió más visitas de abejas por el costado (32 %). La alta proporción de abejas que llega a la flor sin tocar las estructuras reproductivas puede ser la causa de la dificultad para polinizar esta variedad de manzana (Mayer y Lunden, 1988; Thomson y Goodell, 2001). Por ello es que se ha intentado incluir entre los polinizadores a megachílidos del género *Osmia* (Kuhn y Ambrose, 1984). En nuestro estudio el número de abejas que abordó la flor por el costado fue muy importante en ambas variedades de manzana: 36 % en la variedad Cripps Pink y 38 % en la variedad Red Chief.

La forma de abordar la flor mostró diferencias a lo largo del día, siendo en la tarde cuando un mayor número de abejas abordaba la flor por el costado (Figura 1). Thomson y Goodell (2001) también hallaron que el número de abejas que se posaba en el costado de la flor era mayor en la tarde que en la mañana en la variedad Starkrimson, pero no en la Red Delicious.

Tanto en la variedad Cripps Pink como en la Red Chief la proporción de vuelos constantes y no constantes varió entre las abejas según el recurso colectado, siendo las que colectaban polen las que presentaron más vuelos constantes. Este resultado era previsible ya que las abejas solo pueden extraer el polen si entran en contacto con las anteras, para lo cual deben abordar las flores desde arriba. En cambio, las colectoras de néctar pueden llegar a los nectarios ubicándose tanto arriba como en el costado de la flor. Las diferencias de comportamiento de las abejas en las dos variedades pueden explicarse parcialmente por el hecho de que en la variedad Red Chief se encontraron más abejas colectando polen que en la variedad Cripps Pink (Figura 1).

Pese a que existen numerosos estudios del comportamiento pecoreador de abejas melíferas que describen las diferentes formas de abordar una flor (revisados en Winston, 1987), no se habían realizado estudios sobre la capacidad de las abejas para cambiar la forma de posarse sobre las flores durante un viaje de pecoreo. Al analizar las transiciones que presentaron las abejas en su forma de abordar la flor, se encontró que la frecuencia de estos eventos fue muy importante. La capacidad de las abejas de cambiar la forma de abordar la flor de manzana durante un viaje de pecoreo, teniendo en cuenta el recurso alimenticio que está colectando, es un tema de mucha importancia en insectos polinizadores. Sería interesante determinar si desde el punto de vista del insecto el abordaje a una flor de dos formas muy diferentes, comportamiento muy inusual en insectos polinizadores, es equivalente a llegar a dos flores de plantas diferentes.

Cuando los insectos polinizadores disponen de un parche con diferentes ofertas florales, algunas especies como las abejas melíferas muestran una constancia casi total respecto a un recurso durante el vuelo de forrajeo, mientras que otras, como los abejorros, muestran baja constancia, visitando más de una especie floral durante un vuelo (Grüter y Ratnieks, 2011). La constancia floral de los insectos polinizadores es un tema de amplio debate en Ecología del Comportamiento y se han postulado varias hipótesis que se enmarcan en un esquema de forrajeo adaptativo o dentro de limitaciones cognitivas de los insectos (Grüter y Ratnieks, 2011).

Los resultados de este estudio pueden tener importantes implicancias en la producción de manzanas pues mostró que en promedio el 37 % de las abejas aborda las flores por el costado aportando probablemente muy poco a la polinización de las flores. Por el contrario, las abejas que se encontraban colectando polen casi siempre abordaban la flor desde arriba para poder acceder al recurso por lo que seguramente sean las que mejor contribuyen a la polinización. El incremento de abejas colectoras de polen es posible con manejos de las colmenas (por ejemplo agregando panales con larvas, colocando trampas cazapolen o alimentando con jarabe de azúcar) (Free, 1967; Goodwin, 1986b; Pankiw et al., 1998, Page y Fondrk, 1998) y puede ser una alternativa de manejo de los apiarios para mejorar la capacidad polinizadora de las abejas en los cultivos de manzanos.

Agradecimientos

A INIA Las Brujas y a la familia Pisano por permitir trabajar en sus cultivos de manzanos.

Bibliografía

- Benedek, P. y Nyeki, J. (1996). Pollinating efficiency of honeybees on apple cultivars as affected by their flower characteristics. *Horticultural Science*, 28, 40-47.
- Biesmeijer, J. C. y Potts, S. G. (2014). Pollination deficits in UK apple orchards. *Journal of Pollination Ecology*, 12, 9-14.
- Blitzer, E. J., Gibbs, J., Park, M. G. y Danforth, B. N. (2016). Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 221, 1-7.
- DeGrandi-Hoffman, G., Hoopingarner, R. y Baker, K. K. (1985). The influence of honey bee 'sideworking' behavior on cross-pollination and fruit set in apples. *HortScience*, 20, 397-399.
- Delaplane, K. S. y Mayer, D. F. (2000). *Crop pollination by bees*. New York: CABI Publishing.
- DIEA. (2016). *Anuario estadístico agropecuario 2016*. Montevideo: MGAP. Recuperado de <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario2016>
- Free, J. B. (1967). Factors determining the collection of pollen by honey bee foragers. *Animal Behavior*, 15, 134-144.
- Garratt, M., Breeze, T., Jenner, N., Polcec, C., Biesmeijer, J. y Potts, S. (2014a). Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 184, 34-40.
- Garratt, M. P. D., Truslove, C. L., Coston, D. J., Evans, R. L., Moss, E. D., Dodson, C., ... y Potts, S. G. (2014b). Pollination deficits in UK apple orchards. *Journal of Pollination Ecology*, 12, 9-14.
- Goodwin, R. M. (1986a). Increased kiwifruit pollen collection after feeding sugar syrup to honey bees within their hive. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14, 57-51.
- Goodwin, R. M. (1986b). Kiwifruit flowers: Anther dehiscence and daily collection of pollen by honey bees. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14, 449-452.
- Grüter, C. y Ratnieks, F. L. (2011). Flower constancy in insect pollinators: Adaptive foraging behavior or cognitive limitation? *Communicative and Integrative Biology*, 4, 633.
- Hellmich, R., Kulincevik, J. y Rothenbuhler, W. R. (1985). Selection for high and low pollen-hoarding honey bees. *Journal of Heredity*, 76, 155-158.
- Kuhn, E. D. y Ambrose, J. T. (1982). Foraging behavior of honeybees on 'Golden Delicious' and 'Delicious' apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 391-395.
- Kuhn, E. D. y Ambrose, J. T. (1984). Pollination of BDelicious⁴ apple by megachilid bees of the genus *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 57, 169-180.
- Mayer, D. F. y Lunden, J. D. (1988). Foraging behavior of honey bees on Manchurian crabapple and red delicious apple. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 83, 67-71.
- Morgan, J. y Richards, A. (2002). *The new book of apples*. London: Ebury Press.
- Pankiw, T., Page, R. E. y Fondrk, M. K. (1998). Brood pheromone stimulates pollen foraging in honey bees (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 44, 193-198.
- Ramirez, R. H. y Cepeda, S. M. (1993). *El Manzano*. México DF: Editorial Trillas.

- Reyes-Carrillo, J. L., Eischen, F. A., Cano-Rios, P., RodriguezMartinez, R. y Nava Camberos, U.** (1986). Pollen collection and honey bee forager distribution in cantaloupe. *Acta Zoologica Mexicana*, 23, 29-36.
- Russo, L., Park, M., Gibbs, J. y Danforth, B.** (2015). The challenge of accurately documenting bee species richness in agroecosystems: Bee diversity in eastern apple orchards. *Ecology and Evolution*, 5, 3531-3540.
- Santos, E., Mendoza, Y., Invernizzi, C., Cabrera, D. y Zoppolo, R.** (2015). Caracterización de la polinización entomófila del cultivo de manzana en Uruguay: Importancia de la abeja melífera en el cuajado de los frutos. *Revista INIA*, 42, 22-26.
- Seeley, T. D.** (1995). *The Wisdom of the Hive*. Cambridge: Harvard University Press.
- Sheffield, S., Smith, R. F. y Kevan, P. G.** (2005). Perfect syncarpy in apple (*Malus x domestica* 'Summerland McIntosh') and its implications for pollination, seed distribution and fruit production (Rosaceae: Maloideae). *Annals of Botany*, 95, 583-591.
- Thomson, J. y Goodell, K.** (2001). Pollen removal and deposition by honeybee and bumblebee visitors to apple and almond flowers. *Journal of Applied Ecology*, 38, 1032-1044.
- Vicens, N. y Bosch, J.** (2000). Pollinating efficacy of *Osmiacornuta* and *Apismellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on Red Delicious apple. *Environmental Entomology* 29, 235-240.
- Winston, M.** (1987). *The biology of the honey bee*. Cambridge: Harvard University Press.