



Gobierno
de Chile

www.gob.cl

INIA
Instituto de
Investigaciones
Agropecuarias

Gobierno de Chile

InnovaChile
CORFO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Abejas: *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)



**POLINIZACIÓN
SEGÚN
ESPECIE
OBJETIVO**



Editora:
Patricia Estay Palacios

ISSN 0717 - 4829

BOLETÍN INIA - Nº 235

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Abejas: *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)



POLINIZACIÓN SEGÚN ESPECIE OBJETIVO



Editora:
Patricia Estay P.

Santiago, Chile, 2012

BOLETÍN INIA - N° 235

El presente Boletín entrega los principales resultados obtenidos en el marco del Proyecto INNOVA Chile de CORFO Código 07CT9IQM - 13 "Optimización tecnológica de la polinización por abejas como actividad productiva al servicio de la producción agroalimentaria, y diferenciación del polen según sus propiedades como estrategia de valorización de los productos de la colmena", desarrollado entre los años 2008 y 2011, con el apoyo financiero de CORFO.

Editora:

Patricia Estay P.

Ingeniera Agrónoma. M. Sc. INIA - La Platina.

Director Responsable:

Carlos Alberto Dulcic B.

Médico Veterinario.

Director Regional INIA - La Platina.

Boletín INIA N° 235.

Cita bibliográfica correcta:

Estay, P. Patricia. (ed.). 2012. Abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): polinización según especie objetivo. 163 p. Boletín INIA N° 235. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago.

© 2012. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Centro Regional de Investigación La Platina, Avda. Santa Rosa 11.610. Comuna La Pintana. Teléfono (56-2-577 9100). FAX: (56-2) 577 9106. Casilla 439, Correo 3. Santiago, Chile.

ISSN 0717 – 4829.

Permitida su reproducción parcial o total citando la fuente y los autores.

Corrección técnica:

Felipe Gelcich R., Ing. Agr. INIA - La Platina.

Gamaliel Lemus S., Ing. Agr. M. Sc. INIA - Rayentué.

Corrección de textos:

Marisol González Y., Ing. Agr. M. Phil. INIA - La Platina.

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V.

Impresión: SALVIAT Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 1.000.

Santiago, Chile, 2012.

AGRADECIMIENTOS

Como Editora del presente Boletín deseo expresar mis sinceros agradecimientos a:

- INNOVA Chile de CORFO por creer que esta iniciativa era de interés público y aprobar el financiamiento necesario para el desarrollo de esta investigación.
- Al equipo del Laboratorio de Botánica, Departamento de Ciencias Vegetales Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) dirigido por la Doctora Gloria Montenegro y conformado por el profesor, Miguel Gómez U., por la Ingeniera Agrónoma M.Sc. Sra. Ximena Ortega y los alumnos de Doctorado de dicha casa de estudio, los Srs. Rodrigo Pizarro y Arturo Mejías, todos quienes participaron activamente en este proyecto, permitiendo llevar a buen término el mismo y de poder contar con los resultados que se presentan, en este Boletín, que además fueron la base para la Norma de Polinización NCh3255-2011.
- Al valioso e incondicional aporte del experto internacional Antonio Gómez Pajuelo, quien elaboró el capítulo de Nutrición y Sanidad Apícola de este Boletín.
- A la decidida participación de organizaciones apícolas tales como APIUNISEXTA, liderada por el Sr. Patricio Madariaga y su Gerente Sr. Cristián Osorio, a productores apícolas como Don Luis Sandoval de APISANDOVAL, al Sr. Víctor Palma de la Sociedad Agrícola Antomilla, Sr. Héctor Atenas, de la VI Región, al Sr. Carlos Leinenweber de Agro Apicultura en la V Región, a los productores frutícolas como el Sr. Juan Enríquez, Sr. Claudio Vergara de Viveros Rancagua, Sr. Juan Ruitor, Sr. Valentín Díaz de Valdes, Sr. Bruno Margozi de Agrícola Caren, Agrícola San Sebastián, Agrícola Los Olmos, Sociedad Agrícola Puente Negro, Sociedad Agrícola Los Corcolenes, Fundo Las

Cruzadas, Carlos Sabaini de Trinidad Exports (Hijuela San Manuel), quienes aportaron sus colmenas de abejas y sus predios, donde se efectuaron las evaluaciones que esta investigación requería. Sin el aporte de ellos, este trabajo no hubiera sido posible.

- A FEDEFruta, en especial a su Gerente Sr. Juan Carlos Sepúlveda y a la Encargada de Fomento Sra. Scarlett Hoffman, por creer y apoyar activamente este proyecto, por organizar la Mesa de Polinización relacionando al sector Frutícola con el Apícola y continuar trabajando en el tema para llevarlo bajo la forma de APL (Acuerdo de Producción Limpia).
- Al Centro Nacional Apícola, en especial a la colega Srta. Fancy Rojas por impulsar junto con FEDEFruta, la Mesa de Polinización y las acciones para transferir los resultados del proyecto.
- Agradezco al equipo de trabajo del Laboratorio de Entomología de INIA La Platina, INIA La Cruz e INIA Rayentue. En especial a los colegas Srta. Nancy Vitta, Sr. Felipe Mancilla, Sra. Ingrid Salgado y Srta. Gloria Parra, a la Ing. Ejecución en Alimentos Srta. Virginia Aguilar y los Srs. Luis Rojas y Julio Bravo, por todo el esfuerzo desplegado en terreno, que ha permitido contar con la información presentada en este Boletín y a la Sra. Viviana Sandoval, secretaria, quien también desde la oficina ha formado parte de este equipo.
- Deseo destacar y agradecer el apoyo recibido de mi colega Marisol González, del INIA-La Platina, quien sin formar parte del equipo inicial del proyecto, nos ha apoyado, en la organización de la Difusión Tecnológica de los resultados de este proyecto y ha corregido y sugerido cambios, que han mejorado el presente Boletín que entregamos mediante esta publicación.
- Finalmente agradezco a los colegas de INIA Gamalier Lemus y Felipe Gelcich por sus correcciones y aportes técnicos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Prólogo	9
---------	---

Capítulo 1.

Polinización e importancia del manejo de la abeja <i>Apis mellifera mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae), en especies frutales con necesidades entomófilas	13
1. Importancia de la polinización en la naturaleza	13
2. Importancia de las abejas en la polinización de especies cultivadas	18

Capítulo 2.

Caracterización de colmenas y huertos de ciruelo, cerezo, manzano, perales y kiwi, donde se prestan servicios de polinización, en la zona central de Chile	25
Población de abejas adultas	26
Conclusiones del análisis de colmenas que entregan servicio de polinización en Chile	40

Capítulo 3.

Importancia de la actividad polinizadora de las abejas en ciruelo, cerezo, manzano, peral y kiwi	45
Introducción	45
1. Determinación de la productividad, rendimiento y calidad de frutos	46
Cerezo	50
Manzano	62
Peral	69
Ciruelo	78
Kiwi	83

Capítulo 4.

Actividad polinizadora de las abejas

en palto (<i>Persea americana</i>) _____	93
Introducción _____	93
1. Cuantificación de productividad y rendimiento _____	94
2. Estimación de carga floral _____	97
3. Relación carga floral/frutal _____	98
4. Comportamiento de apertura floral _____	99
5. Evaluación de calidad de las colmenas _____	104
5.1 Evaluación de colmenas _____	105
5.1.1 Evaluación de la población de abejas _____	107
5.1.2. Nivel de reservas alimenticias _____	109
5.1.3 Actividad pecoreadora _____	110
6. Evaluación de la densidad de abejas _____	113
6.1. Densidad de abejas en relación con la distancia de la colmena _____	113
6.2. Densidad de abejas en relación con carga floral _____	114
7. Tiempo promedio de visita por flor _____	115
8. Seguimiento del área de pecoreo de una colmena _____	116

Capítulo 5.

Determinación de pigmentos, compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes del polen de las

especies vegetales en estudio _____	121
Protocolo de análisis de capacidad antioxidante de pólenes mediante método espectrofotométrico con DPPH (1,1-Diphenyl-2-2picrylhydrazyl) _____	123
Resultados de Pigmentos _____	124
Análisis realizados de capacidad antioxidante muestras de Polen en colmenas de frutales _____	128

Capítulo 6.

Nutrición y sanidad de

las abejas para la polinización _____ 131

Introducción _____ 131

Necesidades nutricionales

de las abejas _____ 132

Tipos de alimentaciones artificiales _____ 136

Materias primas _____ 138

Aporte de hidratos de carbono _____ 138

Aporte de proteínas y vitaminas _____ 139

Otros aportes _____ 142

Agua _____ 142

Ubicación de la alimentación _____ 143

¿Cuándo y con qué alimentar? _____ 144

Problemas sanitarios

asociados a mal nutrición _____ 146

Literatura citada _____ 153

PRÓLOGO

En los últimos años, dada la declinación de los agentes polinizadores señalados por FAO (1998-2004, 2010,2011), donde la abeja melífera es la más importante, por la población y distribución a nivel mundial, el servicio profesional de polinización prestados por las abejas es considerado una variable productiva. Hoy en día en países como EEUU el valor de una colmena para polinización, por ejemplo, en almendro en el Valle de California, ha variado desde US\$40 en el año 1996 a US\$140 el año 2011. Ello se debe a que los agricultores están conscientes del rol que tiene la abeja como factor productivo. Por otra parte, países competidores frutícolas de Chile, como Nueva Zelanda ha incrementado en 15 años su demanda de colmenas de abejas para kiwi en un 5000 %, las cuales son administradas por servicios profesionales de polinización. En Nueva Zelanda, las dificultades para polinizar el kiwi, culminaron con el desarrollo de una industria apícola muy profesional y con un valor de arriendo de colmenas, que es superior al costo de adquirir una colmena con abejas. Allí, todas las colmenas cumplen con un estándar mínimo, lo cual no es una imposición legal sino generada por los productores de kiwi del país, en conjunto con los apicultores y los investigadores.

Otros países como Australia, trabajan permanentemente en el Desarrollo de Servicios de polinización y mantienen el apoyo, actualización y protocolos para su uso por productores y servicios de polinización a través del Animal Research and Development Services, a quien financia el estado en conjunto con los productores. También en estos países (EEUU, Australia Nueva Zelanda), se ha establecido la necesidad de que todo servicio de polinización debe realizar un manejo previo de las colmenas de por lo menos 10 semanas antes de su liberación. De esta manera, se asegura que las colmenas lleguen a ser fuertes con un gran número de crías, con altos requerimientos de polen, todo lo cual permite una mejor polinización.

En Chile, la superficie potencialmente demandada por insectos polinizadores actualmente bordea las 177.000 hectáreas, considerando almendros, manzanos, perales, frutales de carozo, paltos, semillas de hortalizas y la superficie actual de raps.

Por otra parte, según el Censo Agropecuario del año 2007, la cantidad total de colmenas era de 454.489, según estimaciones de especialistas, De la Cuadra (2011), estaría en la actualidad alrededor de 800.000. Sólo considerando los requerimientos de polinización, entre los meses de octubre y noviembre en la zona Central de Chile, las necesidades de colmenas para polinización, con un promedio de 8 a 10 colmenas por hectárea, se encontraría entre 758.312 a 947.890 colmenas, lo cual superaría la disponibilidad actual.

Con la finalidad de desarrollar, sistematizar y optimizar protocolos técnicos para el uso de colmenas de abejas según la especie frutícola a polinizar y elaborar una “Norma Chilena” que estableciera los requisitos de calidad y de manejo de una colmena de *Apis mellifera* L, para polinización y recolección de polen, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), han ejecutado el Proyecto de Interés Público “Optimización de la polinización por abejas como actividad productiva al servicio de la producción agroalimentaria y diferenciación del polen según sus propiedades como estrategia de valoración de los productos de la colmena”. Este fue financiado por INNOVA Chile de CORFO, con la activa participación de FEDEFruta y del Centro Nacional Apícola.

Los principales resultados de este proyecto se presentan en el siguiente Boletín. Cabe destacar que algunos de estos resultados fueron incorporados en la Norma NCh03255, para establecer y estandarizar oficialmente los requisitos de calidad de una colmena de abeja (*Apis mellifera* L.), para la polinización y recolección del polen de especies vegetales nativas y hortofrutícolas, y la certificación del polen apícola según su origen botánico mediante ensayo palinológico.

La Editora.

POLINIZACIÓN E IMPORTANCIA DEL MANEJO DE LA ABEJA *Apis mellifera mellifera* (Hymenoptera: Apidae), EN ESPECIES FRUTALES CON NECESIDADES ENTOMÓFILAS

Patricia Estay P.
Ing. Agrónoma M.Sc.
INIA La Platina

1. IMPORTANCIA DE LA POLINIZACIÓN EN LA NATURALEZA

Existen tres procesos que son críticos con la producción de frutas y de semilla en las plantas o vegetales (Angiospermas y Gimnospermas). Estos son los siguientes:

- a. Formación de las estructuras de la flor y del futuro fruto.
- b. Polinización.
- c. Fertilización del óvulo.

La **polinización**, es la transferencia del polen que contiene los gametos masculinos al órgano femenino, el ovario, el cual contiene los óvulos ó los gametos femeninos. La polinización se produce cuando el polen entra en contacto con el estigma de la flor, éste sufre cambios y se modifica formando un tubo polínico y movilizándose a través del estilo de la flor para llegar al ovario (**Fotos 1 y 2**).

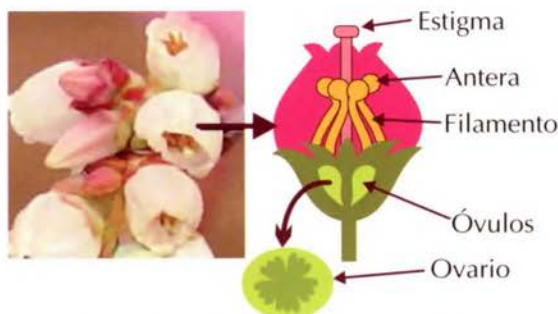


Foto 1. Flor de arándano y sus partes.

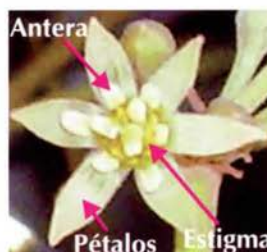


Foto 2. Flor de palto y sus partes.

El proceso siguiente a la polinización es la **fertilización**, donde las células del polen se fusionan con las del óvulo, dando origen al embrión de la semilla por una parte y al esdosperma. Esta semilla estimula el crecimiento de los frutos que en la mayoría de las especies corresponden a un ovario fecundado y maduro.

Para que se produzca la polinización existen dos tipos de mecanismos:

- a. Que el grano de polen sea transferido a través de un agente polinizador desde una antera de una flor a un estigma de la misma o de otra flor, de la misma especie compatible, donde germina. Cuando la transferencia ocurre entre distintos árboles o cultivares de una especie, este mecanismo se conoce como polinización cruzada.
- b. Que el grano de polen alcance el ovario y óvulo de la misma flor. En la mayoría de los casos no es necesario un agente polinizador y se conocen como especies o variedades de autopolinización. Sin embargo, existen casos de especies donde por condiciones climáticas o de estructura de la planta, es difícil que se suelte el polen desde la antera. Para ello, se requiere del uso de agentes polinizadores (el hombre como polinizador manual, insectos y aparatos que produzcan vibración), para soltar el polen.

Donde se requiere la transferencia del polen a distancia, los agentes polinizadores que participan y dependen de las especies vegetales son los siguientes:

- Viento.
- Insectos (abejas, abejorros, moscas, coleópteros, mariposas y polillas).
- Pájaros.
- Otros animales.
- Agua.

Dentro de los más comunes agentes polinizadores, se destaca el viento y se conoce como **polinización anemófila**. Ejemplos de este tipo de polinización se presentan en nogal (*Junglas regia*) y en gramíneas, tales como; maíz, trigo, cebada centenos y especies de forrajeras.

En la naturaleza, se destacan los insectos polinizadores y este tipo de polinización se conoce como **entomófila**. Los insectos son vitales en la polinización y la mantención de los ecosistemas tanto silvestres como de producción agrícola.

Los insectos que participan en la polinización en su mayoría pertenecen a los órdenes: Hymenoptera (**Foto 3**) como abejas, abejorros, avispa; Diptera como moscas, Coleoptera (**Foto 4**) y Lepidoptera (mariposas y polillas) (Potts *et al.*, 2010). Las especies de flores silvestres son altamente dependientes de los insectos para su reproducción. Ollerton *et al.* (2011), informan, que entre un 78 y 94 % de las especies de este tipo requieren de la acción de los insectos. En Chile, Ruz *et al.* (2011), informan que se han identificado 456 especies de abejas presentes y un abejorro nativo reconociendo la diversidad de estos insectos. Sin embargo, se desconoce el aporte en la polinización y finalmente en rendimiento y calidad de frutas en especies cultivadas.



Foto 3. Abejorro nativo
B. dahlbomii.



Foto 4. Coleóptero
en flor de cerezo.

En la producción de frutales y semillas hortícolas a nivel mundial, el agente más importante en la actividad es la abeja melífera (*Apis mellifera* mellifera).

En todo el mundo, el agente polinizador, que más se introduce a los predios en producción comercial para asegurar la polinización es la abeja de miel (*Apis mellifera* mellifera) (Foto 5). En segundo lugar, se reporta para condiciones de invernadero o cultivo bajo plástico, los abejorros del género *Bombus*, donde se destaca la especie *Bombus terrestris* (Foto 6); y el último tiempo se está trabajando activamente en el desarrollo de sistemas de crianza y liberación de abejas sin



Foto 5. Abeja *Apis mellifera*
mellifera.



Foto 6. Abejorro
Bombus terrestris.

aguijón que pertenecen también a la familia Apidae Tribu Meliponini (Apimondia 2011, Congreso Internacional de Apicultura).

Por otra parte, el rendimiento y la calidad de la fruta y/o semilla en una determinada especie vegetal, entre otros factores, dependen de la compatibilidad de los gametos masculinos y femeninos, presentándose en la naturaleza los siguientes tres mecanismos:

- a. Fertilización cruzada. Los gametos femeninos, sólo son compatibles con los gametos masculinos de otra planta de la misma especie.
- b. Fertilización y autopolinización en la misma planta o especie. Aquí el gameto femenino es compatible con el macho desde la misma planta o de la misma especie.
- c. Autofertilización en la misma planta. En este caso el gameto femenino sólo es compatible con el macho de una flor en la misma planta.
- d. Autofertilización en la misma flor. El gameto femenino sólo es compatible con el macho de su misma flor.

También en las especies frutales de polinización cruzada, se ha determinado en varias de ellas: en manzano, Church and Williams (1983); Tóth *et al.* (2005); en peras, Tufts and Hansen (1933), Nyeki (1972); en palto, Ish-Am *et al.* (1996), en cerezos, Stancevic (1971); en berries, Bodor *et al.* (2008); el fenómeno conocido como meta-xenia que corresponde al efecto que tiene el polen, en el fruto del cultivar polinizado (Denney, 1992). El efecto del polen es sobre el tejido en desarrollo afuera del embrión y del endosperma, aparentemente debido a las hormonas producidas por el embrión y el endosperma después de la doble fertilización. Este fenómeno puede tener influencia en el peso, forma, color, sólidos solubles, vitaminas y otros incluyendo el largo del período de desarrollo del fruto.

De tal forma que, para cada especie hortofrutícola que requiera de polinización por abejas, la sola presencia de éstas no siempre asegura la polinización, cuaja y calidad de frutos. Es importante entender que es una variable de producción en el complejo manejo de suelo, agua, medio ambiente y planta, que se inicia desde el momento de la selección del lugar, la especie y variedad de planta.

2. IMPORTANCIA DE LAS ABEJAS EN LA POLINIZACIÓN DE ESPECIES CULTIVADAS

Como ya se ha señalado anteriormente, en las especies vegetales que requieren de polinización por abejas, la presencia de éstas en el huerto no asegura la polinización cruzada. Se ha determinado por ejemplo, que en manzanos, dependiendo de las variedades, se requiere que una flor sea visitada 68 veces por una abeja para producir fruta de calidad (Mayer *et al.*, 1986; Mayer, 1992). Otro ejemplo importante es el palto, donde de acuerdo a Ish Am (2004), una abeja cargada de polen, deposita en promedio uno a tres granos de polen sobre el estigma de la flor de palto. Para una adecuada fecundación en palto, se requiere veinte o más granos de polen que lleguen al estigma. Por otra parte, estudios realizados en Chile por Araneda (2006), muestran que el aumentar la población de abejas en cultivos como la canola, permite aumentos en rendimientos del orden del 50,34 %. También estudios realizados en el país en frutales como paltos, arándanos, semilleros, Estay (2007), mostraron que en estas especies las abejas no se presentan en un número adecuado que favorezcan los rendimientos y calidad.

De allí, que en las especies que requieren de polinización entomófila, el número de abejas presentes por planta y por minuto en plena floración y con temperatura sobre 14°C, parece ser un variable trascendental en el rendimiento final y la calidad de la fruta. Para ello, se requiere contar con colmenas fuertes, con un número de entradas de abejas pecoreadoras de polen, polen y néctar y néctar, por especie hortofrutícola.

Otro aspecto importante a señalar, es que las colmenas de abejas deben estar presentes en el predio desde el inicio de floración, con abejas pecoreadoras, que son las que buscan el polen y néctar, porque se sabe que en especies frutales son las primeras flores, las que dan origen a la mejor calidad de frutos.

Por otra parte, la determinación del origen botánico del polen corbicular que es el polen mezclado con saliva y néctar con que ingresa una abeja a una colmena en un determinado período (horario, fenología de la planta en estudio y otros), permite determinar con qué intensidad fueron utilizadas las diferentes especies vegetales por las abejas. Para ello, es necesario utilizar trampas de polen (**Fotos 7 y 8**), lo cual permite atrapar el polen corbicular, que traslada la abeja en su tercer par de patas hasta la colmena para alimentar larvas y a la reina. Este es representativo del polen que puede trasladar una abeja en el resto de su cuerpo y este último sería el que fácilmente se desprendería del cuerpo permitiendo la polinización cruzada. El uso de polen corbicular permite su recuento, identificación y análisis de su estructura morfológica y anatómica.



Fotos 7 y 8. Trampa atrapa polen cerrada y abierta.

En resumen, la actividad de las abejas como agentes polinizadores en especies vegetales que requieren de su participación como son: ciruelos, cerezos, manzanos, perales y kiwi al igual que en palto, se pueden ver afectadas entre otros, por los siguientes factores:

- **Población de la colonia de abejas** que constituyen la colmena. Esto significa que para una adecuada polinización se requiere de un número de abejas pecoreadoras (**Foto 9**), crías operculadas (**Foto 10**), crías abiertas (**Foto 11**) y reina en postura de huevos (**Foto 12**). Si la población de la colonia es reducida podrían presentarse problemas en la polinización por escasez de agentes polinizadores capaces de trasladar el polen de una flor a otra. Por otra parte, si la colonia tiene escasez de crías inmaduras con requerimientos de polen, la colecta de éste se verá afectado.



Foto 9. Obreras.



Foto 10. Crías abiertas (larvas).



Foto 11. Crías cerradas.



Foto 12. Reina en postura de huevos.

- **Condiciones climáticas que afectan la fenología de la planta y la actividad de las abejas.** La colecta de polen está regida parcialmente por las necesidades de la colmena. Por ello, el tiempo en el cual las flores liberan su polen es muy importante. La abertura de las anteras depende del clima. Especies cuyas flores liberan el polen temprano en las mañanas, pueden liberarlo a diferentes horas del día bajo condiciones desfavorables. También en las abejas la actividad se ve afectada por temperaturas inferiores a los 14°C.

- **Ubicación de la colmena**, con respecto a la especie que se necesita polinizar. La colocación de la colmena dentro del huerto es un factor muy importante a considerar. Estudios han demostrado que las abejas prefieren pecorear dentro de los primeros 90 metros de distancia desde la colmena. En la estimación del número de colonias o de obreras para asegurar la cuaja de un determinado frutal, debiera considerarse el número de plantas por hectárea y el número de flores. Además, considerar el número de obreras de la colonia.
- **Presencia de especies vegetales más atractivas para las abejas**, las que competirían con la especie vegetal objetivo. La observación del polen que la obrera pecoreadora transporta en sus patas, permite hacer un listado de las flores que la obrera ha visitado. Cuando el polen tiene un color característico, azul, blanco invierno o rojo, su presencia en las patas o resto del cuerpo de la obrera puede indicar actividad sobre una planta (**Foto 13** y **Foto 14**). Sin embargo, para determinar la capacidad polinizadora, es necesario utilizar técnicas de laboratorio para el montaje del polen y observación bajo microscopio para su identificación. Mediante el uso de claves y de polen de flores conocidas (estándar) se puede reconocer a qué especie vegetal pertenece el polen recolectado.



Foto 13. Polen colectado en huerto de cerezo.



Foto 14. Polen colectado en huerto de kiwi.

Considerando los factores señalados anteriormente, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a través del proyecto INNOVA Chile de CORFO “Optimización tecnológica de la polinización por abejas como actividad productiva al servicio de la producción agroalimentaria, y diferenciación del polen según sus propiedades como estrategia de valoración de los productos de la colmena” Código 07CT9IQM-13, trabajó en los siguientes temas, los que serán revisados, a través de los capítulos de este Boletín:

- Caracterización de colmenas y huertos de ciruelo, cerezo, manzano, perales y kiwi donde se prestan servicios de polinización, en la zona central de Chile.
- Evaluación de la actividad polinizadora de las abejas sobre: palto ciruelo, cerezo, manzano, peral, y kiwi, de acuerdo a la calidad, número de colmenas, distribución y período de instalación en el huerto.
- Determinación y cuantificación del origen botánico del polen colectado en colmenas en polinización en ciruelo, cerezo, peral, manzano, palto y kiwi.
- Determinación de pigmentos, compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes del polen de las especies vegetales en estudio.
- Propuesta de nutrición y sanidad de colmenas de abejas para servicios de polinización en frutales de acuerdo a floración objetivo.

CARACTERIZACIÓN DE COLMENAS Y HUERTOS DE CIRUELO, CEREZO, MANZANO, PERALES Y KIWI, DONDE SE PRESTAN SERVICIOS DE POLINIZACIÓN, EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Patricia Estay P.
Ing. Agrónoma M.Sc.
INIA La Platina

Ximena Ortega F.
Ing. Agrónoma M.Sc.
Facultad de Agronomía
e Ingeniería Forestal, PUC

Virginia Aguilar G.
Ing. Ejecución Alimentos
INIA La Platina

Para caracterizar los componentes de cada una de las colmenas instaladas/ha que se utilizaron para la polinización en ciruelo, cerezo, peral, manzano y kiwi, se realizó evaluaciones del estado de las colmenas al momento de la instalación y al final de la polinización sobre un total de 34 predios, incluyendo ciruelos, cerezos, manzanos, peras y kiwi, durante dos temporadas de cultivo. Para determinar la calidad de la colmena, se evaluó la población de abejas adultas y la cría de cada colmena. Posteriormente, se realizó una calificación del estado de la colmena en tres categorías: buena, regular y mala, de acuerdo a lo propuesto por Parker (1989) (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Caracterización del estado de la colmena (según Parker, 1989).

Categoría	Población abejas adultas	Crías		Miel
Buena	10 marcos llenos ambos costados	3,5 marcos llenos con cría	1 marco con cría abierta 2,5 marcos con cría cerrada	2 marcos
Regular	5 marcos llenos ambos costados	1,75 marcos con cría	½ marco con cría abierta	2 marcos
			1,25 marcos con cría cerrada	
Mala	4 marcos llenos ambos costados	0,75 marcos con cría	¼ marco con cría abierta	2 marcos
			½ marco con cría cerrada	

POBLACIÓN DE ABEJAS ADULTAS

Al abrir la colmena (**Foto 1**), se realizó el conteo del número de marcos con abejas adultas, por los dos costados.

- La cría: En cada uno de 10 marcos que compone la colmena, se evaluó de acuerdo al porcentaje de cubrimiento por cría abierta (larvas en diferentes estado de desarrollo) y cría cerrada (cría operculada) (**Figura 1**).

En la **Figura 2**, se presenta la calidad de las colmenas de abejas al inicio (momento de instalación) y término de floración (retiro de la colmena) en, cerezo, ciruelo manzano, peral y kiwi.

5 marcos con abejas adultas



6 marcos con abejas adultas



7 marcos con abejas adultas



8 marcos con abejas adultas



10 marcos con abejas adultas



Foto 1. Número de marcos con abejas adultas por ambos costados.

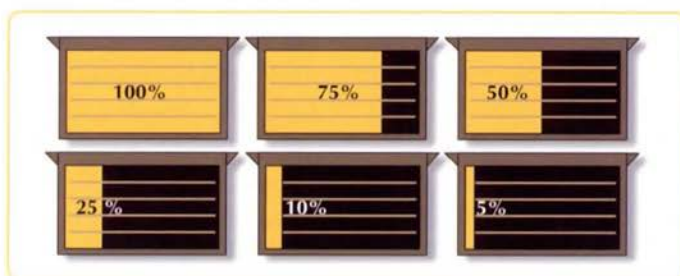


Figura 1. Descripción del porcentaje de crías abiertas y cerradas en cada marco.



Figura 2. Caracterización de la calidad de colmenas utilizadas en servicios de polinización en cerezos, ciruelos, manzanos, perales y kiwi (V, RM y VI Regiones. Período 2008-2010).

En cerezo, se observó que un 65 % de las colmenas ingresadas a los predios al inicio de floración correspondían a la categoría regular y buena y sólo un 35 % fueron clasificadas como malas. Al término de la floración, se determinó una disminución de las colmenas regulares y buenas a un 55 % y un aumento de las malas a 45 %. En cerezo, en los predios monitoreados durante tres temporadas agrícolas, la floración se produjo a partir del 10 de septiembre, aumentando en forma sostenida y alcanzando el mayor porcentaje de floración entre el 16 y el 23 de septiembre, observándose cuaja a partir del 29 de septiembre (**Figura 3**). Es importante señalar, que las colmenas deben estar presentes en el predio desde el inicio de floración, con abejas pecoreadoras, porque se sabe que en especies frutales son las primeras flores, las que dan origen a la mejor calidad de frutos. Después de presentarse el 50 % de floración como se muestra en la Figura 3, se acelera la caída de pétalos, la cuaja y la apertura de las últimas flores. En general, en los predios de cerezo, se observó una eficiente práctica de control de las malezas, lo cual se debe tener en cuenta al planificar la estadía de las abejas en el predio. Estas se deben retirar cuando se verifique la disminución del porcentaje de

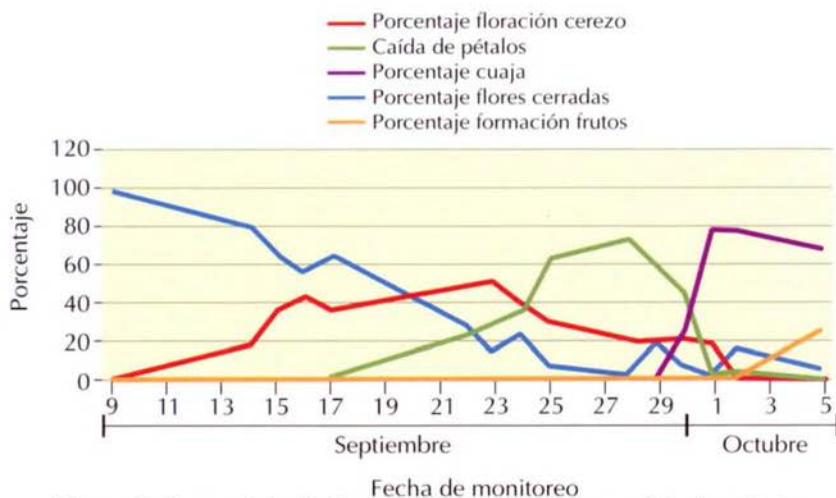


Figura 3. Porcentaje de flores abiertas, cerradas, caída de pétalos, cuaja y formación de frutos, según fecha de monitoreo (VI Región, septiembre a noviembre. Período 2008-2011).

flores por debajo del 20 % y el inicio de la cuaja, porque las abejas pecoreadoras, podrían no disponer de una cantidad suficiente de otras especies con flor para continuar alimentando a la colmena. Por otra parte, se debe tener en cuenta que al inicio de cuaja, se reanuda el programa fitosanitario para el control de agentes causales de enfermedades y plagas.

Al comparar el porcentaje de floración de cerezo en los predios en estudio, con el análisis del polen obtenido en las muestras diarias colectadas en las trampas instaladas en el 50 % de las colmenas por hectárea (**Figuras 4 y 5**), se observa presencia de este polen en porcentajes que fluctuaron entre 0,0 y 38 % del total de la muestra diaria. La distribución de este polen fue variable y en general, se observó, que el máximo porcentaje de polen de cerezo colectado en las colmenas de abejas, se presentó al inicio del monitoreo, cuando las colmenas estaban recién instaladas. No se observó una relación entre el porcentaje de polen colectado y la mayor floración de la especie frutal.

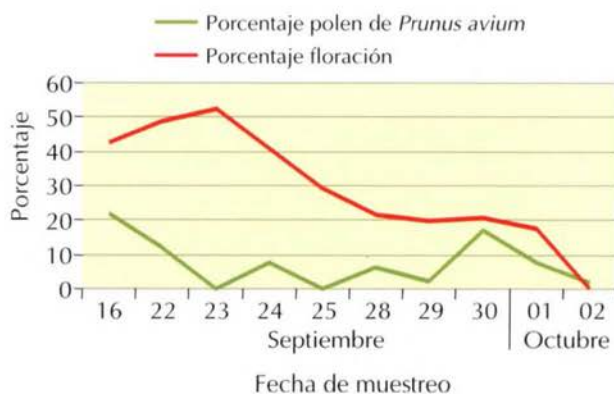


Figura 4. Comparación entre el porcentaje de polen de Cerezo (*Prunus avium*) colectado en colmenas con “atrapa polen” y el porcentaje de floración registrado por día en cerezo (Chumaco VI Región, septiembre – octubre, 2009).

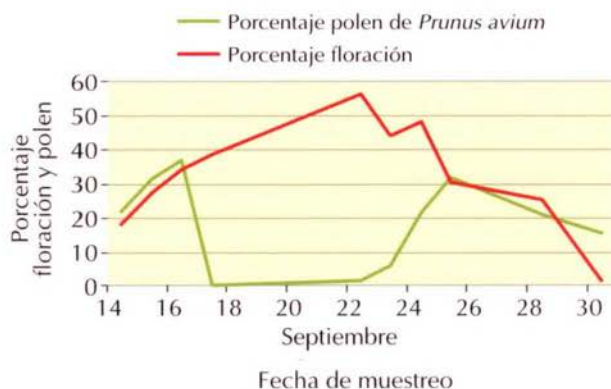


Figura 5. Comparación entre el porcentaje de polen de Cerezo (*Prunus avium*) colectado en colmenas con “atrapa polen” y el porcentaje de floración registrado por día en cerezo (Porvenir 1, VI Región, septiembre – octubre, 2009).

Al analizar el ingreso de polen de cerezo a la trampa y compararlo con la temperatura máxima, mínima y promedio registrada por día, en uno de los predios (**Figura 6**), no se observó que el aumento o disminución de polen de esta especie estuviera relacionado con la

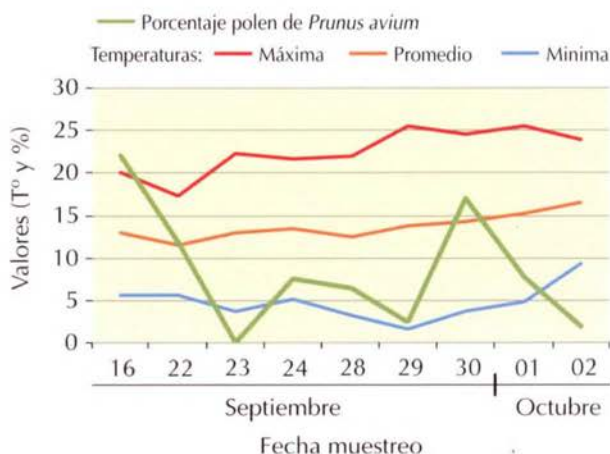


Figura 6. Comparación entre el porcentaje de polen de cerezo (*Prunus avium*) colectado en colmenas con “atrapa polen” y la temperatura máxima, mínima y promedio registrada en cada día de colecta (Chumaco, septiembre – octubre, 2009).

temperatura, cuando la máxima se presentó por sobre los 18°C y la promedio en general sobre los 14°C, señalado como el umbral de vuelo de la abeja.

En el caso del ciruelo, al inicio de floración, el 55 % de las colmenas fueron clasificadas como regulares y buenas y el 45 % restante como malas. Al momento del retiro de las colmenas, se observó un aumento de las colmenas al 70 % en categoría regular y buena y una disminución del 30 % de las colmenas malas.

En la **Figura 7**, se observa que la floración del ciruelo japonés se produce aproximadamente en 15 días, iniciándose a fines del mes de agosto, y verificándose la máxima floración entre el 2 y 6 de septiembre. El aumento en porcentaje de la calidad de las colmenas en este período, podría deberse a la disponibilidad de flores de ciruelo y de brassicas (yuyo y rábano), presentes en el predio durante la permanencia de las colmenas y al corto período en el que permanecieron en el predio, porque éstas se retiraron al observar más de un 50 % de caída de pétalos en el frutal.

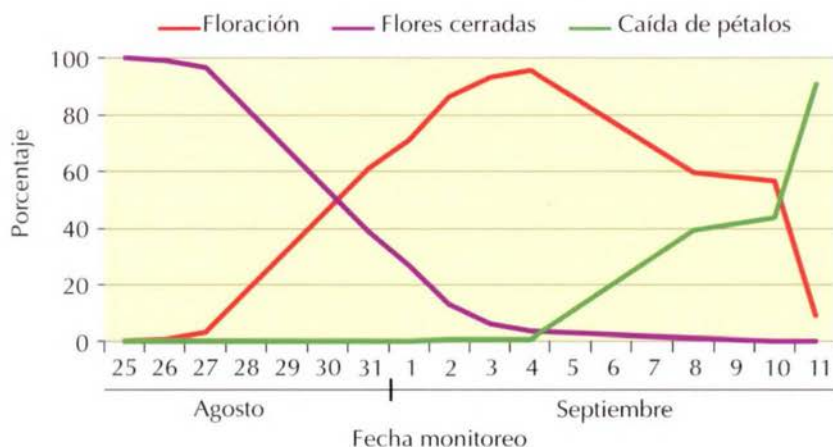


Figura 7. Porcentaje de flores abiertas, cerradas y caída de pétalos (Ciruelo japonés, VI Región, agosto - septiembre. Período 2008-2010).

En la **Figura 8**, se muestra la preferencia de una colmena de buena calidad por el polen de ciruelo japonés, cuando los árboles estaban en un 40 % de floración. Esto entre las 10:00 AM y las 15:00 PM, del día. Es importante destacar que del total de granos de polen que ingresaron las abejas a la colmena, entre un 62,12 y 73,3 % correspondió a ciruelo japonés y entre 9,78 % y 37,88 % a polen de Brassicaceae.

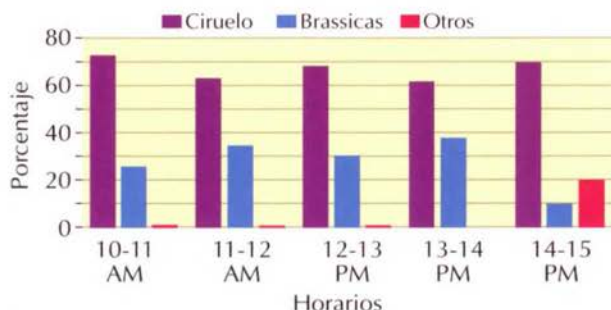


Figura 8. Distribución en porcentaje del polen obtenido en una colmena de buena calidad, en ciruelo japonés con 40% de floración entre las 10:00 AM y las 15:00 PM (VI Región, 2 septiembre, 2009).

En manzanos y perales al inicio de floración, se observó colmenas de categoría mala, en un 90 y 97,5 % respectivamente. Durante la permanencia en el predio, se mantuvo el porcentaje de colmenas malas en manzano y se incrementó a cinco por ciento las colmenas buenas. En peral se redujo a 58 % el porcentaje de colmenas malas al término de la floración y se determinó un incremento en las colmenas regulares y buenas, alcanzando un porcentaje final del 42 %.

Como se muestra en la **Figura 9**, en manzanos, se observó que el período de floración abarca aproximadamente entre 9 y 10 días, observándose en los predios en estudio que durante la temporada 2009-2010, en la variedad Royal Gala en la VI Región, la floración se produjo entre el 5 y el 15 octubre y alcanzó un máximo entre el 7 y el 9 de octubre.

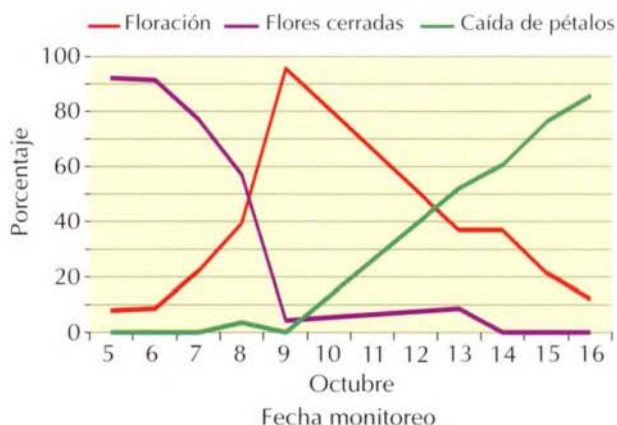
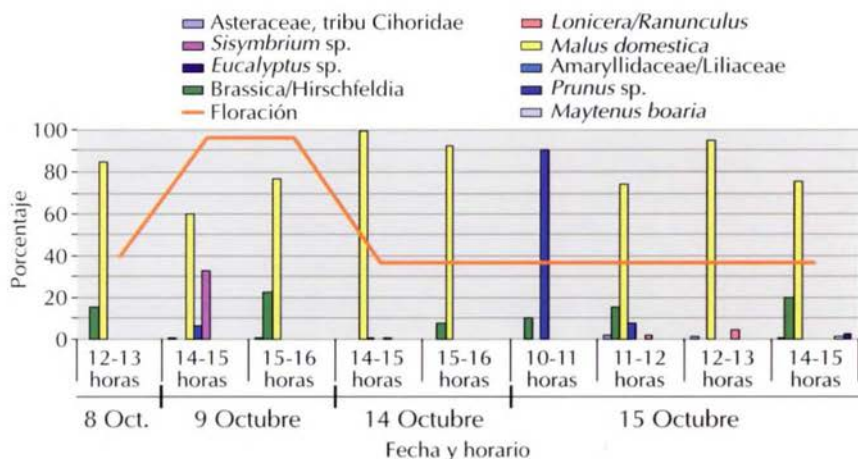
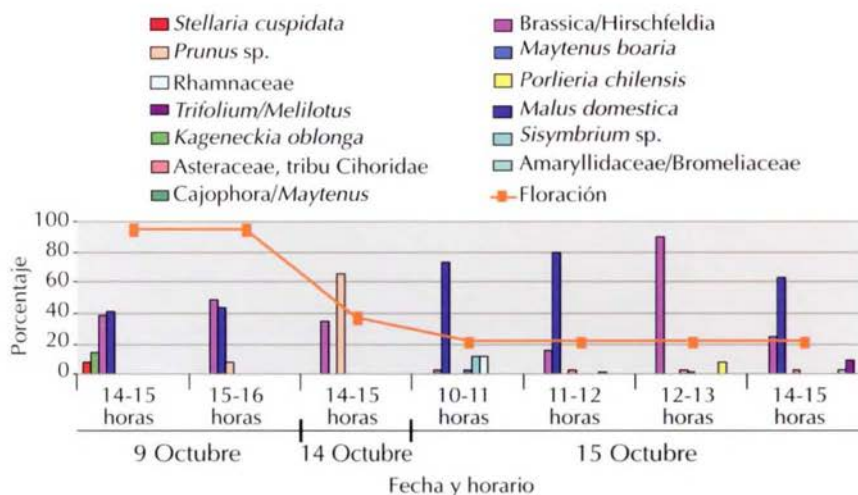


Figura 9. Porcentaje de flores abiertas, cerradas, y caída de pétalos en manzano cv. Royal Gala, VI Región.

Al analizar colmenas al azar, en plena floración, se observó que se obtuvo una participación de polen de manzano por sobre el 40 % del total de la muestra, obtenida entre las 14:00 -16:00 PM (**Figura 10**). En la otra colmena (**Figura 11**), se observó que fue por sobre el 60 % de participación del total de la muestra, entre las 12:00 AM y las 16:00 PM. Por otra parte, en ambas colmenas en las muestras colectadas con la trampa de polen, durante el período de permanencia en el huerto y en algunos horarios de día, se observó que a pesar de la disminución de las flores abiertas, se seguía determinando entre un 60 y 100 % de presencia de polen de manzano. Como el análisis palinológico se hace a nivel de especie y no de variedad, no se pudo determinar de qué variedad provenía, pero claramente no era del cuartel donde se mantenían las colmenas, porque en ellas el 14 y 15 de octubre se había reducido el número de flores y por lo tanto, el polen disponible.

La preferencia que tiene la abeja por las flores de manzano, informada también por numerosos autores, es una importante variable a tener en cuenta por el apicultor y el fruticultor, de manera de retirar las colmenas, cuando se observa por sobre el 60 % de flor abierta y la caída de pétalos del orden del 30 %. Esto porque al permanecer



Figuras 10 y 11. Distribución en porcentaje del polen del huerto de manzano donde se ubicaban las colmenas de abejas (1 y 5) de acuerdo a su origen botánico y al porcentaje de floración. (Manzanos, VI Región. Temporada 2009-2010).

por más tiempo la colmena, se corre el riesgo de que la población de abejas se vea afectada por las aplicación de raleadores químicos en huertos vecinos de manzanos, donde el producto más utilizado es un insecticida del grupo químico de los carbamatos, cuyo ingrediente activo (I.A.) es carbaryl.

En peral, en las **Figuras 12 y 13**, se observa que el período de floración abarca entre 11 y 14 días, dependiendo de la variedad y de la localización del predio. Durante la temporada 2009-2010, en el sector de Chimbarongo, la máxima floración se observó 10 días después de instaladas las colmenas (1 de octubre). En la zona de San Fernando, se observó la máxima floración del peral (6 y 7 octubre), a los seis días de instaladas las colmenas.

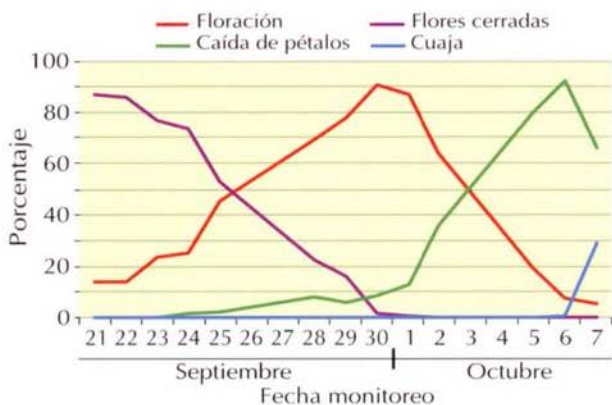


Figura 12. Porcentaje de flores abiertas, cerradas, caída de pétalos y cuaja en peral (Chimbarongo, VI Región. Período septiembre - octubre 2009).

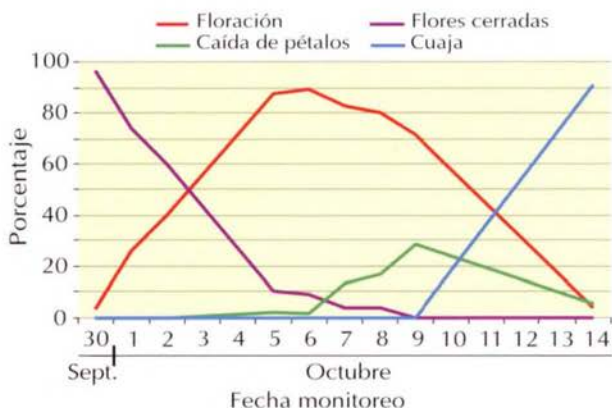


Figura 13. Porcentaje de flores abiertas, cerradas, caída de pétalos y cuaja en peral (San Fernando, VI Región. Período noviembre-octubre 2009).

En la **Figura 14**, se muestra que desde el inicio de floración en peral la abeja colecta polen, actividad que se estabiliza presentándose a distintas horarios del día como son a las 10 - 11 AM (35 %) y 14 - 15 PM (73 %).

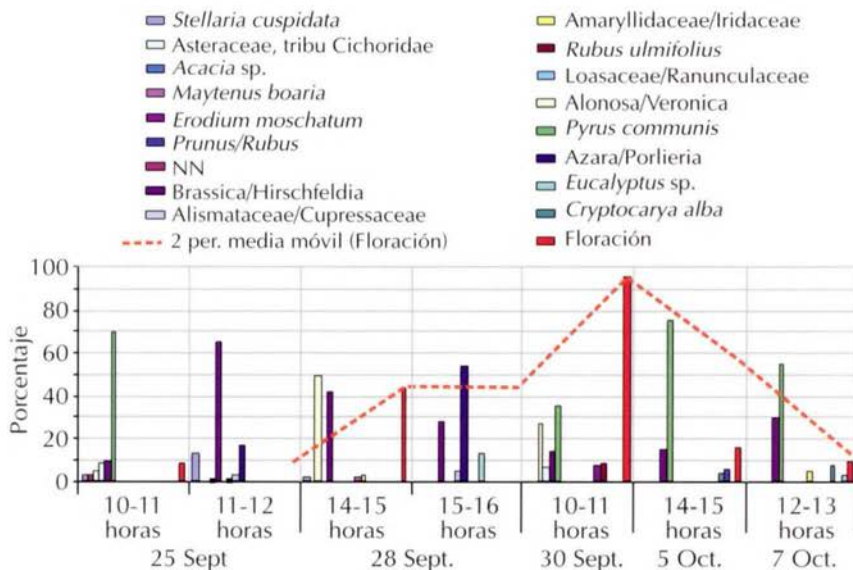


Figura 14. Origen y distribución en porcentaje del polen en las muestras de la colmena 4, de acuerdo a la fecha y porcentaje de floración del peral (Chimbarongo, VI Región, 2009).

En la **Figura 15**, se presenta el día 30 de septiembre el origen del polen colectado desde colmenas instaladas en un huerto de peral, cuando las flores abiertas eran del orden de 5 %. Seis días después se observa, que en plena flor existe una constancia floral, demostrada por el porcentaje de polen colectado al mediodía en la trampa de polen, el cual fluctuó entre un 50 y 89 % durante el período de máxima flor abierta. Con ello se demostró que las abejas visitan la flor de peral, cuando se encuentran cercanas a los árboles, a pesar que varios autores señalan la baja preferencia por la flor de peral, debido a la baja calidad de los azúcares en el néctar de las flores.

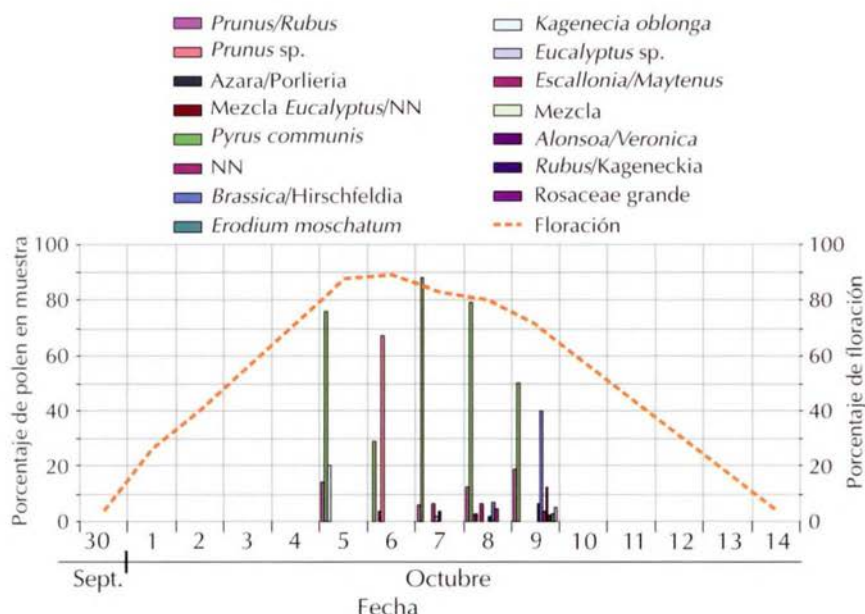


Figura 15. Origen y distribución en porcentaje del polen en las muestras de la colmena 4, de acuerdo a la fecha y porcentaje de floración del peral (San Fernando, VI Región, 2009).

En kiwi, al inicio de la floración, se observó que un 45 % de las colmenas ingresadas a los predios, correspondieron a colmenas regulares y buenas y un 55 % a colmenas malas. Sin embargo, durante la permanencia en los predios, se produjo una reducción de las colmenas regulares y buenas, alcanzando sólo un 18,75 % y las colmenas malas se incrementaron a 81,5 %.

En la **Figura 16**, se puede observar que en la V Región, comuna de Olmué, la floración de hembras de kiwi es en un período muy corto, no más allá de 6 días, entre el 4 y 10 de noviembre alcanzando rápidamente el 50 % de floración. Las flores machos tienen una apertura de flores más sostenida, manteniéndose sobre el 50 % de plena flor durante 6 días, período que coincide con la flor hembra del kiwi. El polen del macho en el período de plena flor de la hembra

fluctuó entre 40 y 65 %, del total de la muestra colectada, y el de la hembra entre 5 y 55 %, confirmando la actividad polinizadora de la abeja en kiwi.

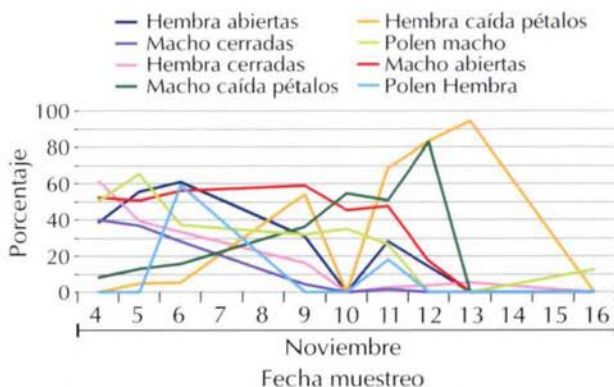


Figura 16. Porcentaje de flores machos y hembras abiertas, cerradas, caída de pétalos, y porcentaje de polen de macho y hembra en muestras colectadas en trampas, según fecha de monitoreo (V Región, noviembre, 2009).

Por otra parte, en las **Figuras 17 y 18**, se muestra que en la VI Región, la floración de kiwi, se produjo, en diferentes fechas de acuerdo a la temporada y a la localidad. Durante la temporada 2008-2009, la floración en la localidad de Peumo, se presentó también en un corto período (entre el 5 y 12 de noviembre). En cambio en la localidad de Chimbarongo, la floración en la temporada 2009-2010, se presentó entre el 17 y el 28 de noviembre, coincidiendo durante tres días en ambos casos la flor de hembra con la de machos y la actividad polinizadora de las abejas que en los días de floración presentaron polen de flores hembras inferior a 10 % y de machos entre un 60 y 83 %.

Los apicultores deben estar en conocimiento que en el cultivo del kiwi en Chile, con la finalidad de concentrar la floración en pocos días y en forma uniforme, se realiza una aplicación del regulador de crecimiento Cianamida Hidrogenada (PC. Dormex), el cual provoca que en un período de no más de cinco días, todas las flores hembras se encuentren disponibles para ser polinizadas por abejas, que trasladan en su

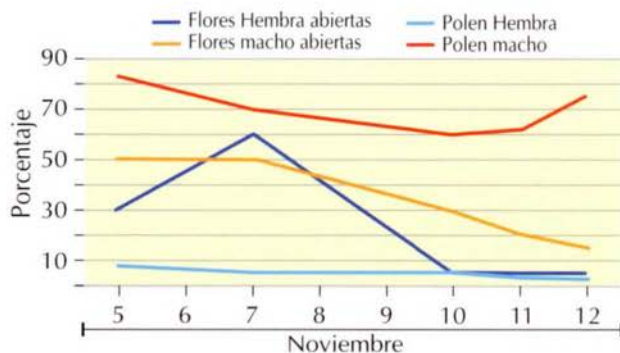


Figura 17. Porcentaje de flores machos y hembras abiertas, y porcentaje de polen de macho y hembra en muestras colectadas en trampas, según fecha de monitoreo (Peumo, VI Región, noviembre, 2008).

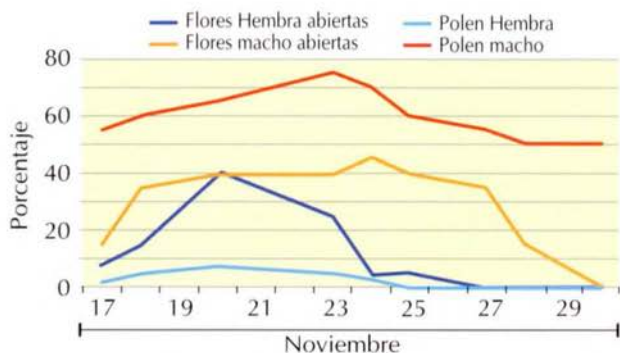


Figura 18. Porcentaje de flores machos y hembras abiertas, y porcentaje de polen de macho y hembra en muestras colectadas en trampas, según fecha de monitoreo (Chimbarongo, VI Región, noviembre, 2009).

cuerpo polen de la flor macho. Si bien es cierto, como se ha visto en los análisis el polen es abundante, es necesario tener en cuenta que la flor femenina debe ser visitada por la abeja que traslada el polen de la flor macho. Como la flor femenina del kiwi produce poco o escaso néctar, ésta es muy poco atractiva para las abejas, condición que hace necesaria la eliminación de toda la vegetación espontánea aledaña al cultivo. De esta manera, se garantiza los vuelos de abejas a las flores femeninas del kiwi y no a flores de otra especie.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE COLMENAS QUE ENTREGAN SERVICIO DE POLINIZACIÓN EN CHILE

Al revisar durante las temporadas 2008 – 2009 y 2009 – 2010 la evaluación de las colmenas de abejas, revisando el número de marcos con abejas adultas y crías que se usaron en la prestación de servicios de polinización en 34 predios, correspondiendo a un total de 344 colmenas de abejas, durante las temporadas 2008-2009 y 2009 -2010, al inicio de floración en ocho huertos de cerezos, dos de ciruelo, ocho de manzanos, ocho de perales, seis de kiwi en la VI Región y dos de kiwi en la V Región, presentaron los siguientes resultados.

- En manzanos y perales ninguna colmena presentó la categoría estándar o buena, observándose un 90 y 97,5 % de colmenas en categoría mala, respectivamente.
- En cerezo se observó que un 15 % de las colmenas ingresadas a los predios al inicio de floración correspondían a la categoría estándar o buena, un 50 % a las regulares y un 35 % fueron clasificadas como malas.
- En el caso del ciruelo japonés que es el que florece a fines de agosto en la VI Región, al inicio de la floración el 20 % de las colmenas fueron clasificadas como buenas, el 35 % como regulares y el 45 % restante como malas.
- En kiwi, se observó al inicio de la floración, un 25 % de las colmenas ingresadas a los predios, correspondieron a colmenas buenas, un 20 % a colmenas regulares y un 55 % a colmenas malas.

Al retirar las colmenas del predio donde estaban prestando servicios de polinización, se reevaluó su calidad, determinando que:

- En manzano, se mantuvo el porcentaje de colmenas malas, incrementándose en cinco por ciento las colmenas buenas.
- En peral, se redujo a 58 % el porcentaje de colmenas malas al término de la floración y se determinó un incremento de un 42 % en las colmenas regulares y buenas.
- En cerezo, una disminución de 55 % de las colmenas regulares y buenas y un aumento de 45 % de las malas.
- En ciruelo japonés al momento del retiro de las colmenas, se observó un aumento de 70 % de las colmenas en categoría regular y buena y una disminución de 30 % de las colmenas malas.
- En kiwi, la permanencia de las colmenas en los predios produjo una reducción de un 18,75 % de las colmenas regulares y buenas alcanzando y las colmenas malas se incrementaron a 81,5 %.

Durante la permanencia en el predio de las colmenas, se determinó el período de inicio y término de floración de las especies frutícolas en estudio.

- En cerezo, durante tres temporadas agrícolas 2008-2009; 2009-2010 y 2010-2011, la floración se produjo partir del 10 de septiembre, aumentando en forma sostenida y alcanzando el mayor porcentaje de floración entre el 16 y el 23 de septiembre.
- En manzano, en la variedad Royal Gala, en la VI Región, se observó que el período de floración abarca aproximadamente entre 9 y 10 días, observándose en los predios en estudio que durante la temporada 2009-2010, la floración se produjo entre el 5 y el 15 octubre, alcanzando un máximo entre el 7 y el 9 de octubre.

- En peral, el período de floración abarca entre 11 y 14 días, dependiendo de la variedad y la localización del predio. Durante la temporada 2009-2010, en la VI Región, la máxima floración se produjo entre el 1 y 7 de octubre.
- En el ciruelo japonés, la floración se produce aproximadamente en 15 días, iniciándose a fines del mes de agosto, y verificándose la máxima floración entre el 2 y 6 de septiembre.
- En kiwi en la V Región, la floración de la variedad Hayward (que es la que produce las flores hembras), es muy corta, siendo no más allá de 6 días entre el 4 y 10 de noviembre.
- En kiwi en la VI Región, la floración se produce de acuerdo a la temporada y a la localidad. Durante la temporada 2008-2009 en la localidad de Peumo, se presentó al igual que en la V Región, entre el 5 y 12 de noviembre. Sin embargo, en la localidad de Chimbarongo y con la misma variedad, se observó floración entre el 17 y el 28 de noviembre.

La evaluación de preferencia de polinización de las abejas, se debería realizar colocando trampas “atrapa polen” al azar, durante el horario de mayor entrada y salida de abejas de las colmenas. Esto generalmente ocurre al mediodía o con temperaturas entre 18 y 20°C, manteniéndolas durante una hora y luego mediante examen visual o lo mejor que es el palinológico, verificar las observaciones visuales que se efectúan por color. En el presente estudio utilizando la metodología descrita de colecta y el posterior análisis palinológico, se determinó qué:

- En cerezo, no había una relación entre el porcentaje de polen colectado y el aumento de flor abierta en los huertos. Se observó presencia de polen de cerezos en porcentajes que fluctuaron entre 0,0 y 38 % del total de la muestra diaria, presentándose en general, los mayores porcentajes durante los primeros días después de la instalación.

- En cerezo, el ingreso de polen a la trampa, comparado con la temperatura registrada por día, no afectaba el aumento o disminución de polen colectado de esta especie cuando la temperatura máxima se presentaba por sobre los 18°C y la promedio en general sobre los 14°C.
- En manzano en plena floración, una participación del polen (dependiendo de la colmena muestreada y el horario del día), fue entre 40 y 80 % del total de la muestra. En caída de pétalos, se siguió observando presencia de polen de manzano entre un 60 y 100 %, a pesar de la no disponibilidad de flores en el huerto donde se encontraban instaladas las colmenas.
- La preferencia que tiene la abeja por el polen de la flor de manzano, es una importante variable a considerar por el apicultor y el fruticultor, de manera de retirar las colmenas cuando se observa por sobre el 60 % de flor abierta y la caída de pétalos del orden del 30 %. Esto debido a que al permanecer por más tiempo la colmena, se corre el riesgo que la población de abejas se vea afectada por las aplicación de raleadores químicos en huertos vecinos de manzanos, donde el producto más utilizado es un insecticida del grupo químico de los carbamatos cuyo I.A. es Carbaryl.
- En peral, las abejas colectan polen de esta especie desde inicio de floración, fluctuando entre un 50 y 89 % durante el período de máxima flor abierta, demostrando constancia floral y preferencia, cuando las colmenas se encuentran instaladas en el huerto a polinizar.
- En ciruelo japonés, la preferencia de una colmena de buena calidad por polen de esta especie. Se observó que en huertos con un 40 % de plena flor, las abejas colectaron entre un 62,12 y 73,3 % de polen de esta especie.

- En kiwi, dependiendo de la región, localidad y temporada en plantaciones de la variedad Hayward, el polen de macho en el período de plena flor de la hembra puede fluctuar entre 40 y 83 % del total de la muestra colectada y el de la hembra, entre 5 y 55 %, confirmando la actividad polinizadora de la abeja en kiwi.
- En kiwi, existe la necesidad que la flor femenina sea visitada por la abeja que traslada en su cuerpo el polen de la flor macho. Como la flor femenina del kiwi produce poco o escaso néctar, ésta es muy poco atractiva para las abejas, lo cual se confirma, en la mayoría de los huertos estudiados con el menor porcentaje de polen colectado desde las trampas atrapa polen en comparación con el polen de la flor de macho. Para favorecer los vuelos de abejas a las flores femeninas del kiwi, es necesario reducir las malezas con período de floración similar y aledañas al cultivo.

IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD POLINIZADORA DE LAS ABEJAS EN CIRUELO, CEREZO, MANZANO, PERAL Y KIWI

Patricia Estay P.
*Ing. Agrónoma M.Sc.
INIA La Platina*

Gloria Montenegro R.
*Facultad de Agronomía e
Ingeniería Forestal, PUC*

Nancy Vitta P.
*Ing. Agrónoma
INIA La Platina*

Rodrigo Pizarro F.
*Candidato a Doctor en Ciencias de la
Agricultura. Facultad de Agronomía
e Ingeniería Forestal, PUC*

INTRODUCCIÓN

La polinización, es un factor clave en la producción de frutas. Sin embargo, si se revisa la literatura agronómica, existe gran cantidad de información respecto a variedades, manejo de suelos, fertilización, riego y escasa información respecto al manejo que se debe dar en el momento de la floración a cada cultivo, para permitir que se produzca en forma óptima la cuaja, factor clave para obtener frutos de calidad.

En cerezo, ciruelo, manzano, peral y kiwi, las abejas son señaladas como los principales agentes polinizadores y se cuenta con muy poca información respecto a su manejo en Chile. Se sabe que en estas especies las flores que primero abren en la temporada en las variedades destinadas a la producción de fruta, son las que darán origen a los frutos de mejor calidad, por lo que el manejo de las abejas al inicio de floración es clave. Por otra parte, en aquellas especies como el manzano, peral y kiwi, donde se presentan muchos óvulos, el número de granos de polen y/o visitas que realice la abeja a la flor pistilada, es clave para dar origen a frutos de buen calibre (exportable) y sin deformaciones, porque se desarrollan normalmente la semillas.

En el proyecto desarrollado por el INIA, se buscó medir la respuesta a la polinización por abejas de las especies frutales, a nivel local con las variedades más usadas en el país y en las zonas de mayor superficie, buscando obtener información que le permita al agricultor y al apicultor la toma de decisiones respecto a la fecha oportuna de instalación, distancia de trabajo del apiario, evaluación de la calidad de colmenas, etc.

1. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS

Para determinar la actividad polinizadora de las abejas y su efecto en la cuaja de flores, el rendimiento y la calidad de frutos, se hizo un monitoreo desde inicios de floración en distintos horarios del día y luego se evaluó a la cosecha en 26 huertos correspondientes a plantaciones de ciruelo, manzano, peral y cerezo. En ellos se había instalado en cada predio 10 colmenas de abejas por hectárea en el caso de ciruelo y peral, ocho colmenas por hectárea en manzano y 12 colmenas por hectárea en cerezo. Previo a la instalación de las colmenas, en cada predio se seleccionó 12 árboles ubicados a 9-12; 45-65; 90-125 metros de las colmenas, denominando los tratamientos como Cerca, Intermedio y Lejos de las colmenas. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones y correspondió a un árbol en distribución homogénea de las hileras en una hectárea, como se presenta en la **Figura 1**. En cada árbol se marcó 8 ramillas, con 20 botones florales cada una (**Figura 2**), cuatro de ellas fueron cubiertos con una trampa de tul para evitar el contacto por cualquier tipo de insecto, y las otras cuatro quedaron libres (**Fotos 1, 2, 3 y 4**).

En el momento de instalar los ensayos, se hizo un recuento de las flores totales en cada ramilla. En cada fecha de monitoreo, se contó el número de flores abiertas, cerradas y con caída de pétalos, determinando así el porcentaje de floración, posterior porcentaje de cuaja y frutos. A la cosecha, se contabilizó el número total de

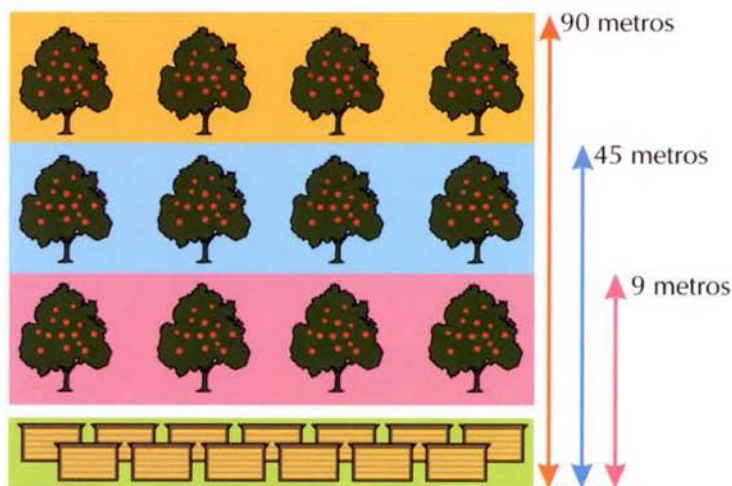


Figura 1. Esquema de la ubicación de las colmenas y los árboles evaluados en cada predio con ensayos.



Figura 2. Esquema de cada árbol evaluado, donde se indica el número de ramillas marcadas y la ubicación.



Foto 1. Ramilla de cerezo mostrando las flores cubiertas con trampa de tul.



Foto 2. Árbol de ciruelo, mostrando las ramillas marcadas.

frutos, calculando el porcentaje de frutos totales, con respecto a las flores iniciales y el número y peso de frutos por calibre, en cada tratamiento.

Una vez instaladas las colmenas en el huerto, estas fueron evaluadas y caracterizadas como buenas, regulares y malas, de acuerdo al protocolo descrito en el Capítulo II de este Boletín. Desde el inicio

de floración, en la mitad de las colmenas en estudio, se colocó una trampa atrapa polen y se evaluó el número de abejas que entraban



Foto 3. Árbol de manzano, mostrando las ocho ramillas marcadas.

a la colmena por minuto, con y sin polen en distintos horarios del día (10:00 - 14:00), (14:00 - 17:00). El polen colectado cada una hora fue sometido a posterior análisis palinológico y químico en laboratorio. En forma paralela y simultánea al análisis de las abejas en la colmena, se determinó el número de flores abiertas, número de flores que visitó una abeja en un minuto, número total de abejas por árbol en un minuto y número de abejas que entraban a la colmena en un minuto. También en cada predio se instaló un data logger que permitió registrar las tempe-



Foto 4. Ramilla marcada con flores de peral abiertas.

raturas máximas, mínima y promedio diaria durante el período de floración de las especies en estudio para relacionarla con la actividad de las abejas (Fotos 5 y 6).



Foto 5 y Foto 6.
Datta logger usado en el registro de la temperatura.

CEREZO

Aspectos generales de la producción de cerezas en Chile

El cerezo *Prunus avium*, pertenece a la Familia Rosaceae. Chile, según el Censo Agropecuario del 2007, tenía una superficie cultivada de 12.969,04 hectáreas, representando el 4 % del total de la superficie cultivada con frutales, produciendo 156 millones de kilogramos anuales, los que se exportan a diferentes países y que continuará aumentando en la medida de que las plantaciones más nuevas, inicien su producción. Chile tiene plantaciones desde la Región de Coquimbo hasta la Región de Aysén. Las Regiones del Maule y del Libertador Bernardo O'Higgins concentran la mayor cantidad de hectáreas plantadas, llegando al 76 % del total país. En estas Regiones, la floración dependiendo de las variedades, se inicia a mediados de septiembre.

La densidad de plantas en una hectárea está entre 888 y 667 plantas. La producción por hectárea de cerezos se encuentra entre los 10 y 15 toneladas por hectárea, con calibres entre 24 a 28 milímetros.

La fecha de cosecha de este frutal, se inicia en noviembre y se extiende hasta enero, de acuerdo a las variedades, las que se producen en diferentes períodos en la temporada, comenzando en el norte para terminar en el sur.

El cerezo, es un frutal resistente a las bajas temperaturas invernales, con un amplio margen de adaptabilidad climática y edáfica a las áreas que existen a lo largo de Chile, principalmente de la zona centro hacia el sur. Existen cultivos con sólo una variedad en sus plantaciones debido a que son auto fértiles, pero en la mayoría de los casos, los productores tienen dos o más variedades de cerezos en una plantación para obtener polinización y fertilización cruzada.

De acuerdo al último Catastro Frutícola Odepa – Ciren (2007), la principal variedad cultivada en el país es la variedad Bing, representando el 14,2 % de la superficie total, seguida por la variedad Van, Napoleón, Lapins y Lambert. La variedad Bing requiere de árboles con variedades polinizantes destacándose Van, Early Burlat y Stella, por lo cual requiere de la acción de abejas, para favorecer la polinización. Lo mismo ocurre con la variedad Van, cuyas variedades polinizantes son Bing, Early Burlat y Summit. La variedad Lapins, es de autopolinización al igual que variedades importadas desde Canadá, que se caracterizan por ser autofértiles, por lo cual no requieren de variedades polinizantes.

Resultados del uso de abejas, *Apis mellifera*, en la polinización y cuaja del cerezo.

En la **Figura 3**, se muestra el porcentaje de cuaja determinada en cada uno de los predios durante el primer año del estudio en la temporada 2008-2009. En las ramillas que mantuvieron sus yemas florales libres, se observó un porcentaje de cuaja entre 10 y 34,5 %, presentando, los predios donde se instalaron 12 colmenas por hectárea, los más altos porcentajes de cuaja, entre 29 y 34,5 %. En los predios testigo, donde el agricultor mantenía entre 8 y 10

colmenas por hectárea, se determinó entre 19 y 10 % de cuaja. Al mantener las ramillas cerradas, por lo tanto excluidas de la acción de las abejas, en los predios INIA 1 y predio Testigo 4, no se registró cuaja de frutos. En los predios 2 y 3, correspondientes al Testigo e INIA, se determinó cuaja entre 5 y 8 % de cuaja.



Figura 3. Porcentaje de cuaja en huertos de cerezo a distancia entre 2 y 144 metros desde el apiario. Cerezo; variedades Bing y Van (2 % Black Tartarian, VI Región, temporada 2008-2009).

Los valores obtenidos están dentro del rango que obtuvo Misleh (1990), con método de polinización con *Apis mellifera*, y con fecha de floración modificada por el uso de Cianamida hidrogenada quien obtuvo valores entre 20 y 40 % de cuaja para los cultivares Van y Bing, respectivamente. Si se consideran los valores cercanos al 45 % obtenidos por Goldwin y Webster (1978), Sanzol y Herrero (2001), Stösser y Anvari (1982), para el cultivar Bing, los resultados obtenidos por los estudios de este proyecto fueron bajos. De acuerdo con la literatura citada, además de la acción de las abejas en cerezo, se presentan a continuación otros fenómenos que podrían influir en la cuaja y explicar el bajo porcentaje inicial:

- a) **Longevidad del óvulo.** La viabilidad del saco embrionario y de los óvulos en árboles frutales es más bien corta y puede ser un factor limitante de la cuaja, si la polinización se demora. La longevidad de los óvulos juega un rol decisivo en el período efectivo de polinización (la duración de este período, es igual

a la longevidad del óvulo menos el tiempo que requiere el tubo polínico para alcanzar el saco embrionario), y es causa frecuente de la reducida cuaja en cerezos (58 %) (Cerovic y Ruzic, 1992 Citado por Urenda, 1998). Para el cerezo dulce y también para el cerezo ácido, la pérdida de viabilidad de los óvulos, es progresiva en condiciones de campo siendo cinco a seis días después de la antesis. Esto aumenta si las condiciones de temperatura son superiores a 20 y 25°C, donde todos los óvulos están senescentes al cuarto día.

- b) **Influencia de la hora del día en la cuaja.** De este modo, los mejores porcentajes se obtienen en las primeras horas de la mañana, lo cual estaría explicado por la mayor probabilidad de visitas de las abejas (Roversi, 1994; Roversi y Ughini, 1986). Como ya se ha presentado anteriormente, en los períodos de floración cercana al 50 %, las temperaturas promedios registradas estuvieron por debajo de 15°C, afectando el vuelo de abejas y desarrollo de tubo polínico.
- c) **Calidad de la flor y su forma.** Disminución de la cuaja por la existencia de flores débiles, que posteriormente se caen o son deformes, con mal desarrollo de polen y del estilo, no fecundación de la ovocélula, en general con problemas de fructificación (Gil, 1997).
- d) **Daño eventual por heladas.** Por ejemplo, que sólo afectan al óvulo, estigma y estambres y no se observan en el resto de la flor.

En el caso de esta investigación, es importante destacar (que podría haber ocurrido), que por cumplir el protocolo de trabajo, que señalaba que en todas las ramillas marcadas se debía contar con un número fijo de yemas florales, se hubiera elegido yemas de mala calidad, afectando involuntariamente el porcentaje de cuaja. Existen variedades que, alcanzando entre 36-44 % de floración, ya no están receptivas para el polen. En aquellas variedades que

presentan esta restricción ni las buenas condiciones climáticas, ni las visitas de los polinizantes y disponibilidad del polen, podría hacer efectiva la polinización (Roversi y Ughini, 1996). Sin embargo, en otras variedades, el porcentaje de floración puede llegar hasta 82 %, por ejemplo en el cultivar Bing, que es la variedad con la cual se trabajó.

- e) **La auto-incompatibilidad que caracteriza a algunos cultivares.** Por ejemplo, en el caso de las variedades Bing y Van, implica que cada cultivar necesita el polen del otro para hacer efectiva la polinización. Es así que Van poliniza a Bing y viceversa (Álvares, 2003).
- f) **Ocurrencia de precipitaciones durante la floración y cuaja de frutos,** lo cual trae como consecuencia la disminución en el número de flores y frutos.
- g) **Desarrollo del embrión imperfecto.** Lo que hace que la proporción de hormonas promotoras del crecimiento sean menor en relación a los inhibidores del crecimiento, lo cual produce el desprendimiento del fruto. Como consecuencia del balance hormonal, se produce una competencia entre frutos. Este fenómeno causaría la fuerte caída de frutos inmaduros (Stösser *et al.*, 1969).
- h) **Crecimiento de los tubos polínicos.** Con temperaturas que van de 5 a 25°C, los tubos polínicos crecen en cerezo y su tasa de crecimiento aumenta con la temperatura. Bajo condiciones cálidas continuas, los tubos polínicos pueden alcanzar el saco embrionario en dos días (Thompson, 1996). De esta forma, el crecimiento del tubo polínico es claramente dependiente de la temperatura y jugaría un rol importante en el período efectivo de polinización.

En la **Figura 4**, se muestra el número de abejas por árbol/minuto presentes durante los períodos de monitoreo, que correspondieron al período de floración en los predios donde se mantenía el ensayo de INIA, con un número de 12 colmenas de abejas por hectárea y el agricultor con 8 colmenas por hectárea.

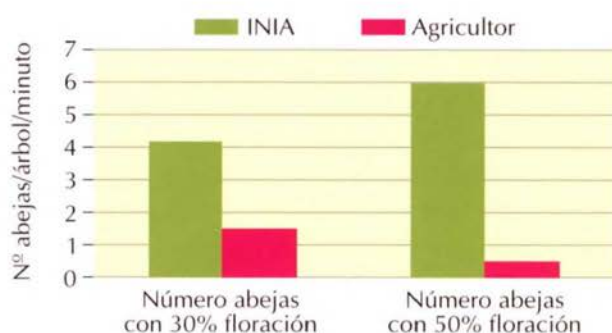


Figura 4. Número de abejas por árbol por minuto al mediodía, de acuerdo al predio y porcentaje de floración (Cerezo; variedades Bing y Van y 2 % Black Tartarian, VI Región, temporada 2008-2009).

El forrajeo realizado por las abejas en cerezo alcanza su máximo entre las 13:00 y 14:00 horas en el mes de septiembre. De acuerdo a estudios preliminares, para una adecuada polinización se requiere la visita de 7 abejas/minuto y posteriormente el crecimiento del tubo polínico se produce con temperaturas entre 15 y 20°C.

En el predio del agricultor, se observó un número de 0,5 abejas/árbol, siendo muy inferior las visitas de abejas en un minuto cuando los cerezos se encontraban en plena flor y además en ese período también las temperaturas promedios estuvieron por debajo de los 14°C, afectando a las abejas y probablemente al crecimiento del tubo polínico (**Cuadro 1**). Ello, podría haber incidido en la cuaja del

Cuadro 1. Temperatura promedio registrada ente el 25 de septiembre y el 7 de octubre en cerezos, predio El Delirio y La Lechería. Rengo, VI Región.

Temperatura promedio °C predios	Porcentaje de floración Predio INIA	Porcentaje de floración Predio Agricultor
11,65	37,9	50
14,30	59,4	30
15,35	61,62	20

10 % mostrado en la Figura 1 (Predio 4 Testigo). En el predio INIA, también se observó un número inferior al recomendado, correspondiendo a seis abejas en plena floración, cuando la temperatura en el caso de este predio, en plena floración fue de 14,3° C, estando en el límite de la actividad pecoreadora de la abeja.

En el **Cuadro 2**, se muestra el número promedio de abejas por árbol observada en los predios en estudio, durante la temporada 2 (2009-2010), al momento del 50 % de floración y en el horario entre las 13:00 y 14:00 horas, de acuerdo a las distancias, en que se encontraban los árboles con respecto al apiario. En cerezo, se observó que las plantas más cercanas a las colmenas (9 m), fueron las que presentaron el mayor número de abejas por árbol/minuto (7,8), superando el estándar internacional de siete abejas/árbol y con diferencias con los árboles más distantes (81 m), en los cuales se observó en promedio más bajo de 3,5 abejas/árbol, con la distancia intermedia de 39 metros. También se presentó diferencias con las dos distancias descritas, logrando en este caso una actividad de 6,5 abejas/árbol/minuto. Al analizar en el mismo Cuadro 2, el porcentaje de cuaja y porcentaje de frutos disponibles a la cosecha, se observó, que los árboles más cercanos al apiario y con mayor número de abejas/árbol/minuto, presentaron también el mayor porcentaje de cuaja y de frutos (20,2 y 18,0 %, respectivamente), con diferencias con la distancia intermedia y lejana, donde el porcentaje de cuaja fluctuó entre 11,3-6,3 % y el

Cuadro 2. Número de abejas por árbol/min, porcentaje de cuaja, porcentaje de frutos, peso total, y porcentaje de frutos con calibre 28 o más, por ramilla, de acuerdo a la distancia de los árboles (metros) desde el apiario (Cerezo, VI Región, n=4, 2009-2010).

Distancia en metros desde la colmena	Nº abejas por árbol	Porcentaje		Peso total (g)	Calibre 28 o más (%)
		de cuaja	de frutos		
81	3,5 a	6,3 a	4,4 a	39 a	36,5 a
39	6,5 b	11,3 a	9,3 a	106 b	54,8 b
9	7,8 c	20,2 b	18,0 b	189 b	50,8 b

porcentaje de frutos a la cosecha fluctuó entre 9,3-4,4 %. El análisis del peso total y distribución de calibre igual o superior a 28 mm, muestra que los árboles que presentaron entre 6,5 y 7,8 abejas por árbol al mediodía y con porcentaje de floración del 50 %, pueden llegar a presentar un peso promedio total de frutos/ramilla entre 106 y 189 gramos, y entre 54,8 y 50,8 de sus frutos en calibre 28 mm o más, los del mayor precio en el comercio internacional.

Al analizar la actividad de las abejas de cinco colmenas de distinta categoría, contabilizando el número total de abejas que ingresaban a la colmena en un minuto, en 40 % de floración y entre las 14:00 y 15:00 horas, con temperatura de 15°C, se puede observar que entre las colmenas existieron diferencias estadísticamente significativas (**Cuadro 3**), variando entre 39 para la colmena mala, 59 a 61 para las colmenas regulares y sobre 75 para las colmenas buenas.

Cuadro 3. Número máximo de abejas totales, que entraron a la colmena, de acuerdo a la categoría en un minuto (Cerezo, VI Región, septiembre 2009).

Categoría de la colmena	Número de abejas totales que ingresaron a la colmena en un minuto
Mala	39,0 a
Regular	59,0 b
Regular	61,0 b
Buena	75,0 c
Buena	87,0 c

Al analizar en uno de los predio representativos de cerezo (**Figura 5**), el ingreso de polen de cerezo a la trampa y compararlo con la temperatura máxima, mínima y promedio registrada por día, no se observó que el aumento o disminución de polen de esta especie estuviera relacionado con la temperatura, cuando la máxima se presentó por sobre los 18°C y la promedio en general sobre los 14°C, señalado como el umbral de vuelo de la abeja.

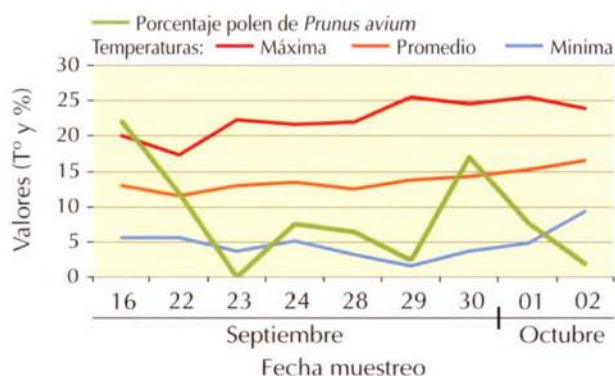


Figura 5. Comparación entre el porcentaje de polen de cerezo (*Prunus avium*), colectado en colmenas con atrapa polen y la temperatura máxima, mínima y promedio registrada en cada día de colecta (VI Región, septiembre–octubre, 2009).

Por otra parte, se observó que el porcentaje de participación del polen de cerezo, en la muestras totales colectadas en cada predio, varió entre 9,7 y 31,5 %, mostrando que el cerezo para la abeja, es una especie importante durante la floración, porque de acuerdo a Louveaux *et al.* (1978), la presencia de una especie vegetal mayor de 3 % del polen total, constituye una presencia significativa (**Cuadro 4**).

Al comparar las distintas especies vegetales que llegaron a las colmenas, se corroboró la variabilidad en el polen que llega a las colmenas ubicadas en la misma área de pecoreo. Existen algunas especies que llegan a una colmena y no a la otra (**Figura 6**).

Cuadro 4. Participación en gramos y porcentaje de polen de Cerezo en la muestra total de polen colectado por día en árboles con 40 % de plena flor (VI Región, septiembre 2009).

Predio	Gramos/día	Porcentaje de participación
1	2,99	22,1
2	0,59	9,7
3	5,71	31,5
4	3,89	21,7

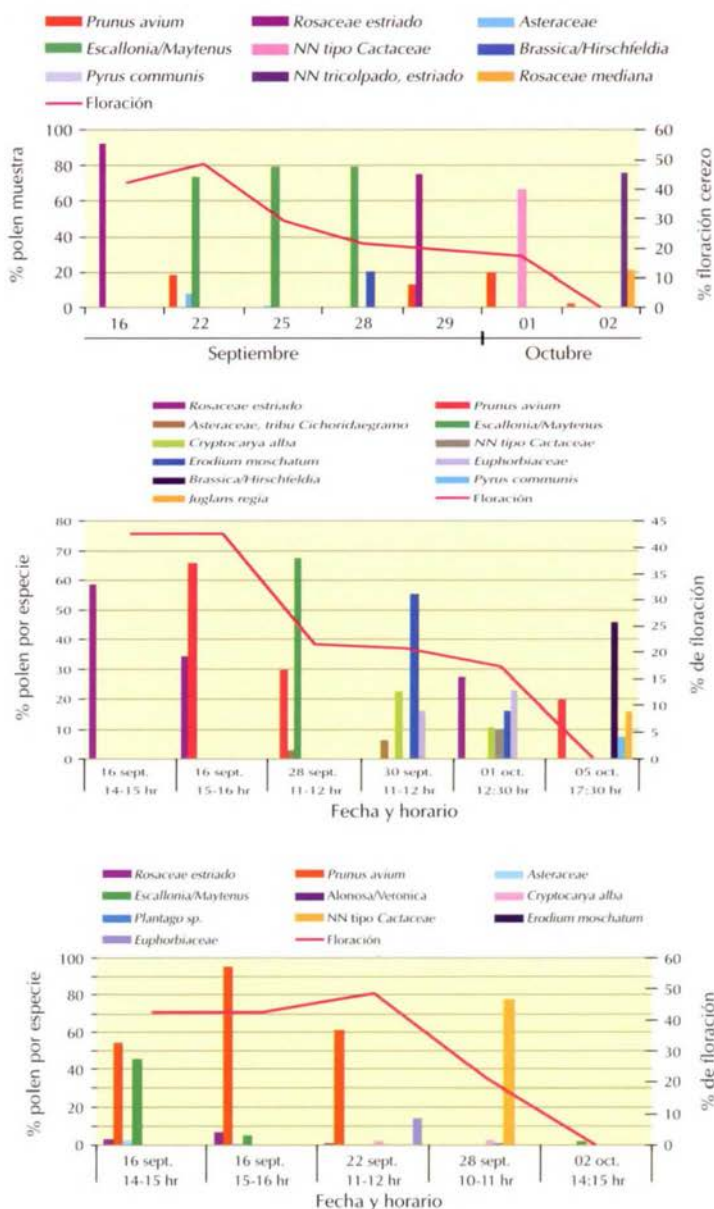


Figura 6. Origen y distribución del polen en las muestras de tres colmenas, de acuerdo a la fecha y porcentaje de floración del cerezo (Chumaco, VI Región, 2009-2010).

En todas ellas llegaron las abejas con polen corbicular de cerezo (*Prunus avium*), pero en distinto porcentaje, destacándose las colmenas 2 y 3, en las que se determinó el día 15 de septiembre, período en que se presentaba un aumento sostenido de la floración, entre las 14:00 y 15:00 horas, un porcentaje de este polen superior al 65 % del total de polen de la muestra. Por otra parte, es interesante destacar que este resultado es coincidente con la observación de actividad de las abejas en los árboles de esta especie, donde se observó, que en general, el mayor número de abejas por árbol se presentaba, entre las 13:00 y 14:00 horas, período anterior al ingreso de las abejas a la colmena.

Por otra parte, existen especies como Escallonia/Maytenus, que aparecen con relativa abundancia en las colmenas en estudio. Sin embargo, hay otras como la Familia Cactacea, que aparece en la colmena 3, con un alto porcentaje de participación, no presentándose en las otras colmenas.

En resumen, la investigación de la actividad polinizadora en abejas en cerezo en las variedades Bing y Van permite concluir que:

- Se requiere de abejas para la polinización de cerezo. Cuando las ramillas florales están expuestas a su actividad, se obtuvo un porcentaje de cuaja entre 10 y 34,5 %, presentando los predios donde se instalaron 12 colmenas por hectárea, los más altos porcentajes de cuaja (entre 29 y 34,5 %). En los predios testigo, donde el agricultor mantenía entre 8 y 10 colmenas por hectárea, se determinó entre 10 y 19 % de cuaja. Al mantener las ramillas cerradas, por lo tanto excluidas de la acción de las abejas, el porcentaje de cuaja fluctuó entre 0 y 8 %.
- Las plantas más cercanas a las colmenas (9 m), fueron las que presentaron el mayor número de abejas por árbol/minuto (7, 8), superando el estándar internacional de siete abejas/árbol y con diferencias con los árboles más distantes (81 m), donde se obser-

vó en promedio más bajo de 3,5 abejas/árbol. Con la distancia intermedia de 39 metros, también se presentaron diferencias con las dos distancias descritas, logrando en este caso una actividad de 6,5 abejas/árbol/minuto.

- El porcentaje de cuaja, y porcentaje de frutos disponibles a la co-secha, fue mayor en los árboles más cercanos al apiario y con mayor número de abejas/árbol/minuto, los cuales presentaron 20,2 y 18 % respectivamente. También tuvieron diferencias con la distancia intermedia y lejana, donde el porcentaje de cuaja fluctuó entre 11,3-6,3 % y el porcentaje de frutos a la cosecha entre 9,3- 4,4 %.
- Los árboles que presentaron entre 6,5 y 7,8 abejas por árbol entre las 13:00 y 15:00 horas, con porcentaje de floración del 50 %, y que correspondieron a aquellos ubicados a una distancia intermedia (39 m) o cerca (9 m), obtuvieron el mayor peso de frutos por ramilla y entre 54,8 y 50,8 % de sus frutos en calibre 28 mm o más, que son los del mayor precio en el comercio internacional.
- La actividad de las abejas depende de la calidad o categoría de la colmena. El análisis de colmenas de distinta categoría, para la variable número total de abejas que ingresaban a la colmena en un minuto, con 40 % de floración y entre las 14:00 y 15:00 horas, con temperatura de 15°C, mostró diferencias estadísticamente significativas, variando entre 39 para la colmena mala, 59 a 61 para las colmenas regulares y sobre 75 para las colmenas buenas.
- El porcentaje de participación del polen de cerezo en las muestras totales colectadas en cada predio, varió entre 9,7 y 31,5 %, con un 40 % de flor abierta. De esta forma se demostró que el cerezo para la abeja, es una especie importante durante la floración, porque la presencia de una especie vegetal mayor de 3 % del polen total, constituye una presencia significativa.

- El máximo porcentaje de polen de cerezo colectado en las colmenas de abejas, se presentó al inicio del monitoreo, cuando las colmenas estaban recién instaladas. No se observó una relación entre el porcentaje de polen colectado, la mayor floración de la especie frutal, ni la temperatura sobre 14°C.

MANZANO

Aspectos generales de la producción del manzano en Chile

El manzano (*Malus doméstica*), también pertenece a la Familia Rosaceae género **Malus**. En Chile, existe una superficie de acuerdo a CIREN, iQonsulting de 35.029 hectáreas, concentrándose el 88,07 % de la superficie entre la Región del Maule y O'Higgins. Las variedades rojas y/o bicolors son las que ocupan la mayor superficie con un 76,4 %; el resto son verdes. El rendimiento promedio por hectárea fue al año 2008 de 39.148 kilos. En Chile, las variedades más importantes de las bicolors por superficie y volumen exportado, son Gala y Fuji. En manzanas verdes es la variedad Granny Smith, representando el 41,7; 7,02 y 17,28 % respectivamente.

En manzano, las abejas son indicadas como los polinizadores más eficientes, responsabilizando a *Apis mellifera* del 90 % de su polinización cuando se cuenta con polen disponible para que se produzca la polinización cruzada (Childers, 1973). Por otra parte, la visita de las abejas no siempre asegura la polinización cruzada. Una flor de manzano requiere de aproximadamente de 68 visitas de abejas por árbol por minuto, para producir una fruta de calidad. De allí la necesidad de contar con colmenas de abejas de buena calidad y con crías abiertas, que aseguren la necesidad de búsqueda de polen por parte de las abejas pecoreadoras.

Resultados del uso de abejas, *Apis mellifera*, en la polinización y cuaja del manzano

En la **Figura 7**, se muestra que el manzano es una especie que requiere de insectos polinizadores para dar origen a frutos, porque en los cuatro predios en estudio durante la temporada 2008-2009, la cuaja en ramillas con flores expuestas fluctuó entre 25 y 66 %. Cuando las flores fueron excluidas, no cuajaron, a excepción de sólo uno de los predios que presentó un 3 % de cuaja, al mantenerse las flores excluidas. Ello probablemente es debido a que cuando se instaló el ensayo en ese predio, había más de 2 % de flor y podría haberse cerrado flores ya polinizadas. El mayor porcentaje de cuaja en los predios individualizados como INIA, podría ser explicado por el mayor número de colmenas instaladas (10 colmenas por hectárea y 8 colmenas por hectárea en el Predio Testigo).

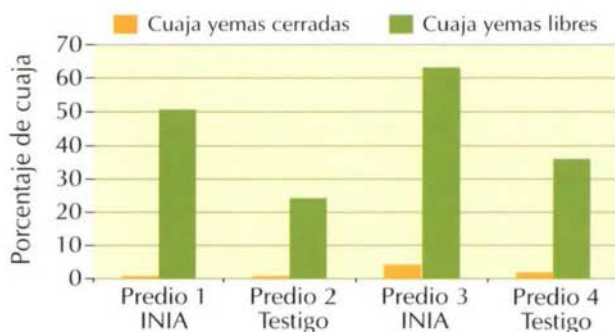


Figura 7. Porcentaje de cuaja en huertos de manzano a distancia entre 2 y 144 metros desde el apiario (Manzano variedades Royal Gala y Granny Smith, VI Región, temporada 2008-2009).

En la **Figura 8**, se muestra el número máximo de abejas/árbol por minuto, observada en los árboles de manzanos monitoreados en plena flor y en el período de mayor actividad de las abejas. En los predios con abejas mantenidos por INIA, el número de abejas por árbol fluctuó entre 10 y 12, en los predios testigo, entre 4 y 6 abejas/árbol/minuto.

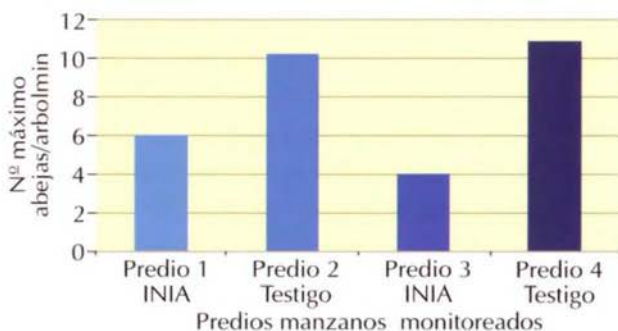


Figura 8. Número máximo de abejas observadas en un minuto por árbol de manzano, en los predios monitoreados. (VI Región, septiembre-octubre, 2008).

Internacionalmente, se señala que un buen índice de población apícola en manzano es 20-25 de abejas/árbol/minuto y un mínimo de 75 abejas entrando a la piquera/minuto.

En la **Figura 9**, se muestra que el análisis de colmenas representativas de todo el conjunto en estudio, mostró en manzano una actividad inferior a la señalada como óptima, fluctuando entre 42 y 53 abejas entrando a la piquera por minuto, en el horario observado como el de mayor actividad.

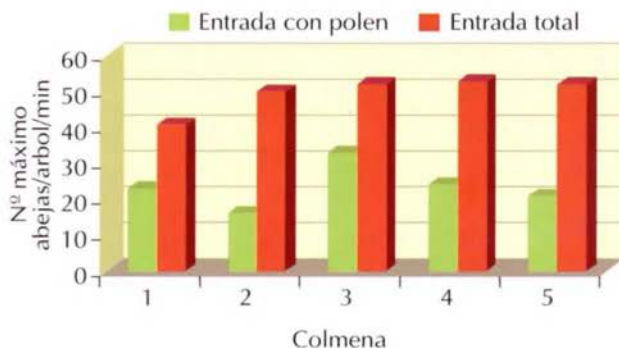


Figura 9. Número total máximo de abejas y número de abejas con polen ingresando a la piquera en un minuto en cinco colmenas representativas en los predios monitoreados en manzano. (VI Región, septiembre - octubre 2008).

Estos resultados, demuestran que tanto en los predios en los cuales se instaló las colmenas de abejas como en los predios testigo, donde el agricultor también mantenía abejas, el número de abejas por árbol, es inferior al señalado como óptimo en manzano. Una de las causas de estos resultados estaría en la calidad de las colmenas instaladas, porque como se muestra en el Capítulo II, en manzano el 90 % de las colmenas correspondió a colmenas malas.

Al comparar la actividad promedio de las abejas, en todos los predios de manzano, expresada en el número de abejas por árbol durante los distintos horarios del día (**Cuadro 5**), se observó diferencias significativas, alcanzando la mayor actividad entre las 14:00 y 16:00 horas, con un número de 7,25 a 7,75 abejas/árbol/minuto. Entre las 11:00 y las 13:00 horas, en plena floración se observó un número promedio de 3,75 a 4,92 abejas/ árbol/minuto.

Cuadro 5. Número de abejas por árbol y número de visitas en árboles de manzano los días 06 y 07 de octubre (Manzano. VI Región, 2009-2010).

Horario del día	Nº abejas/ árbol/minuto	Número flores visitadas por abeja/minuto
11:00-12:00	3,75 a	6,67 a
12:00-13:00	4,92 a	7,50 a
15:00-16:00	7,25 b	6,33 a
14:00-15:00	7,75 b	7,33 a

En relación al número de flores que visita una abeja en un minuto, se registró un total de 6,7 a 7,3 flores visitadas siendo, sin diferencias significativas en los diferentes horarios del día.

Los resultados de cuaja, obtenidos en los ensayos fueron inferiores a los reportados por Mata *et al.* (2000), quienes trabajando con la misma metodología empleada en nuestros ensayos, con la variedades Red Delicious y Golden Delicious, alcanzaron cuajas del orden de 88 y 90 % respectivamente. Coincidente fue la inferior cuaja

en aquellas yemas que se mantuvieron sin insectos polinizadores, donde alcanzaron entre 2 y 5 %, lo cual reafirma la importancia de la polinización cruzada por acción de insectos en esta especie.

Las diferencias en cuaja obtenidas en los ensayos realizados podría ser explicado, entre otras variables por:

- **Calidad de las colmenas empleadas.** La evaluación de las colmenas al inicio del ensayo mostró una calificación de regulares y malas.
- **Número de abejas por árbol por minuto.** La evaluación mostró que en los tratamientos INIA, el máximo de abejas observadas fue de 10 a 12 abejas/min/árbol y en los tratamientos Testigo, el máximo observado fue de 4 a 6 abejas/min/árbol. De acuerdo a la bibliografía, el óptimo es de 20 a 25 abejas/min/árbol.
- **Temperatura.** En el período de floración, se registraron temperaturas máxima inferiores a **14°C**, lo cual afecta la actividad de pecoreo de las abejas y por lo tanto, también la polinización.
- **Diferencia en el comportamiento de la variedad.** En el presente estudio las variedades usadas, fueron Royal Gala y Granny Smith.

Al analizar el porcentaje de cuaja, frutos totales, rendimiento total de ramilla y peso promedio de frutos, en relación a la distancia de los árboles con el apiario, no se observó diferencias significativas en ninguna de las variables en estudio en los predios, cuando el porcentaje de cuaja estuvo entre 67,18 y 74,13 %. El bajo porcentaje de frutos (4,5 a 6,1 %) (**Cuadro 6**), obtenidos por ramilla, a la cosecha con respecto al alto porcentaje de cuaja inicial, se explica por el manejo, que se le hace al manzano. Los productores, debido al alto porcentaje de frutos cuajados que normalmente se obtiene en manzano, recurren al uso de un raleador (Reginato *et al.*, 1994; 1998 y 2001). En Chile, lo generalizado es el uso de Carbaril (Cooper,

Cuadro 6. Número de abejas por árbol/min, porcentaje de cuaja, porcentaje de frutos, peso total, y peso promedio de frutos, por ramilla, de acuerdo a la distancia de los árboles (metros) desde el apiario (Manzano, VI Región, n=4; Período 2009-2010).

Distancia en metros desde la colmena	Nºabejas por árbol	Nºflores totales/ramilla	Porcentaje		Peso total(g)	Peso promedio de fruto (g)
			cuaja	frutos		
Cerca	15	160	67,18 a	6,1 a	1505 a	162,2 a
Intermedio	12	166	67,50 a	4,9 a	1059 a	138,2 a
Lejos	10	173	74,13 a	4,5 a	1163 a	146,5 a

1980; Gil, 1992 y Reginato, 2001), un insecticida registrado por el SAG (plaguicidas). Este es usado en un amplio período de tiempo, desde la caída de pétalos, hasta que los frutos tienen 20 mm (cuatro semanas después de plena flor), aunque Marshal *et al.* (1960), citado por Ebert y Bender (1986), recomiendan aplicarlo tarde en la temporada, para reducir el riesgo toxico para las abejas.

Luego del raleo, el número total de frutos obtenidos por ramilla, varió entre 8 y 10,25 con peso promedio entre 138,2 y 162,2 gramos, todos calibres comerciales de exportación, sin diferencias estadísticamente significativas entre los árboles ubicados a distinta distancia del apiario.

Estos resultados, concuerdan con lo reportado por Mata *et al* (2001), quien utilizando nueve colmenas de abejas/ha en las variedades **Golden Delicious** y **Red Delicious**, aseguraron entre un 75 y 76,5 % de fruta cuajada y de calidad.

Los resultados obtenidos en manzano, confirman lo señalado por Childers (1973) y Socias (1987), quienes afirman que *Apis mellifera*, es el polinizador más eficiente, responsabilizándola del 90 % de la polinización en manzano cuando se cuenta con polen disponible para que se produzca la polinización cruzada. Por otra parte, la

visita de las abejas no siempre asegura la polinización cruzada, debido a las características de longitud y rigidez de los estambres que pueden presentar las diversas variedades de manzana. Una flor de manzano requiere de aproximadamente 68 visitas de abejas para producir una fruta de calidad, de allí que Mayer *et al.* (1986), señale que un índice de buena población apícola es la existencia de 20-25 de abejas por árbol/minuto en días soleados (Mayer, 1992). Para ello se requiere, como ya se indicó anteriormente, que sean colmenas fuertes con entrada en la piquera con días soleados con un mínimo de 75 abejas/minuto.

En el **Cuadro 7**, se confirma que la flor de manzano es altamente atractiva para la abeja cuando la planta está en plena floración (50 %), porque del total de polen que se colectó en promedio en las colmenas en cada predio, entre 58,7 y 65,7 % correspondió a polen de manzano calificándose como polen monofloral, porque esta especie se presenta en un porcentaje superior al 50 %, de la muestra total. Otras investigaciones en Chile, realizadas por Neira *et al.* (2000), en manzanos para la variedad Liberty, mostraron la dependencia de esta especie y variedad de los agentes polinizadores para el mayor rendimiento en número y peso de frutos.

Cuadro 7. Participación porcentaje promedio de polen de Manzano en la muestra total de polen colectado por día en árboles con 50 % de plena flor, en cuatro predios (VI Región, octubre, temporada 2009-2010).

Predio	Porcentaje de participación polen de manzano
1	62,2
2	65,7
3	61,5
4	58,7

PERAL

Aspectos generales de la producción de peral en Chile

El peral, pertenece al Género *Pyrus*, Familia Rosaceae. Las dos principales especies cultivadas a nivel mundial son la Pera Europea (*Pyrus communis* L) y la Pera Asiática (*Pyrus pyrifolia*). La mayoría de las variedades de pera son autoinfértiles, por lo cual, requieren de polinización cruzada con otra variedad para que se produzca la cuaja. En Chile, la superficie de perales según el Censo Agropecuario 2007 era de 6.880 hectáreas. Dentro de esta superficie la variedad Packham's Triumph es la principal, porque es la más exportada. Le sigue en menor participación las variedades Abate Fetel, Coscia, Beurre Bosc y Forelle.

Dependiendo de las variedades, es la época de floración. Las variedades Abate Fetel, Forelle y Coscia inician su floración en septiembre y la variedad Packham's Triumph florece en octubre en la VI y VII Regiones.

La mayoría de las variedades de peras son auto infértiles y para que se produzca la cuaja requieren de la polinización cruzada con otras variedades. Las abejas son consideradas como los insectos más eficientes en la polinización del peral, a pesar que las flores de esta especie producen muy poco néctar. Las abejas se destacan como pecoreadoras colectando polen. De allí, la necesidad de que las colmenas que se empleen en este frutal contengan una adecuada presencia de crías abiertas que requieran de polen.

Resultados del uso de abejas, *Apis mellifera*, en la polinización y cuaja del peral

El primer año de evaluación (2008-2009), trabajando con la variedad Packham's Triumph y Winter Nellis, se observó (**Figura 10**), que aquellas ramillas donde las yemas estuvieron expuestas a la acción

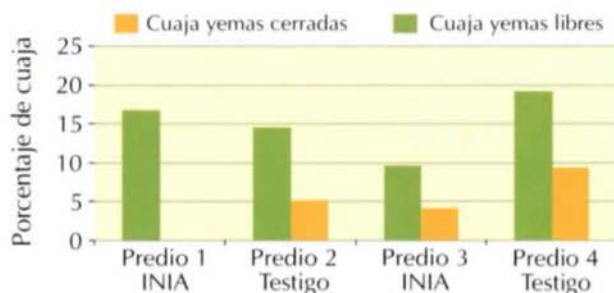


Figura 10. Porcentaje de cuaja en huertos de peral, con yemas florales libres y cerradas a la acción de las abejas.

de las abejas, presentaron una mayor cuaja que aquellas que permanecieron excluidas de las abejas. En los predios con abejas instaladas por INIA, el porcentaje de cuaja en ramillas libres fue de 16,93 % en el Predio INIA-1 y en el Predio INIA-2 fue de 9,68 %. Por otra parte, en los predios Testigo con abejas, los valores de cuaja variaron entre 19,25 y 14,62 %.

Es importante destacar que en el predio INIA-2, que presentó el más bajo porcentaje de cuaja, los árboles se encontraban rodeados de maleza, lo cual no se presentaba en el resto de los tres predios.

Benedek y Ruff (1996), citados por Dibuz *et al.* (1998), sostienen que las flores del peral son atractivas para las abejas en comparación con las flores de otros árboles frutales y de maleza que pueda crecer a su alrededor. Sin embargo, Benedek (2002), postula que existen al menos dos especies de malezas que florecen simultáneamente con el peral, tales como Diente de León (*Taraxacum officinale*) y el Quilloy-quilloy (*Stellaria media*), las que estarían compitiendo por las visitas de las abejas. Esto podría explicar la baja eficacia en cuanto a porcentaje de cuaja de las ramillas libres, dado que en el Predio INIA-2 en estudio, se encontraba presente en floración simultánea, la maleza Diente de León (**Foto 7**), durante el período de floración del peral y se observó actividad de las abejas sobre estas flores. Sin embargo, el análisis del polen colectado por las abejas en el predio no mostró la presencia de esta maleza durante plena



Foto 7. Abeja, pecoreando sobre la maleza diente de león (*Taraxacum officinalis*).

flor y si mostró presencia de polen de peral por sobre el 20 %, por debajo de *Eucalyptus* spp y de una especie de la familia Rosaceae, que compitieron con esta especie (Figura 11).

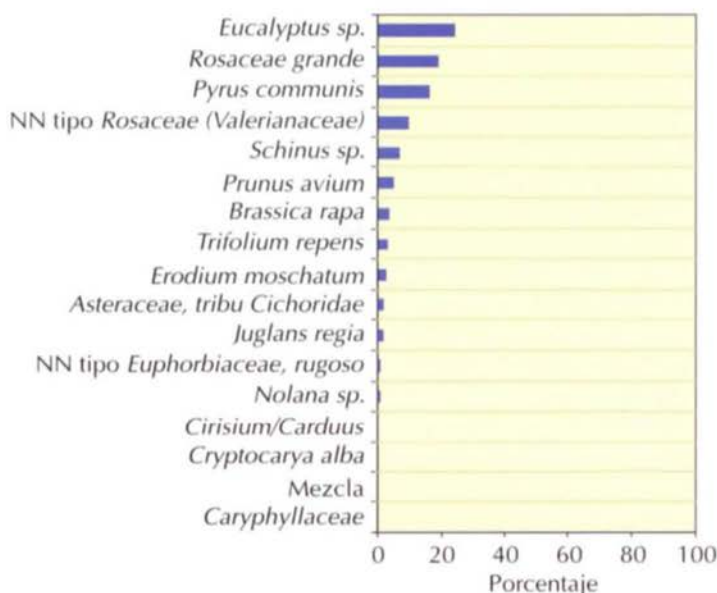


Figura 11. Distribución porcentual del polen obtenido de predio con baja cuaja en peral (VI Región, octubre, período 2008-2009).

Durante la temporada 2008-2009, la floración de los perales en los predios en estudio fue muy dispareja entre los árboles y con bajo número de inflorescencia por árbol. Por otra parte Dibuz *et al.* (1998), señala que altos porcentajes de floración por árbol y altos números de flores por inflorescencia, incrementan la densidad de flores de peral e incrementan el atractivo hacia las abejas. Además, la longevidad de las flores del peral, puede influenciar en la disponibilidad de néctar y polen para las abejas.

Según Webster (2002), para obtener un buen porcentaje de cuaja y una buena cosecha en peral europeo, se requiere de una serie de factores relacionados con la inducción floral, desarrollo de la flor, polinización y cuaja. No todas las flores que cuajan llegan con esos frutos a la cosecha. Por esto, las flores deben ser polinizadas con polen viable, el cual debe ser trasladado por un agente polinizador competente, para asegurar una cantidad de frutos adecuados en calidad y cantidad de modo de obtener buenos rendimientos.

Para evitar problemas de cuaja, no atribuibles a las abejas, durante la temporada 2009-2010, se seleccionó cuatro predios con árboles con alto porcentaje de yemas florales y de buena calidad y se decidió trabajar con distintas variedades, Forelle y Coscia (**Cuadro 8**), Abate Fetel y Coscia (**Cuadro 9**); Packham's Triumph, Beurré Bosc, Winter Nellis (**Cuadro 10**); Packham's y Winter Nellis (**Cuadro 11**), observándose una variabilidad en la cuaja dependiendo de la variedad. La variedad Abate Fetel en combinación con Coscia, fue la que presentó el me-

Cuadro 8. Número de flores totales, número de frutos totales, porcentaje de frutos y porcentaje de cuaja por tratamiento (Peral: variedad Forelle y Coscia, VI Región, temporada 2009-2010).

Árboles a distancia del apiario	Nº flores totales	Nº frutos totales	Porcentaje cuaja	Porcentaje frutos totales
Cerca	97,0 a	4,25 a	41,20 a	4,425 a
Intermedio	92,5 a	1,75 a	23,08 a	1,875 a
Lejos	93,5 a	2,00 a	36,00 a	2,425 a

Cuadro 9. Número flores totales, número frutos totales, porcentaje frutos y porcentaje de cuaja por tratamiento (Peral variedad Abate Fetel y Coscia, VI Región, temporada 2009-2010).

Árboles a distancia del apiario	Nº flores totales	Nº frutos totales	Porcentaje cuaja	Porcentaje frutos totales
Cerca	100,25 a	10,0 ab	16,38 a	9,875 ab
Intermedio	126,50 a	13,3 b	11,08 a	10,475 b
Lejos	121,25 a	7,0 a	12,90 a	5,875 a

Cuadro 10. Número flores totales, número frutos totales, porcentaje frutos y porcentaje de cuaja por tratamiento (variedades Packham's Triumph, Beurré Bosc, Winter Nellis, VI Región, temporada 2009-2010).

Árboles a distancia del apiario	Nº flores totales	Nº frutos totales	Porcentaje cuaja	Porcentaje frutos totales
Cerca	93,3 a	5,5 a	83,90 ab	5,825 a
Intermedio	83,3 a	4,0 a	95,86 b	4,975 a
Lejos	88,0 a	4,0 a	76,04 a	4,575 a

Cuadro 11. Número flores totales, número frutos totales, porcentaje frutos y porcentaje de cuaja por tratamiento (variedades Packham's Triumph y Winter Nellis VI Región, temporada 2009-2010).

Árboles a distancia del apiario	Nº flores totales	Nº frutos totales	Porcentaje cuaja	Porcentaje frutos totales
Cerca	75,00 a	8,0 a	75,80 a	11,08 a
Intermedio	87,75 a	7,0 a	69,63 a	8,23 a
Lejos	78,25 a	7,0 a	82,05 a	9,15 a

nor porcentaje de cuaja, entre 11 y 16,4 %, sin observar diferencias de acuerdo a la distancia de los árboles al apiario. La combinación de Forelle y Coscia varió entre 23,1 y 41,2 % y al igual que en las variedades anteriores, no se observó efecto de la distancia del apiario en la cuaja de los árboles. En las variedades Packham's y Winter Nellis, se determinó entre 69,6 y 81 % de cuaja, sin observarse efecto

de la distancia del apiario en la cuaja. Sólo en la combinación de las variedades Packham's Triumph, Beurré Bosc y Winter Nellis, se observó efecto de la distancia en la cuaja, visualizándose que a una distancia intermedia, correspondiente a 65 metros, se presentó el mayor porcentaje de cuaja (95,92 %) y lejos del apiario fue de 76,04 %.

En el **Cuadro 12**, se presenta la actividad de las abejas evaluadas en el número de abejas/árbol en diferentes horarios del día, considerando el período de máxima floración del peral, por variedad (Forelle y Abate Fetel, el 1 octubre; Packham's, Winter Nellis y Beurré Bosc el 7 de octubre). En tres de los predios, se determinó la mayor actividad de las abejas, en los horarios entre las 11:00 y 13:00 horas, con diferencias significativas en el horario de 10:00 a 11:00 horas. Por otra parte, el número de flores visitada por una abeja en el período de mayor actividad fluctuó entre 11,65 flores/minuto/abeja, como máximo y 4 flores/minuto/abeja como mínimo.

Cuadro 12. Número de abejas por árbol en un minuto, en plena floración, de acuerdo a las variedades (VI Región, temporada 2009-2010).

Horario del día	Número de abejas por árbol/minuto			
	Cv Forelle y Coscia	Cv Abate Fetel y Coscia	Cv Packham's Triumph; Beurré Bosc, Winter Nellis	Cv Packham's y Winter Nellis
10-11	0,50 a	0,00 a	1,92 a	8,42 a
11-12	4,33 b	3,83 b	5,06 b	5,42 a
12-13	5,75 b	4,00 b	6,00 b	5,83 a

El análisis del porcentaje de abejas que ingresaron con polen a la colmena, en los predios con las variedades Forelle y Coscia y Packham's y Winter Nellis, durante el período de máxima floración, muestra que al igual que lo que ocurre con la actividad de las abejas en los árboles de peral (número abejas/árbol/minuto y número de flores visitadas/abeja/minuto), el mayor movimiento de ingreso se produjo entre 11:00 y 13:00 horas en la mayoría de las colmenas (**Figuras 12 y 13**).

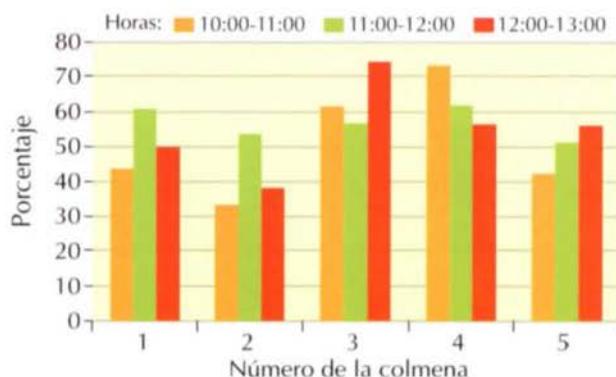


Figura 12. Porcentaje de abejas que entran con polen a la colmena, de acuerdo al horario del día (30 septiembre 2009) en peral (variedades: Forelle y Coscia VI Región, período septiembre - octubre 2009).

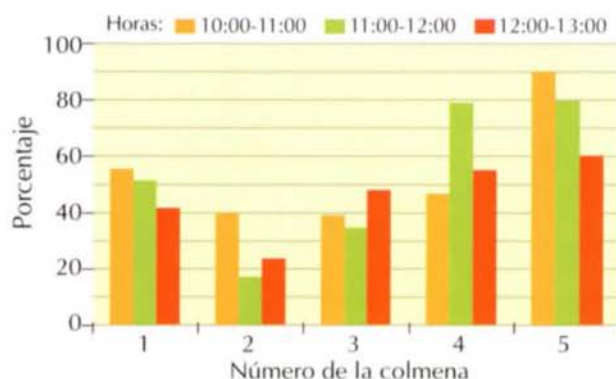


Figura 13. Porcentaje de abejas que entran con polen a la colmena, de acuerdo al horario del día (6 octubre 2009), en peral (variedades: Packham's Triumph y Winter Nellis, VI Región, período septiembre - octubre 2009).

El análisis del polen proveniente de las colmenas instaladas en los predios con perales variedades Abate Fetel - Coscia y Packham's - Winter Nellis, muestran que en ambos predios, dependiendo de la fecha y horario del día, las abejas pueden trasladar polen de diferentes orígenes botánicos, presentándose en la mayoría de los casos polen de peral (*Pyrus communis*), entre un 0,0 y 98 % del total del polen analizado (Figuras 14 y 15).

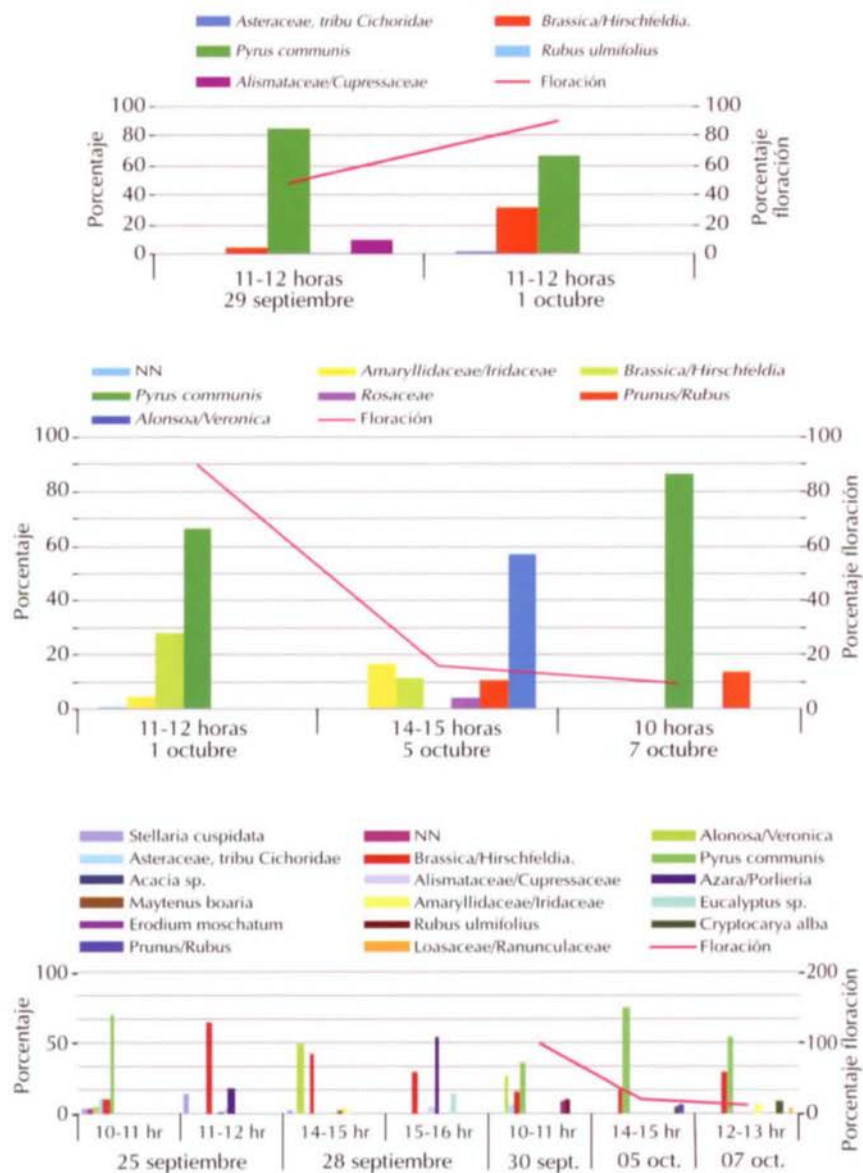


Figura14. Origen y distribución en porcentaje del polen en las muestras de tres colmenas de acuerdo a la fecha y porcentaje de floración del peral (variedades: Abate Fetel y Coscia, VI Región, período 2009-2010).

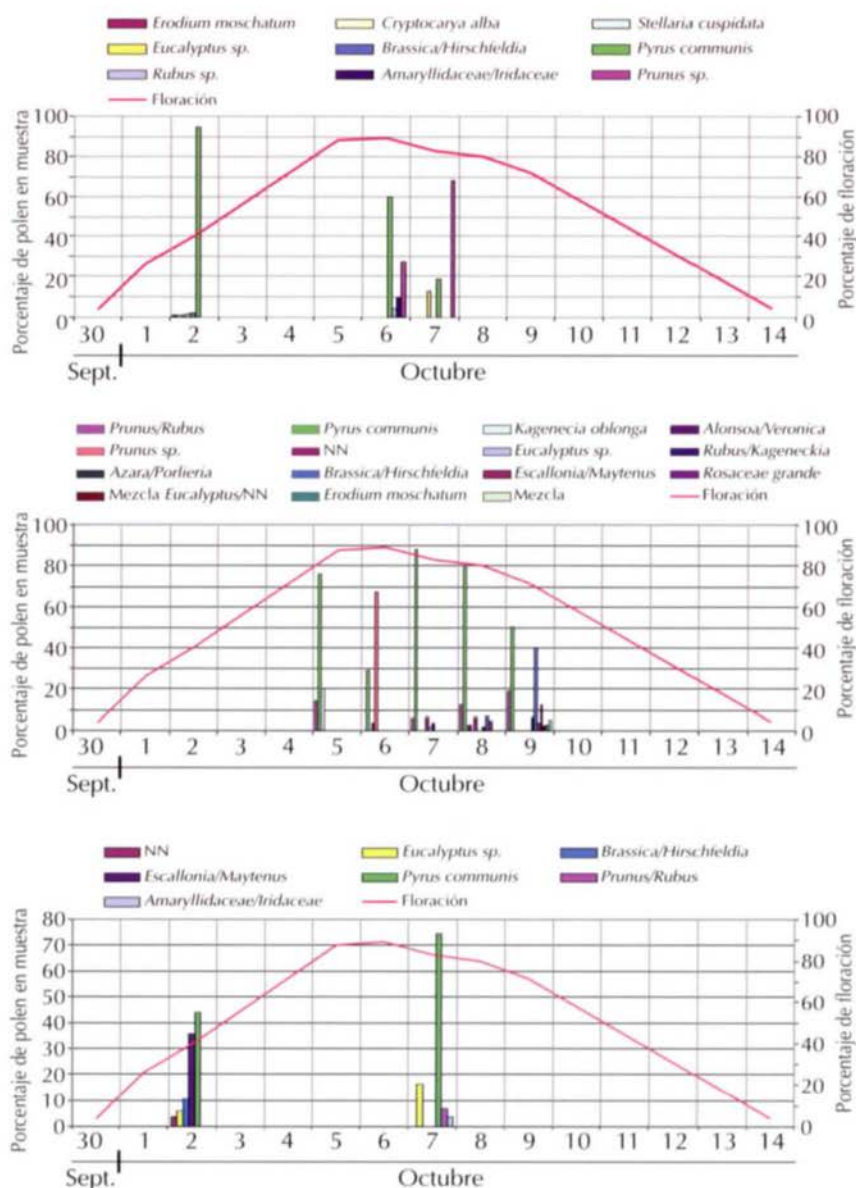


Figura15. Origen y distribución en porcentaje del polen en las muestras de tres colmenas de acuerdo a la fecha y porcentaje de floración del peral (variedades: Packham's Triumph y Winter Nellis, VI Región, temporada septiembre–octubre 2009).

CIRUELO

Aspectos generales de la producción del ciruelo en Chile

Los ciruelos, son un grupo diverso de especies del género *Prunus*, de la Familia Rosaceae, donde se destacan las especies y variedades para el consumo fresco y seco. Las tres especies más comunes de ciruelo son; el ciruelo europeo (*Prunus domestica*), el ciruelo japonés (*Prunus salicina*) y el ciruelo asiático (*Prunus simonii*). En Chile, se cultiva ciruelo europeo principalmente para deshidratado, destacándose la variedad D'Agén y el ciruelo japonés para el consumo en fresco principalmente de exportación, destacándose las variedades Santa Rosa, Larry Ann, Angeleno, El Dorado y Friar, entre otras. La superficie cultivada en Chile, según el Censo Agropecuario del 2007 ascendía a 12.894 hectáreas, de las cuales 5.886 correspondían a Ciruelo Europeo y 7.098 a Ciruelo Japonés. Las plantaciones de ambas especies se extienden desde la IV hasta la VIII Regiones, siendo las Regiones con mayor superficie, la VI y RM. Los rendimientos van de 26 a 32 ton/ha/año. La floración del ciruelo japonés se produce en el mes de agosto y la del ciruelo europeo en el mes de septiembre. En ambas especies, la mayoría de las variedades son de fertilización cruzada, por lo cual no habrá producción de frutos si la flor es polinizada por polen de la misma planta. De manera que se requiere de las abejas para que transfieran el polen de una variedad. Si bien es cierto, ambas especies necesitan de la actividad polinizadora de las abejas, son las variedades de ciruelo japonés, por la fecha en que florecen, las que requieren de especial cuidado en el período de floración, debido a lo extenso del período (12 días) y porque las temperaturas bajo 14°C pueden afectar a las abejas.

Resultados del uso de abejas, *Apis mellifera*, en la polinización y cuaja del ciruelo

La actividad de las abejas al inicio de la floración, se observó en el horario entre las 14:00 y 15:00 horas, como se muestra en la **Figura 16**, cuando la temperatura en ese horario alcanzaba los 24°C. El

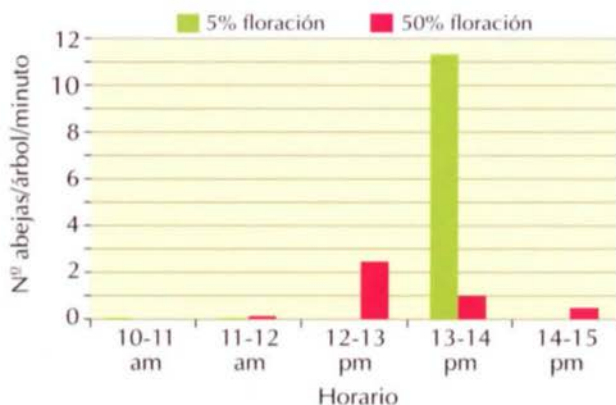


Figura 16. Número de abejas por árbol en un minuto, según el horario y el porcentaje de floración en ciruelo japonés (VI Región, período agosto–septiembre, 2009).

número de abejas observadas por árbol fue de 11,4. Sin embargo, al cabo de una semana, se verifica una menor actividad de las abejas sobre la especie objetivo, porque durante el período mayor de floración en ciruelo, se verificó la mayor actividad de las abejas al mediodía, observando un total de 2,5 abejas por árbol, con una temperatura promedio en ese horario de 14,5°C, condición que se mantuvo durante el día. Una posible explicación, además del efecto temperatura para explicar la reducción de abejas pecoreadoras podría ser, que durante el período en que permanecieron las colmenas en el predio, la empresa que prestaba el servicio de polinización realizó el proceso de formación de núcleos, reduciendo el número de abejas obreras (pecoreadoras y nodrizas) y también estados inmaduros (huevos y larvas).

Estos resultados permiten señalar, que en ciruelo japonés, que florece a fines de agosto, es muy importante considerar la irregularidad que se puede presentar con las temperaturas entre cada día, la necesidad de contar con abejas pecoreadoras desde inicios de floración para asegurar la cuaja de las primeras flores (que son como ya se ha señalado con otras especies, las que darán origen a los frutos de mejor calidad). Ello implica considerar la instalación en forma paulatina

de las colmenas en el predio, de manera de mantener independiente del porcentaje de floración, nuevas abejas pecoreadoras que mantengan la actividad sobre la planta de ciruelo, no modificar la población de abejas, mediante la formación de núcleos y mientras se mantiene el ciruelo por debajo del 50 % de floración. Esto para no afectar la actividad pecoreadora y por lo tanto polinizadora de las abejas, en ciruelo.

Al analizar en los **Cuadros 13 y 14**, el porcentaje de cuaja, y porcentaje de frutos disponibles a la cosecha, se observa, que el comportamiento en porcentaje de cuaja varía de un predio a otro, a pesar de que las colmenas, tenían características similares en cuanto a calidad de la colmena al inicio de floración. Con las variedades Angeleno (50 %) y Larry Ann (50 %), se obtuvo un porcentaje de

Cuadro 13. Número flores totales, número frutos totales, porcentaje frutos y porcentaje de cuaja por tratamiento (Ciruelo Japonés Cv: Angeleno (50 %) y Larry Ann (50 %), VI Región, temporada 2009-2010).

Árboles a distancia del apiario	Nº flores totales	Nº frutos totales	porcentaje frutos totales	porcentaje de cuaja
Cerca	153,25 a	2,75 a	1,95 a	5,225 a
Intermedio	145,75 a	10,00 b	6,70 b	12,35 b
Lejos	156,00 a	6,75 ab	4,40 b	11,625 b

Cuadro 14. Número flores totales, número frutos totales, porcentaje frutos y porcentaje de cuaja por tratamiento (Ciruelo Japonés Cv: Black Amber (50 %) y Larry Ann (50 %), VI Región, temporada 2009-2010).

Árboles a distancia del apiario	Nº flores totales	Nº frutos totales	porcentaje frutos totales	porcentaje de cuaja
Cerca	146,8 a	1,75 a	1,10 a	0,78 a
Intermedio	127,5 a	1,50 a	1,33 a	0,38 a
Lejos	132,5 a	0,00 a	0,00 a	1,38 a

cuaja entre 5,23 y 11,63 % y con la mezcla de Black Amber (50 %) y Larry Ann (50 %), un porcentaje de cuaja entre 0,78 y 1,38 %. La diferencia en porcentaje de cuaja, se podría deber a la diferencia en variedades, condiciones climáticas de la temporada y al manejo agronómico realizado en cada uno de los predios.

Por otra parte, es importante señalar que a diferencia de lo observado con otras especies frutales, en ciruelo con la variedades Angeleno (50 %) y Larry Ann (50 %), que florecen en la VI Región, durante la última semana de agosto, se determinó que los árboles a una distancia intermedia y lejana del apiario, presentaron el más alto porcentaje de cuaja y frutos totales por ramilla. Esto podría ser atribuible al efecto de abejas presentes en el vecindario.

En la **Figura 17**, se muestra la actividad de entrada de las abejas con polen y sin polen en cinco colmenas promedio, entre el 27 de agosto y 11 de septiembre (2009) y entre las 10:00 y 16:00 horas. En todas ellas, se observa actividad de ingreso de abejas con polen aún cuando las temperaturas promedio en el horario registrado, estuvieron en el rango de los 10°C.

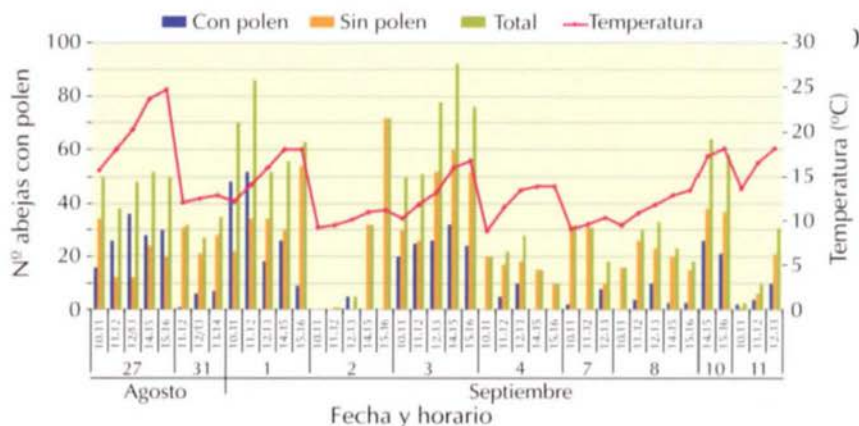


Figura 17. Número de abejas totales, con polen y sin polen que entraron en promedio en cinco colmenas ubicadas en predio (Ciruelo Japonés Cv: Angeleno (50 %) y Larry Ann (50 %), VI Región, temporada 2009-2010).

%), se evaluó la actividad de las colmenas de abejas buenas o estándar y las colmenas malas, a temperaturas de 15, 18 y 25°C. De acuerdo a ello, se determinó que las colmenas estándar siempre presentaron mayor número de abejas ingresando con polen a la colmena, de 25; 30 y 35 abejas (Figura 18) y correspondiendo a 42, 55 y 75 abejas totales a las respectivas temperaturas. Se obtuvo diferencias significativas con las colmenas malas, que a las mismas temperaturas, presentaron 3, 7 y 10 abejas con polen ingresando por minuto a la colmena, y sólo 20, 32 y 38 abejas totales, cuando los árboles estaban en plena floración. A nivel internacional, se señala que el número de abejas que asegura la cuaja en ciruelo japonés, es de 9 abejas por minuto por árbol y 52 abejas entrando por minuto a la colmena a una temperatura de 20°C. De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo descrito, las colmenas estándar o buenas en ciruelo japonés son las que aseguran la cuaja, en una especie frutal de floración tan temprana, a fines de invierno.

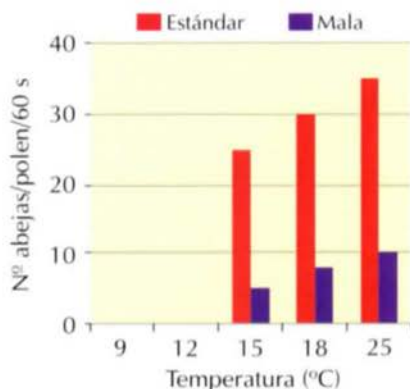


Figura 18. Comparación de la actividad de pecoreo de polen, de abejas provenientes de colmenas estándar y malas en distintas condiciones de temperatura (Ciruelo Japonés Cv: Angeleno (50 %) y Larry Ann (50 %), VI Región, período 2009-2010).

Por otra parte, el análisis del origen botánico del polen analizado en colmenas instaladas en ciruelo, en combinación de variedades, muestra a la abeja como un importante agente polinizador. Ello, porque del total de polen que se colectó en promedio en las colmenas en cada predio, entre 19,4 % y 48,7 % correspondió a polen de ciruelo calificándose como polen bifloral, porque al menos el 50 % de los cúmulos corbiculares pertenecen a dos especies vegetales, con una diferencia no mayor al 5 % entre ellos. En este análisis, el otro polen determinado sobre el 30 % fue de Brassicaceae.

KIWI

Aspectos generales de la producción de kiwi en Chile

El kiwi, *Actinidia deliciosa*, ocupa en Chile una superficie cultivada de 9.937,04 hectáreas. Las plantaciones de kiwi, se extienden desde la Región de Coquimbo hasta la Región de Los Lagos, concentrándose en las Regiones de O'Higgins y del Maule (Censo Agropecuario, 2007).

La variedad más cultivada en el mundo y en Chile es Hayward, que florece dependiendo de las regiones de Chile y de la temporada, desde la última semana de octubre en la V Región a la primera semana de noviembre en la VI y VII Regiones.

El kiwi es una planta dioica, lo cual significa que existen plantas macho que son las que presentan flores estaminadas y producen el polen y plantas hembras con flores pistiladas, que son las que producen los frutos. Las flores hembras también presentan estambres, pero su polen no es viable (**Fotos 8 y 9**). Ninguno de los dos tipos de flores produce néctar. La fecundación de las flores femeninas es fundamental para la cuaja y la producción de frutos. Existe una gran



Foto 8. Flor de kiwi hembra mostrando los pistilos (flecha verde) y los estambres (roja).



Foto 9.
Flor de kiwi
macho con
los estambres.

correlación entre la formación de semillas, el calibre de la fruta y la reducción de frutos deformes. Se ha determinado que se requieren al menos 1.000 semillas para obtener un calibre exportable y con una forma adecuada. Esto significa que como mínimo por flor deben llegar 1.000 granos de polen proveniente de la flor macho, la cual posee 150 estambres con una producción de 2,5 millones de granos. El período de floración es de muy pocos días, la flor femenina permanece como máximo 10 días receptiva y la de macho tres días desde su apertura. Por otra parte, al igual que lo ocurre con otras especies frutales, las primeras flores femeninas son las que dan origen a los mejores frutos. Por ello, es muy importante, además de hacer coincidir la floración de la planta polinizante con la planta hembra, disponer de las abejas pecoreadoras y de crías abiertas requiriendo polen, para tener éxito en la cuaja y producción de frutos exportables.

Resultados del uso de abejas, *Apis mellifera*, en la polinización y cuaja del kiwi

En kiwi, se trabajó al igual que con las otras especies frutícolas descritas anteriormente, con tres tratamientos que correspondió a distancia de las flores desde el apiario y con cuatro repeticiones, de cuatro plantas cada una, con un total de 16 plantas por tratamiento (Fotos 10 y 11).



Fotos 10. Colmenas de abejas en kiwi.



Foto 11. Flores marcadas.

Se evaluó actividad de las abejas, porcentaje de floración, cuaja de frutos, peso total de frutos a la cosecha y distribución de calibres a la cosecha.

En cada árbol se marcó 200 botones florales, con una cantidad de ramillas que varió entre 5 y 20 ramillas por árbol. Para contabilizar un total de 200 flores, todas las ramillas quedaron libres y estuvieron sometidas a la acción de las abejas.

En la **Figura 19**, se observa, que en plena floración de la flor hembra y macho, el número de abejas que ingresó a cada colmena varió entre 45 y 75 abejas por minuto, fluctuando el número de abejas

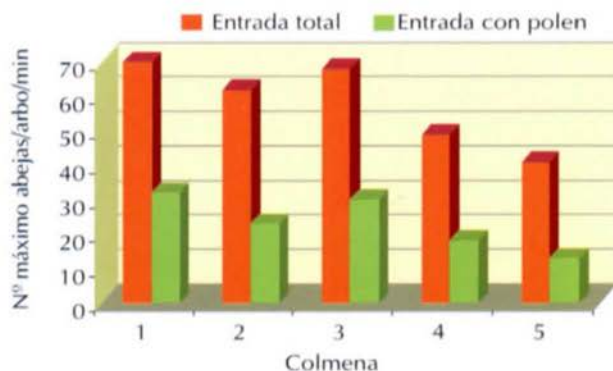


Figura 19. Número total máximo de abejas y número de abejas con polen ingresando a la piquera en un minuto en cinco colmenas representativas en los predios monitoreados en kiwi (VI Región, noviembre, 2008).

que ingresó a la colmena entre 15 y 38 abejas/minuto. Es importante señalar, que el estándar internacional señala un número mínimo de 30 abejas entrando a la colmena con polen al medio día, lo cual fue superado por el 60 % de las colmenas que se mantenían en el predio.

Por otra parte en la **Figura 20**, se puede observar la actividad de las abejas al mediodía en el árbol con flores hembras dependiendo de la floración. Cuando se presentó el 85,9 % de las flores hembras abiertas, se determinó un número de 68 abejas/minuto/1.000 flores superando el estándar internacional que señala un mínimo de 20 abejas/minuto en 1.000 flores.

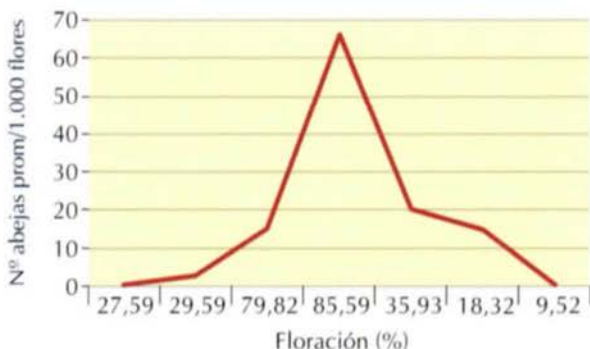


Figura 20. Número de abejas promedio, presentes en 1.000 flores femeninas/minuto, de acuerdo al porcentaje de floración en kiwi variedad Hayward (VI Región, noviembre, 2008).

En el Capítulo II de este Boletín, se indicó que en ambas temporadas en la VI Región y en una temporada en la V Región durante aproximadamente tres días, las floración de las plantas hembra coincide con la de plantas machos. La actividad polinizadora de las abejas evaluada como porcentaje de polen transportado por la abeja a la colmena, mostró colecta de polen de hembra inferior a 10 % y de machos entre un 60 y 83 %.

En la **Figura 21**, se muestra que en general se observó una disminución de la actividad de la abeja trasladando polen en el horario de la tarde (a las 14:00 horas), con respecto al horario de la mañana (10:00 horas), en relación al porcentaje de abejas que entran con polen de kiwi. Probablemente, este resultado se deba al aumento de la temperatura durante la tarde, condición que disminuye el contenido de humedad del polen del kiwi, dificultando el proceso de extracción de polen desde la flor. Además, se observa que existe un aumento de polen de especies aleatorias a medida que pasan días desde la instalación de las colmenas (**Figura 22**), principalmente del complejo Brassicas/Hirschfeldia. Estos resultados confirman, la importancia de instalar las colmenas cuando se inicia la floración de las plantas hembras y machos para asegurar la cuaja de las primeras flores de kiwi. Esto confirma lo señalado por Kulczewski (2004), que experiencias con trampas de polen y controles de ingreso de

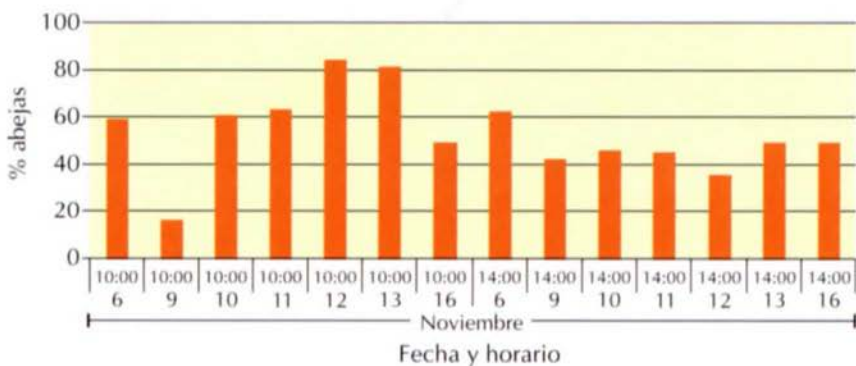


Figura 21. Porcentaje de abejas que entran a la colmena con polen de kiwi, de acuerdo a la fecha y horario (V Región, noviembre 2009).

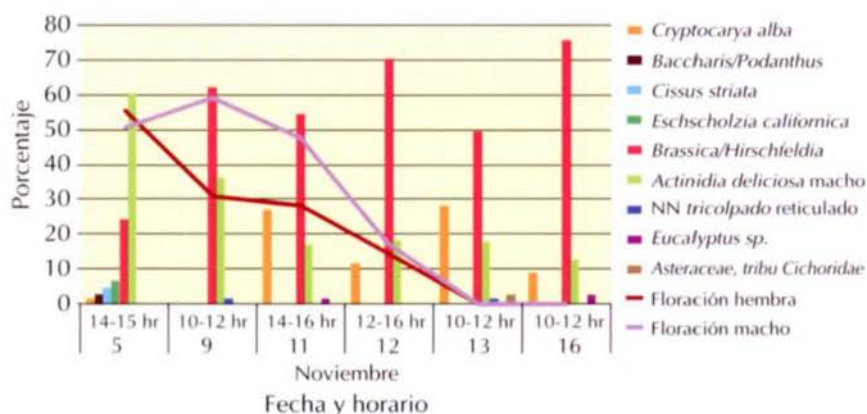


Figura 22. Origen y distribución del porcentaje de polen (Kiwi, V Región, noviembre 2009).

abejas con polen de kiwi, han demostrado que generalmente sólo trabajan los primeros 3 días en la plantación de kiwi y luego se trasladan a otras fuentes de néctar y polen más atractivas. Esto es particularmente importante en temporadas con mayor competencia de flora silvestre o malezas, con floración extendida y donde se ha usado Cianamida Hidrogenada en distintas fechas para escalonar labores en plantaciones grandes. Es por ello, que Kulczewski (2004), señala que debiera entonces realizarse al menos un ingreso por cada fecha de aplicación de Cianamida Hidrogenada y dos ingresos en la última fecha.

En la **Figura 23**, se demuestra la importancia que tiene la abeja en la polinización de kiwi y el número de visitas que realiza sobre la flor, porque con sólo visitas al producirse la floración, el porcentaje de cuaja es significativamente menor al comparar flores libres con flores excluidas después de 24 horas de exposición a los insectos, viento y polen de flores machos (**Foto 12**). Ello confirma que la flor de kiwi necesita de varios granos de polen para fertilizar los óvulos presentes en el fruto y que darán origen a las semillas (Palmer-Jones & Clinch, 1974; Hopping, 1979; Jay & Jay 1984; Testolin *et al.*, 1991; Costa *et al.*, 1993; Vaissiere *et al.*, 1996 y Howpage, 2001).

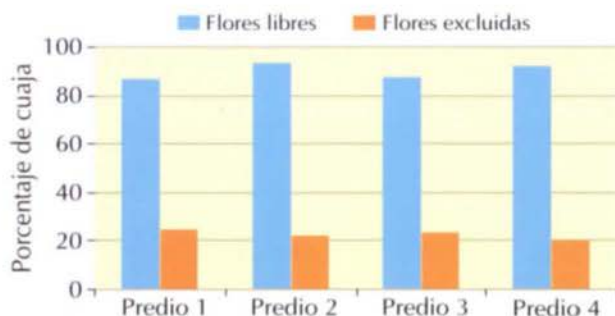


Figura 23. Comparación del porcentaje de cuaja en flores hembras de kiwi, expuestas a la acción de abejas y otros insectos y flores que después de un día de abiertas fueron excluidas de la acción de insectos (Kiwi ,VI y V Regiones, período 2009-2010).



Foto 12. Flores de kiwi hembra excluidas después de 24 horas de abiertas (V Región, temporada 2009-2010).

En el **Cuadro 15**, se observa que en predios representativos de la V y VI Regiones, se presentó entre 81,6 y 96 % de cuaja de frutos, sin observarse diferencias entre los árboles respecto a la distancia de los árboles a la colmena, dentro del rango de los 124 metros. Dado

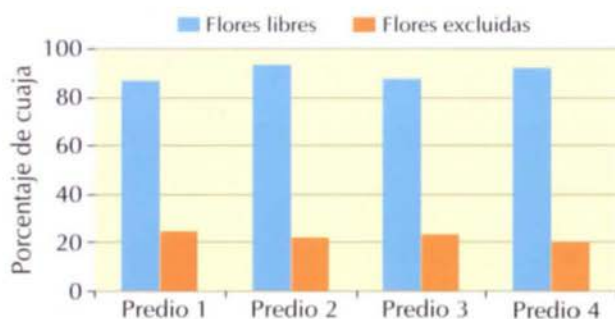


Figura 23. Comparación del porcentaje de cuaja en flores hembras de kiwi, expuestas a la acción de abejas y otros insectos y flores que después de un día de abiertas fueron excluidas de la acción de insectos (Kiwi ,VI y V Regiones, período 2009-2010).



Foto 12. Flores de kiwi hembra excluidas después de 24 horas de abiertas (V Región, temporada 2009-2010).

En el **Cuadro 15**, se observa que en predios representativos de la V y VI Regiones, se presentó entre 81,6 y 96 % de cuaja de frutos, sin observarse diferencias entre los árboles respecto a la distancia de los árboles a la colmena, dentro del rango de los 124 metros. Dado

Cuadro 15. Porcentaje de cuaja y peso promedio de frutos de acuerdo a distancia de los árboles de la colmena, en predios de la V y VI Regiones. (Temporada 2009-2010).

Distancia de colmena a plantas de kiwi (mts)	Porcentaje cuaja VI Región	Porcentaje cuaja V Región	Peso de frutos (g) Predio VI Región	Peso de frutos (g) Predio V Región
4	96,0 a	91,0 a	93,0 a	109,5 a
64	92,3 a	87,4 a	92,3 a	97,3 b
124	91,8 a	81,6 a	86,9 a	88,6 b

el alto porcentaje de cuaja de frutos, los agricultores como práctica habitual, realizan un raleo de éstos, dejando en la ramilla aquellos de mejor forma y ubicación.

Cuando se produce una adecuada polinización, los frutos presentan la forma propia del fruto de kiwi sin deformaciones, porque sus óvulos están todos fecundados. Por lo tanto, existe suficiente disponibilidad de nutrientes en el fruto por la demanda de las semillas y alcanzando además mayor tamaño, que es lo que se espera en kiwi para que el fruto sea exportable. Es decir, con calibre entre 20 y 40, para envases de 3,2 kilos.

También en el Cuadro 15, se muestra que en predios de la V Región, el mayor rendimiento y calidad de frutos se obtuvo en aquellos árboles más cercanos a las colmenas, verificándose diferencias significativas.

En los predios evaluados en la VI Región, no se observó diferencias en peso de los frutos entre los árboles evaluados cerca, intermedio y lejos de la colmena.

En resumen, el uso de 12 colmenas por hectárea en kiwi, la verificación del ingreso de 30 abejas con polen de kiwi/minuto y un número mínimo de 20 abejas por 1.000 flores hembras, en plena floración entre las 10:00 y las 12:00 horas y con temperatura sobre 15°C, permite obtener sobre el 81,6 % de cuaja y un peso promedio de frutos, en árboles cercano al apiario, entre 93 g (Calibre 33) y 109,5g (Calibre 30) y en árboles lejos del apiario entre 86,9 (Calibre 39) y 88,9g (Calibre 36).

ACTIVIDAD POLINIZADORA DE LAS ABEJAS EN PALTO (*Persea americana*)

Fernando Rodríguez A.
Biólogo Magister en Ecología
INIA La Cruz

Felipe Mancilla M.
Ing. Agr. Apicultor.
INIA La Cruz

INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro país es uno de los principales productores y exportadores de palta a nivel mundial. Posee alrededor de 35.000 hectáreas plantadas con esta especie, ubicadas desde la Región de Coquimbo hasta la de O'Higgins, concentradas principalmente en la de Valparaíso. Por su parte, la variedad más importante es la "Hass", seguida por otras variedades de menor importancia comercial que son usadas principalmente como polinizantes. Entre estas podemos mencionar las variedades Edranol, Bacon y Zutano.

La productividad del palto es altamente dependiente de variables ambientales como el clima (temperatura, humedad, radiación, pluviometría), suelo (porosidad, estructura, pH, química, etc.) y manejos. Los resultados de numerosos estudios realizados en diferentes zonas agroclimáticas muestran que existen diferencias importantes en la biología reproductiva de la especie, en particular con el complejo proceso de polinización que difiere si el cultivo se encuentra en los trópicos o en climas más templados. Estudios realizados en México indican que aunque existe una amplia variedad de insectos polinizadores que han evolucionado juntos con el palto, no obstante, actualmente la abeja de miel (*Apis mellifera*), que es de origen europeo, es la especie más abundante durante todo el período de floración y el principal polinizador de los huertos comerciales (Castañeda-Vildózola *et al.*, 1999).

En el este Capítulo, se presentan los resultados obtenidos de las actividades en el proyecto desarrolladas entre las temporadas 2008 a 2010, en la Región de Valparaíso.

1. CUANTIFICACIÓN DE PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO

Para determinar el efecto de la distancia de las colmenas sobre la carga frutal, rendimiento y calibre, fueron realizadas dos evaluaciones en un predio, localizado en la provincia de Quillota. Estas evaluaciones se efectuaron durante las temporadas 2008/2009 y 2009/2010, realizándose en época de cosecha comercial, lo cual permitió tener información parcial y acumulada en el tiempo. La información recopilada durante los dos períodos, permite observar la real productividad del huerto, que muestra el efecto del añerismo del predio.

Al tiempo de cosecha, la fruta de cada repetición fue colectada, contada y pesada. Cada tratamiento correspondió a una distancia previamente determinada de localización de la colmena, en relación con el árbol a evaluar o polinizar, correspondiendo a 10, 50 y 140 metros de distancia de las colmenas.

Al analizar la relación existente entre la distancia de la colmena y la cantidad de frutos obtenidos, no fue posible detectar diferencias significativas tanto en forma parcial en las temporadas de estudio, como en forma acumulada (**Figura 1**). No obstante, es posible observar que existe un notable aumento en la producción durante la segunda temporada. Junto con ello, aunque la mayor cantidad de frutos se obtiene en forma acumulada cuando la distancia de la colmena es de 140 m, donde se alcanza en promedio los 200 frutos/árbol, no es estadísticamente diferente, debido a la alta variabilidad de la muestra poblacional. Del mismo modo, se puede ver que a los 50 m en la primera temporada, se tiene la menor cantidad estimada

(19 frutos/árbol). Sin embargo, durante la segunda temporada, se presentó la mayor cantidad de frutos (165 frutos/árbol).

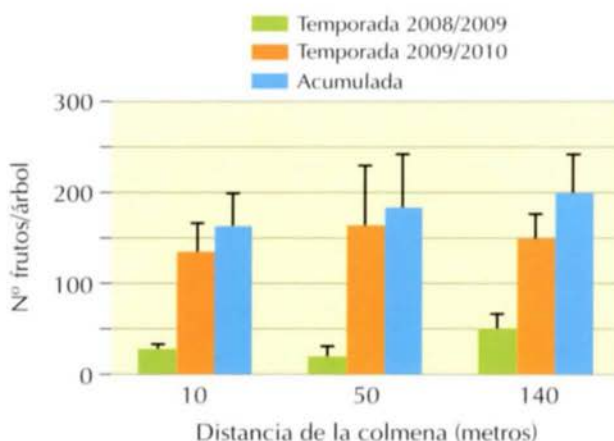


Figura 1. Relación entre distancia de la colmena y cantidad de fruta obtenida durante las temporadas 2008/2009, 2009/2010 y acumulada en ambos períodos. (Quillota, Región de Valparaíso).

En la **Figura 2**, se muestra los resultados obtenidos al relacionar distancia de colmena y rendimiento. Al igual que al analizar el efecto de la distancia sobre la cantidad de fruta, no fue posible observar diferencias significativas en ninguna de las temporadas, ni en forma acumulada. Del mismo modo, se observó que en la primera temporada el menor rendimiento, se obtuvo cuando se analizó la productividad en una distancia intermedia de la colmena (50 m), con 4,7 kg/árbol. Durante la temporada siguiente, los resultados que se obtuvieron derivaron en el más productivo (39 kg/árbol). Finalmente, en forma acumulada, a mayor distancia de la colmena se alcanzó el mayor valor estimado, lo cual correspondió a 45 kg/árbol.

Al observar el efecto de la polinización sobre el calibre (**Figura 3**), se obtuvo que aún cuando no se detectó diferencias entre los tratamientos, a menor distancia se obtuvo los mayores calibres tanto en

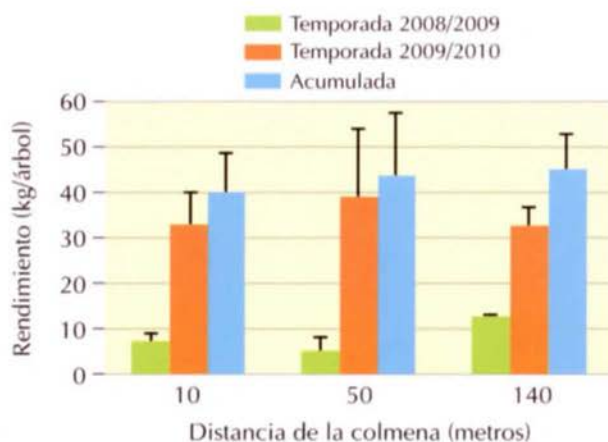


Figura 2. Relación entre distancia de colmena y rendimiento de fruta obtenida durante las temporadas 2008/2009, 2009/2010 y acumulada en ambos períodos. (Quillota, Región de Valparaíso).

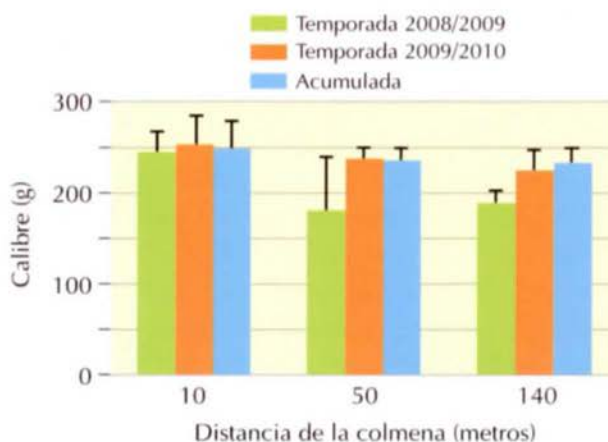


Figura 3. Relación entre distancia de la colmena y calibre obtenido durante las temporadas 2008/2009, 2009/2010 y acumulada en ambos períodos. (Quillota, Región de Valparaíso).

la primera temporada (244 g), como la segunda (253 g), así como en forma acumulada (249 g). Por el contrario, en el tratamiento de los 50 m, durante la primera temporada, se encontraron los calibres

más bajos, con 179 g y durante la segunda evaluación y en forma acumulada, los menores estuvieron los 140 m, con 224 y 233 g, respectivamente.

No obstante lo anterior, durante la segunda temporada y en forma acumulada, en todos los tratamientos se obtuvo en promedio paltas con categoría de “primera”. Sin embargo, durante la primera medición se alcanzó esta denominación sólo en el tratamiento cuyas colmenas estuvieron localizadas a 10 m.

Estos resultados no fueron concluyentes en determinar que existió un efecto directo entre la distancia a la cual se colocan las colmenas y la productividad. Uno de los factores que puede incidir en los resultados obtenidos, está referido a una posible diferencia en vigor, pues un árbol muy vigoroso tiene una alta cuaja, pero con ello una gran competencia y caída de fruta. Por ende, existe una mejor repartición de los fotosintatos, lo cual deriva en menor producción, pero con mayores calibres. Esto también estaría influenciando la producción siguiente, debido a que la intensidad de floración se encuentra determinada por la carga frutal de la temporada anterior, al ser inversamente proporcional al número de frutos presentes (Saieg, 2006).

2. ESTIMACIÓN DE CARGA FLORAL

La estimación de la carga floral se realizó observando el número de panículas presentes en cada árbol. Debido a la aleatorización de la muestra seleccionada, la carga floral dentro de éstos fue distinta por lo cual se les clasificó, en árboles con Baja, Media y Alta, carga floral (**Cuadro 1**), tal como se presenta a continuación:

Cuadro 1. Estimación de carga floral en palto/árbol.

Número de panículas floral	Nivel de carga
< 40	Bajo
40 – 60	Medio
> 60	Alto

En la **Figura 4**, es posible ver que en general existe un marcado efecto del añerismo sobre la carga floral, independiente de la localización o distancia de la colmena. Vale decir, árboles que tuvieron un nivel de floración alto (*año off*), al año siguiente manifestaron una baja floración (*año on*), comportamiento que se expresó en el 83,3 % de las plantas analizadas.

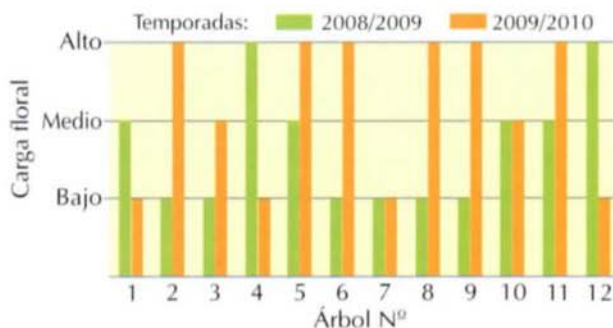


Figura 4. Carga floral obtenida durante las temporadas 2008/2009 y 2009/2010. (Quillota, Región de Valparaíso).

3. RELACIÓN CARGA FLORAL/FRUTAL

Con el objetivo de determinar el porcentaje de flores de una temporada que finalmente llega a fruto cosechado, el año 2008 se cuantificó las flores que poseían los árboles pertenecientes a cada uno de los tratamientos y se correlacionó con la producción de la temporada siguiente (año 2009).

El proceso de estimación de la cantidad de flores de los árboles, básicamente consistió en recolectar las caídas por medio de una malla colocada bajo la copa, para luego deshidratarlas y pesarlas. Conociendo el peso de una muestra con determinado número de flores, se logró estimar la cantidad total de flores de cada árbol. Luego, al pesar y contar los frutos cosechados de la temporada siguiente, se estimó el número de flores, lo cual se relacionó con los frutos terminados (cosechados).

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible señalar que no existe una relación directa entre el número de flores y el número de frutos cosechados (**Figura 5**). Sedgley (1980), señaló que el palto produce un gran número de flores, pero que sólo una pequeña proporción cuaja y llega a fruta madura. Los resultados obtenidos se asemejan con lo indicado también por Blumenfeld y Gazit (1974), quienes mencionan que la cantidad de fruta cuajada corresponde a menos del 0,1% de las flores, siendo similar a lo obtenido por Tapia (1993), quien estimó un porcentaje de cuaja del 0,2 %.

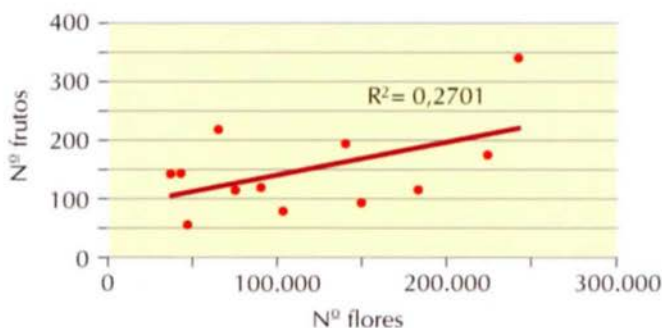


Figura 5. Relación entre el número de flores del año 2008 y el número de frutos del 2009. (Quillota, Región de Valparaíso).

4. COMPORTAMIENTO DE APERTURA FLORAL

El palto, a pesar de ser una especie autocompatible, tiene un complejo comportamiento de apertura floral que dificulta la auto-polinización. Este mecanismo de apertura floral, se denomina "dicogamia del tipo protogínea con sincronización diurna" y se caracteriza por una doble apertura de la flor, donde la primera apertura se produce en estado femenino con estigmas receptivos y anteras indehiscuentes, para luego cerrar y abrir nuevamente al día siguiente en estado masculino, presentando anteras dehiscentes y estigmas senescentes (Vrecenar - Gadus y Ellstrand, 1985). Según el comportamiento de apertura floral, Peterson (1956), determinó que los cultivares de

palto se clasifican en dos tipos, A y B. Los cultivares tipo A, abren sus flores en estado femenino por la mañana del día uno, cerrando al medio día, para abrir por segunda vez, en estado masculino, durante la tarde del día dos. Los cultivares del tipo B abren sus flores en estado femenino en la tarde del día uno, cierran al anochecer, y abren nuevamente en estado masculino por la mañana del día siguiente.

El comportamiento de apertura floral del palto descrito anteriormente, sufre variaciones en las distintas áreas de cultivo, pues se ha determinado que existe una alta influencia del régimen térmico imperante en la zona donde se encuentre el huerto.

Por lo tanto, este comportamiento de apertura floral, podría dar diferentes oportunidades para lograr la polinización de flores. Para observar esto, se llevó a cabo un seguimiento en variedad Hass, en el fundo "Las Cruzadas", localizado en la provincia de Quillota. El período de estudio fue desde el 06 de octubre hasta el 05 de noviembre del 2009, manteniendo en cada fecha un registro diario tanto de la flor misma, como de la temperatura.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas, en las Figuras 6 a la 9, se presentan los resultados más representativos de esta temática de estudio.

En la **Figura 6**, se observa que, hasta las 11:30 AM, existe sólo apertura de flores masculinas, las que posteriormente se traslapan con las femeninas, cuando alcanzan una temperatura de 25,4°C. Una vez que asciende a 26°C, se registran exclusivamente apertura de flores femeninas, para finalizar el día al estado masculino, el que se manifiesta una vez que descienden de los 23°C.

Por su parte, en la **Figura 7**, es posible observar una temperatura máxima de 18,7°C a las 10 AM y que con posterioridad a ello, se mantuvo con escasa variación, fluctuando entre 11,7 (tª mín) y

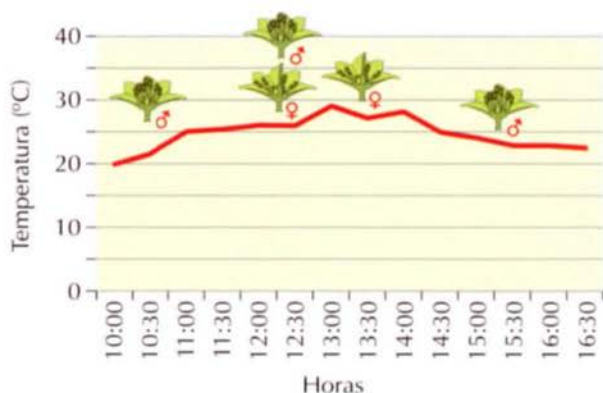


Figura 6. Comportamiento floral en relación con la temperatura, registrado el 06 de octubre de 2009. (Quillota, Región de Valparaíso).

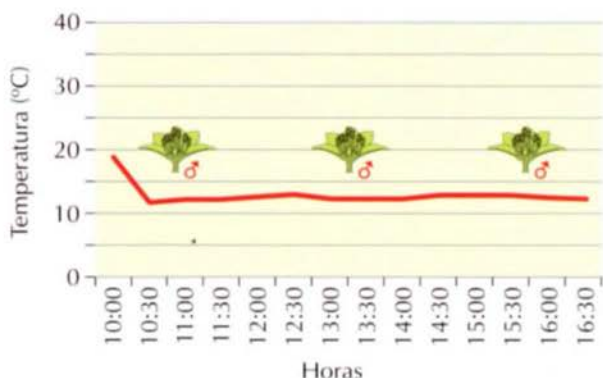


Figura 7. Comportamiento floral en relación con la temperatura, registrado el 13 de octubre de 2009. (Quillota, Región de Valparaíso).

12,9°C. Esto incidió en que no fuese posible la expresión de flores femeninas, observándose sólo flores masculinas durante todo el día. Si bien este comportamiento podría ser explicado directamente como efecto de la temperatura, en la **Figura 8** se aprecia que no existe apertura floral de ningún tipo hasta las 14 hrs, aún cuando el rango que se detectó entre 15,2 y 28°C. A continuación, momento en que se registraron 28,8°C, fue posible ver flores femeninas. La

presencia de este último tipo de flores ocurrió sólo durante un par de horas, porque una vez que se alcanza los 30°C, se cierran para manifestarse únicamente como flores masculinas.

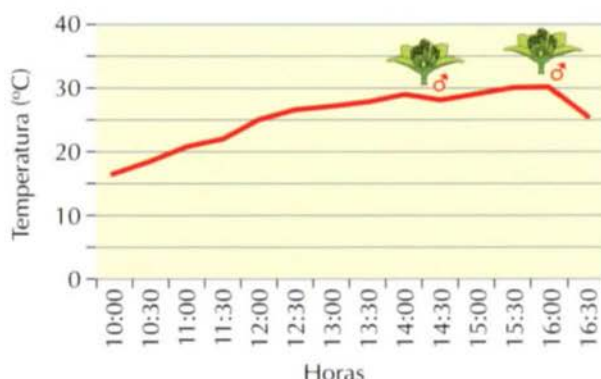


Figura 8. Comportamiento floral en relación con la temperatura, registrado el 19 de octubre de 2009. (Quillota, Región de Valparaíso).

Del mismo modo, se puede ver en la **Figura 9** que durante la mañana y hasta las 13:30 horas (17,5°C), existe exclusivamente apertura masculina. Casi no se visualiza traslape de estados, por lo cual posteriormente prevalecen flores femeninas en un rango de temperatura que fluctúa entre 16,9 y 21,3°C.

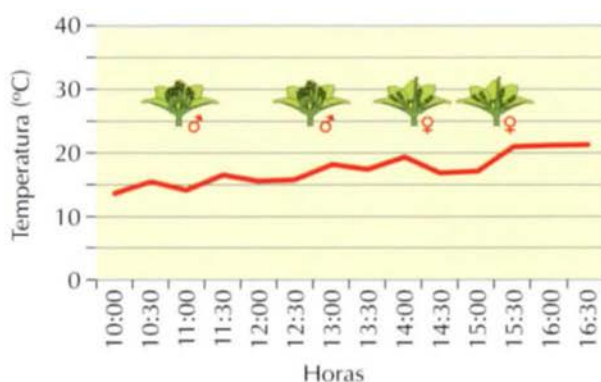


Figura 9. Comportamiento floral en relación con la temperatura, registrado el 02 de noviembre de 2009. (Quillota, Región de Valparaíso).

Calabrese (1992), señala que los cambios de estado en la flor del palto se encuentran regulados por las temperaturas ambientales. Cuando la temperatura oscila entre los 25°C durante el día y por la noche no desciende bajo los 16°C, la flor se comporta en estado femenino en la mañana del día 1 y apertura en estado masculino por la tarde del día 2. Con días nublados o fríos, cuando la temperatura se mantiene por debajo de los 21°C, el comportamiento floral por la mañana es exactamente inverso, el polen es liberado por la mañana y la parte femenina se presenta por la tarde. Esto concuerda con la mayoría de las mediciones efectuadas, donde se presenta casi en forma exclusiva como masculina. Por su parte, se ha demostrado que en días fríos, las fases de la mañana son retrasadas hasta la tarde, las fases de la tarde aparecen durante la mañana siguiente y el curso completo se vuelve a “un ritmo de floración opuesta” (Segley y Grant, 2003; Davenport, 1986).

En la mayoría de los días de observación, el período de apertura floral en estado femenino se produjo durante la tarde, con una duración aproximada de 4 a 5 horas. Al respecto, Ish-Am (1992), señala que los tiempos de las fases diarias de floración están altamente correlacionados con el promedio de temperaturas diarias. De producirse un decrecimiento de 1°C en el promedio de temperaturas diarias, se retrasan los tiempos de floración de 30 a 60 minutos.

En forma ocasional es posible observar el traslape de estados. Sin embargo, la cantidad de flores cuando ocurre es baja. Esta situación fue descrita por Sedgley y Grant (1983), quienes señalaron que las fluctuaciones en la temperatura pueden causar traslape de las fases masculina y femeninas dentro de la canopia, lo cual permitiría que ocurra polinización cercana.

Las flores masculinas durante la mañana generalmente presentaban sus estigmas sin signos de senescencia, se observaban blancos, húmedos y turgentes. Si los estigmas persisten viables durante la apertura masculina, se generaría una posibilidad de autopolinización (Davenport *et al.*, 1994).

A modo general, este estudio no mostró un patrón de comportamiento de cultivares tipo A, pues prácticamente en todas las mediciones, la apertura se inició al estado masculino y las femeninas se presentaron en un escaso tiempo del día. García (1997), también detectó diferencias, registrando la presencia de ambos estados sexuales durante todo el día.

De acuerdo a la información recopilada en este proyecto, es posible señalar que podrían existir otros factores que incidirían en el comportamiento floral en la variedad Hass, tales como la radiación o la posibilidad que exista una influencia dominada por la interacción de varios factores.

5. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LAS COLMENAS

Según Ish Am (1995), la densidad de abejas sobre un árbol está positivamente correlacionada con la tasa de polinización y fertilización de las flores. De esta forma, menciona que con una densidad de abejas sobre 20 por árbol, se obtiene altas tasas de fertilización.

Siendo importante el número de colmenas por hectárea utilizadas, la "calidad" de las colmenas que se utiliza es otro factor relevante. En nuestro país, no existen normas oficiales que determinen la composición de las colmenas utilizadas para prestar servicios de polinización, pudiéndose encontrar entre los huertos algunas que difieran significativamente en su nivel de población de abejas adultas, cría y reserva de alimentos.

Para determinar la actividad polinizadora de las colmenas de acuerdo a su tipo, fueron instaladas en predio de Quillota, cinco colmenas que cumplían con el protocolo neozelandés y en un huerto de paltos de comuna La Cruz, otras cinco de tipo convencional que se adquieren como prestación de este servicio en la zona. Durante la floración,

se evaluó el nivel poblacional, reserva de alimentos, calidad de la cera y actividad de pecoreo.

5.1 Evaluación de colmenas

Para evaluar la composición y evolución de la población en colmenas con cumplimiento de estándares exigidos en Nueva Zelanda, comenzando la floración del palto, se preparó las cinco colmenas (**Foto 1**). Cada una fue revisada para chequear el cumplimiento de las siguientes características:

- Abejas adultas: 9 - 10 marcos llenos por ambos lados.
- Cría: 3,5 marcos llenos de cría (1 con cría abierta y 2.5 con cría operculada).
- Miel: 2 marcos.

Para evitar la posibilidad de que se produjeran enjambres, se instaló alzas con 10 marcos con cera.



Foto 1. Vista general de colmenas con protocolo neozelandés. (Quillota, Región de Valparaíso).

La primera evaluación correspondió a la preparación de las colmenas para el cumplimiento de los estándares anteriormente mencionados. Luego, una segunda evaluación se realizó aproximadamente en la mitad de la época de floración (mediados de octubre) y una tercera al término de la floración. Adicionalmente, se realizó una

última revisión (inicios de diciembre), debido a que las colmenas aún permanecían en el predio.

Para estudiar las convencionales, se empleó colmenas elegidas al azar, y el lugar de estudio fue el huerto de paltas localizado en la comuna de La Cruz. Las colmenas utilizadas en este predio no fueron objeto de ningún tipo de intervención en su composición, y que junto con ser escogidas al azar, permite obtener datos representativos de aquellas que están comúnmente disponibles por empresas que prestan servicios de polinización (**Fotos 2 y 3**).



Fotos 2 y 3. Vista general (arriba) y de los marcos (abajo), de colmenas convencionales. (La Cruz, Región de Valparaíso).

5.1.1 Evaluación de la población de abejas

En colmenas con protocolo neozelandés, se pudo ver que en general, todas mostraron un aumento en su población de abejas adultas, cría abierta y operculada desde que fueron instaladas hasta la primera revisión y con posteridad de ello, comenzaron un descenso paulatino en el tiempo (**Figura 10**). La variación del nivel de población de abejas adultas pudo estar influida por las condiciones ambientales en las cuales se realizó la revisión. Junto con ello, es de considerar que se presentó un creciente número de obreras que fue tomando la labor de pecoreo. El *peak* de floración, coincidió con el poblacional de cría operculada y abierta, observándose posteriormente una tendencia a disminuir en el tiempo.



Figura 10. Evolución de la población de abejas en el tiempo. (Quillota, Región de Valparaíso).

Al analizar la composición porcentual de la población de abejas existente por colmena (**Figura 11**), se visualizó que inicialmente la mayor proporción estuvo compuesta por abejas adultas 74,1 %, seguido por cría operculada con 18,5 % y luego, cría abierta con 7,4 %. Las evaluaciones posteriores, muestran que por un lado disminuyó paulatinamente la proporción de abejas adultas hasta el término del estudio (50,2 %), pero por otro, se incrementó la de cría abierta y operculada, las cuales representaron finalmente el 26,2 y 23,6 % de la población total. Esta evolución es coincidente con el

comportamiento natural de una colmena, donde el descenso de la presencia de abejas adultas, se produjo junto con el término de la floración y la disminución de cría abierta.

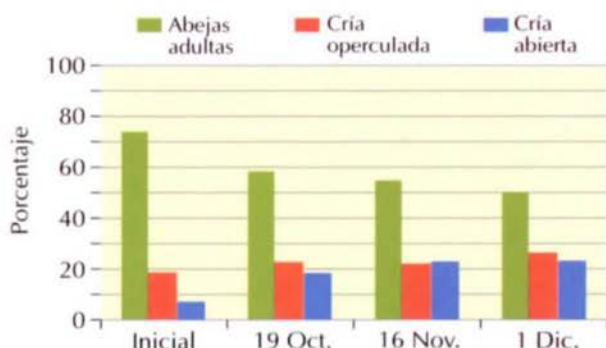


Figura 11. Composición porcentual de la población de abejas. (Quillota, Región de Valparaíso).

En colmenas convencionales, se observa una abrupta disminución al momento de las inspecciones en el nivel de abejas adultas, (de 3,5 a 1,6 individuos/colmena), para luego mantenerse (**Figura 12**). En relación con la cría abierta y operculada, en la primera evaluación se puede observar 1 y 0,6 individuos/colmena, respectivamente, para finalizar prácticamente con la misma cantidad. Esto se puede deber a que la hora y condiciones ambientales en que se realizó las mediciones, gran parte de las abejas pecoreadoras se encontraban en plena actividad de búsqueda de alimentos.



Figura 12. Evolución de la población de abejas en el tiempo. (La Cruz, Región de Valparaíso).

Por su parte, a nivel de composición porcentual de la población, se visualiza un comportamiento similar a las colmenas analizadas en el predio de Quillota, al comienzo y término del estudio. Es así, como al inicio, el 69,2 % correspondió a abejas adultas, 19,6 % a cría operculada y 11,2 % a cría abierta (**Figura 13**). En la segunda medición se produjo un leve descenso en el porcentaje de abejas adultas (43,6 %), y predominaron las crías operculadas conformando el 37,3 %. Finalmente, la composición fue de 53 % de abejas adultas, 27,3 % cría operculada y de 19,6% de cría abierta.

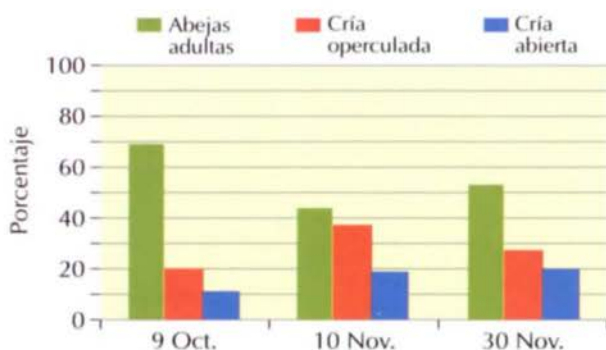


Figura 13. Composición porcentual de la población de abejas. (La Cruz, Región de Valparaíso.)

5.1.2. Nivel de reservas alimenticias

El nivel máximo de reserva de alimentos en colmenas con protocolo neozelandés, se presentó en la segunda semana de noviembre, comenzando a disminuir a continuación de ello (**Figura 14**). Esto se explica porque coincide con el término de la floración, lo cual deja a las colonias sin fuente de alimento abundante, motivo por el cual comienzan a consumir sus reservas. Esta información resulta relevante para ser considerado al momento de programar cosechas de miel provenientes de paltos.

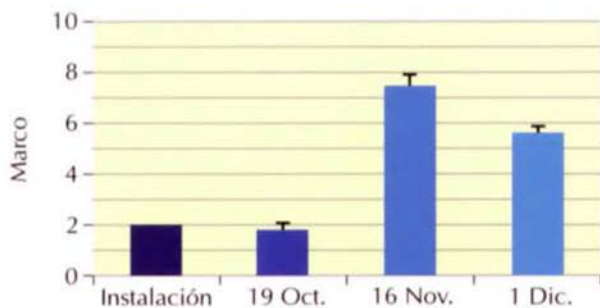


Figura 14. Reservas alimenticias en colmenas de Quillota, Región de Valparaíso.

En relación con colmenas convencionales (**Figura 15**), aunque las reservas de alimento aumentaron desde el inicio de la floración, incrementándose en poco más que el doble en todas las colmenas hasta el término, la cantidad existente fue baja. Esto pudo deberse a la escasa población de abejas presentes en las colmenas durante todo el período de evaluaciones.

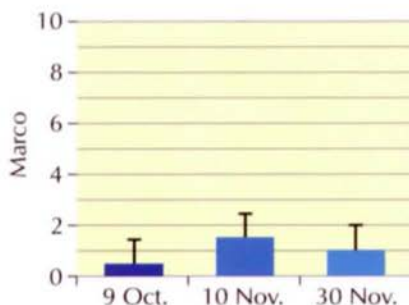


Figura 15. Reservas alimenticias en colmenas de La Cruz, Región de Valparaíso.

5.1.3 Actividad pecoreadora

Para determinar la actividad de pecoreo en las colmenas, se realizó conteos en la piquera durante 30 segundos, diferenciando entre las que lo hacían con carga de polen y de néctar o agua. Arbitrariamente, para evaluar el movimiento de las colonias, se estableció rangos de temperatura.

Al comparar la actividad pecoreadora del néctar o agua, en colmenas con protocolo neozelandés y convencional (**Figura 16**), se registró el menor número en un rango de temperatura de 17 a 18,9°C. En el Fundo de Quillota, esto correspondió a una cantidad de 45,9 abejas/30seg (92 abejas/min) y en el de La Cruz, a 11 abejas/30seg (22 abejas/min).

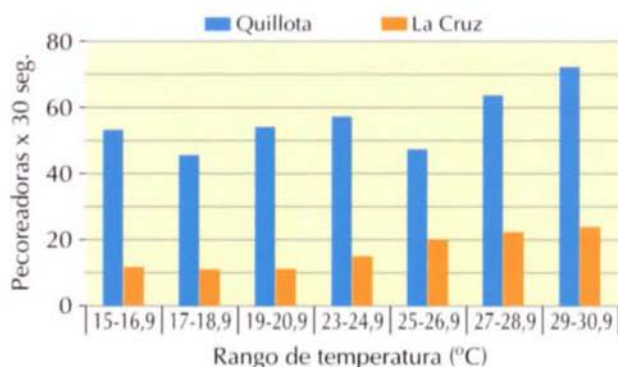


Figura 16. Actividad pecoreadora de néctar o agua. (Predios en Quillota y La Cruz, Región de Valparaíso).

En ambos huertos se observó una tendencia de incremento en el número de pecoreadoras en relación con la temperatura, alcanzando un máximo con un rango cuando se encuentran entre 29-30,9°C, donde se detectan 72/30seg (144/min) en predios en Quillota y La Cruz, 24/seg (48/min).

A modo general, en ambos huertos se mantienen constante en el tiempo la presencia de abejas pecoreadoras de polen (**Figura 17**).

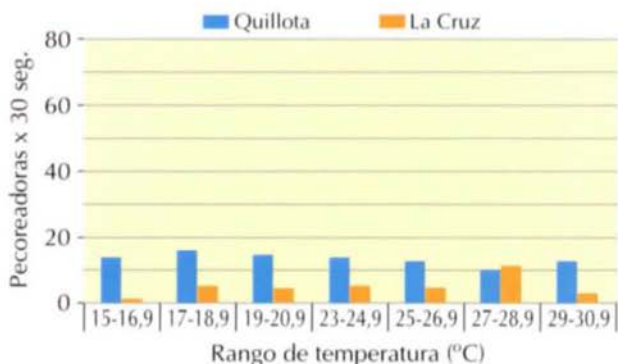


Figura 17. Actividad pecoreadora de polen. (Predios en Quillota y La Cruz, Región de Valparaíso).

La recolección de polen alcanza sus mayores niveles en el predio de Quillota, siendo entre los 17-18,9°C, contabilizándose 16 pecoreadoras/30 seg y la menor cantidad entre los 27-28,9°C con 9,7/30 seg. Por el contrario, en el predio de La Cruz, el peak se alcanzó cuando en el rango en que en el otro huerto se contabilizó el mayor registro, siendo de 11 abejas con carga de polen corbicular/seg y el más bajo a 15-16,9°C, con 1,4 abejas/30seg.

La actividad pecoreadora de las colmenas depende directamente de los requerimientos de la colmena y éstos son dados por los niveles de postura, cría, abejas adultas y reservas de alimentos existentes en la colonia. Del mismo modo, ello está fuertemente influido por las condiciones ambientales y de vegetación que se presente en el entorno de la colmena.

La gran diferencia de nivel poblacional, reserva de alimentos y condiciones de las colmenas se ve claramente reflejada en la actividad de pecoreo que se registró en ellas. Las colmenas utilizadas en el fundo de Quillota, que contaban con una gran población de abejas adultas y un alto nivel de cría, tanto operculada como abierta y reservas de alimento, mostraron una actividad muy superior a las colmenas utilizadas en el huerto de La Cruz, las cuales se encontraban con un muy bajo nivel de población.

Estos resultados concuerdan con los postulados de Farrar (1931 y 1937), quien afirma que una colonia grande tiene un porcentaje mayor de pecoreadoras que una colmena pequeña. Asimismo, De La Cuadra (1999), señala que una colmena debiera tener como mínimo una cantidad de 60 abejas recolectoras entrando por minuto a la piquera en horas de máxima actividad y con buenas condiciones climáticas para el vuelo de las abejas (sobre 20°C). Mayer (1986), en cambio, sugiere que al menos debieran contabilizarse 75 abejas por minuto a 24°C.

6. EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE ABEJAS

Con el fin de observar si existen diferencias en el número de abejas que visitan árboles encontrados a distintas distancias de las colmenas y con diferente carga floral, se procedió a observar y contar durante 30 segundos en la cara oeste de cada árbol, la cantidad de abejas que llegaban a pecorear en sus flores.

6.1. Densidad de abejas en relación con la distancia de la colmena

De acuerdo a lo analizado estadísticamente, fue posible determinar que existe un efecto de la distancia de la colmena con la presencia de abejas colectoras de polen (**Figura 18**). Cuando se encuentran más cercanas de la medición a la colmena (10 m), reciben un número de visitas superior (80/30 seg), a diferencia de los árboles que se encuentran a 50 y 140 m de distancia (28 y 34/30 seg, respectivamente). Estos resultados fueron similares a lo acontecido durante la temporada anterior.

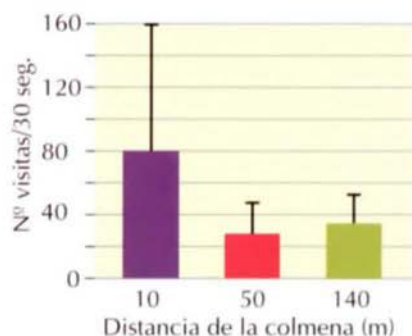


Figura 18. Número visitas promedio abejas pecoreadoras, en relación con la distancia de la colmena. (Quillota, Región de Valparaíso).

Por su parte, en el huerto de La Cruz (**Figura 19**), aunque no existen diferencias significativas entre los tratamientos o distancia a la que se encuentra la colmena, la mayor cantidad de abejas se detecta cuando las colmenas están más cercanas (8/30 seg).

La escasa presencia de abejas cuando se emplean colmenas tradicionales, demuestra la mala calidad de éstas, lo cual se reflejará

en una baja polinización de las flores y finalmente en una menor productividad.

6.2. Densidad de abejas en relación con carga floral

Al analizar el efecto de la carga floral sobre la cantidad de visitas, fue posible detectar diferencias significativas entre los tratamientos sólo en el predio de Quillota (**Figura 20**). Por el contrario, en el predio de La Cruz, no fue posible determinar un efecto directo de la cantidad de flores con la de visitas (**Figura 21**), lo cual también puede ser atribuido a la mala calidad de las colmenas convencionales.

Es posible señalar que en el predio de Quillota, o cuando se emplean colmenas de mayor calidad, utilizándose en este caso un cumplimiento de protocolo neozelandés, se tendrá una mayor efectividad en

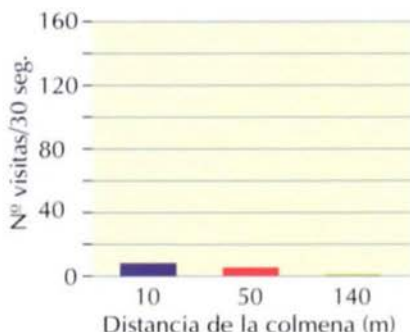


Figura 19. Número visitas promedio abejas pecoreadoras, en relación con la distancia de la colmena. (La Cruz, Región de Valparaíso).

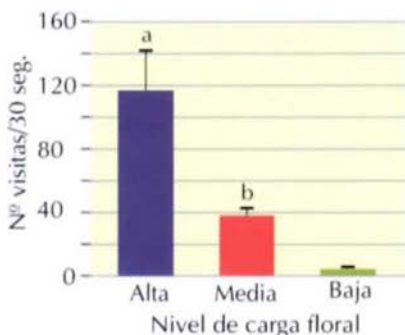


Figura 20. Número de visitas promedio de abejas pecoreadoras, en relación con el nivel de carga floral. (Quillota, Región de Valparaíso).

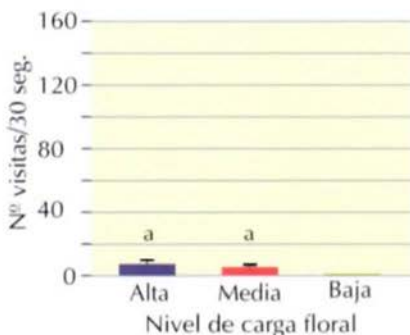


Figura 21. Número de visitas promedio de abejas pecoreadoras, en relación con el nivel de carga floral. (La Cruz, Región de Valparaíso).

el proceso de polinización. Junto con ello, la distancia de la colmena tendrá un rol fundamental, porque a menor distancia, aumenta el número de visitas por árbol.

Esto concuerda con lo planteado por Allsopp (2006), quien señala que la presencia de abejas en la panícula de los árboles desciende al alejarse de las colmenas y recomienda que éstas no se encuentren a más de 150 metros del árbol a polinizar. Por el contrario, De la Cuadra (2007), no encontró diferencias entre el número de abejas que visitaban las flores cercanas a las colmenas hasta 300 m.

La carga floral también será un factor incidente, debido a que se ha demostrado que debido a la baja atractividad de la flor del palto, para tener una cuaja significativa, se requiere que estén presentes un alto número de abejas cuando predomine el estado femenino (Ish-Am and Eisikowitch, 1998).

7. TIEMPO DE PECOREO EN LAS FLORES

Para estimar el tiempo que demora una abeja en recolectar el néctar desde una flor, se contabilizó el número de flores que visitaba una abeja durante 30 segundos.

De acuerdo con observaciones realizadas durante la temporada 2009/2010, se puede aseverar que el tiempo que demora una abeja en pecorear una flor, depende del estado en que ésta se encuentre, siendo diferente el tiempo demandado por una flor femenina abierta, una flor masculina abierta y una flor cerrada.

Para flores abiertas en estado femenino, se obtuvo un tiempo promedio de 4,7 segundos/flor, para flores abiertas en estado masculino 4,5 segundos/flor y en el caso de flores cerradas 9,5 segundos/flor.

De acuerdo al presente estudio, los factores que influyeron en el tiempo de trabajo de una abeja fueron los siguientes:

- Viento: es un factor de gran importancia, pues fue frecuente la presencia de fuertes ráfagas en el momento de apertura de flores en estado femenino lo cual les impedía posarse sobre ellas. Además, el movimiento de las ramas las alejaba de los árboles.
- Abundancia de flores: al encontrarse una mayor cantidad de flores abiertas, las abejas pueden visitar un mayor número de flores por minuto. Esto se debió al menor tiempo que empleaban en detectar y trasladarse a otra.
- Condiciones ambientales: influyen en la oferta de néctar de las flores. A mayores temperaturas, se tiene un menor tiempo para la recolección del néctar, debido a que se produce una rápida evaporación. El viento y la humedad relativa también influyen en la disponibilidad de néctar.
- Existe una gran actividad de las abejas sobre flores cerradas o cuando están al estado masculino, lo cual ocurre durante las primeras horas de la mañana, siendo comparable al movimiento que se observa en el período de plena apertura femenina.

8. SEGUIMIENTO DEL ÁREA DE PECOREO DE UNA COLMENA

Una de las mayores interrogantes de productores y de prestadores de servicios de polinización es cómo distribuir las colmenas dentro de un huerto, de modo tal que la actividad de las abejas cubra la mayoría de los sectores.

Como un primer paso para tratar de determinar cuál es el área de trabajo real de una colmena en un huerto de palto, se adaptó una metodología

desarrollada por la "División de Investigación de Entomología" del USDA, para el seguimiento de abejas en campos de algodón (Johansson, 1959). Esta consiste básicamente en una modificación de la piquera que obliga a las abejas a salir por un segmento de la plataforma de vuelo donde quedan contaminadas con polvos fluorescentes, quedando por tanto marcadas (**Fotos 4 y 5**).

Posterior a la aplicación de polvos fluorescentes, se procedió a recolectar abejas en dirección a los cuatro puntos cardinales, determinando por tanto, cuatro sitios de colecta por cada orientación. Estos sitios se encontraban a 10, 50, 100 y 150 m de distancia de las colmenas. La colecta de abejas se hizo utilizando una malla entomológica (**Foto 6**), para luego ser introducidas en una cámara letal que contenía cloroformo.

Finalmente, las colectas fueron analizadas en laboratorio, donde con la ayuda de una lupa estereoscópica, se procedió a confirmar la presencia o ausencia del polvo en el cuerpo de las abejas (**Fotos 7 y 8**).

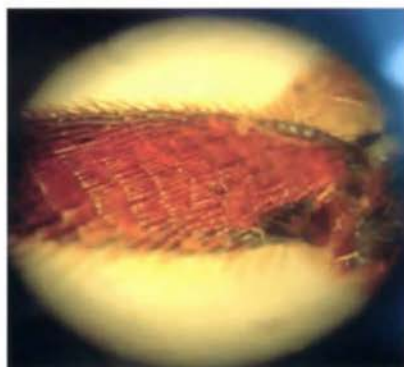
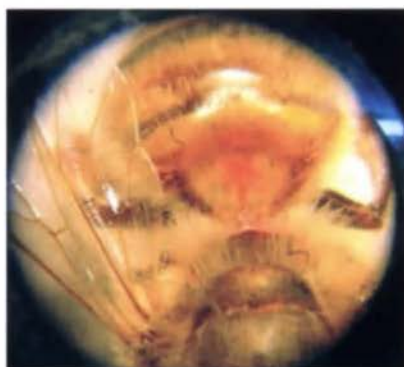
Para realizar el seguimiento del pecoreo, se efectuó dos marcajes o fechas de evaluación, a mediados y finales de noviembre de 2009. El lugar de estudio empleado fue el fundo Santa Laura, ubicado en la comuna de Cabildo.



Fotos 4 y 5. Detalle de piquera con plataforma y polvo fluorescente (arriba) y abeja con polvo fluorescente (abajo).



Foto 6. Captura de abejas con malla entomológica.



Fotos 7 y 8. Detalle de abdomen (arriba) y ala (abajo), de abeja marcada con polvo fluorescente.

En la cara norte, es posible detectar diferencias significativas entre los tratamientos, observándose una relación inversa entre la distancia y el número de abejas colectadas (Figura 22). Fue así como del total de abejas, se obtuvo el 100 % marcada a 10 m y a 150 m sólo el 17 %,.

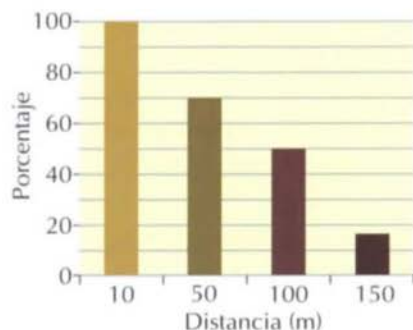


Figura 22. Porcentaje de abejas marcadas, colectadas en cara localización norte. Primera evaluación. (Cabildo, Región de Valparaíso).

difiriendo estadísticamente entre sí. Por otro lado, los resultados obtenidos cuando las colmenas estuvieron a 50 m, no presentaron diferencias con ninguno de los resultados que se tuvieron a distintas distancias.

Cuando se evaluó en la exposición oeste, no se observaron diferencias en las distancias de las colmenas, fluctuando el porcentaje de abejas con marca entre 44,4 y 55,6 % del total colectado (**Figura 23**).

Al igual que en la exposición oeste, en la cara sur, no se visualizaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (**Figura 24**). El mayor porcentaje de abejas marcadas se tuvo cuando las colmenas estuvieron a 10 m, con 60 % y el menor a 150 m con 37,5 %.

En la segunda evaluación sólo se analizó el efecto sobre la cara sur (**Figura 25**), debido a que en la fecha escogida la floración estaba en su fase final y sólo se encontraba una abundancia aceptable de flores en la dirección sur de las colmenas. Se estableció los mismos puntos de muestreo que en fecha anterior, vale decir, a los 10, 50, 100, 150 m.

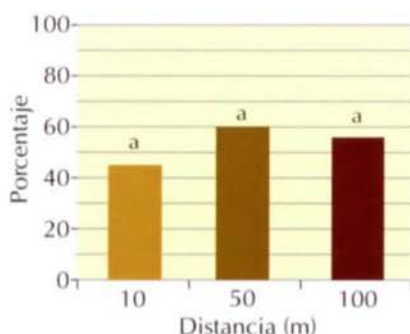


Figura 23. Porcentaje de abejas marcadas, colectadas en cara localización oeste. Primera evaluación. (Cabildo, Región de Valparaíso).

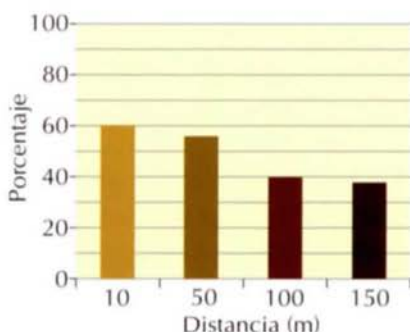


Figura 24. Porcentaje de abejas marcadas, colectadas en cara localización sur. Primera evaluación. (Cabildo, Región de Valparaíso).

Los resultados obtenidos cuando las colmenas se encontraban a 10 m, no difirieron significativamente de aquellas ubicadas a 50 m y 150 m, como tampoco estas dos últimas mencionadas entre sí. Sin embargo, a 100 m, fue diferente de las colmenas a 10 m. Al estar más cerca (10 m), se detectó la mayor cantidad de abejas marcadas alcanzando el 70 % y el menor porcentaje a 100 m con el 10 %.

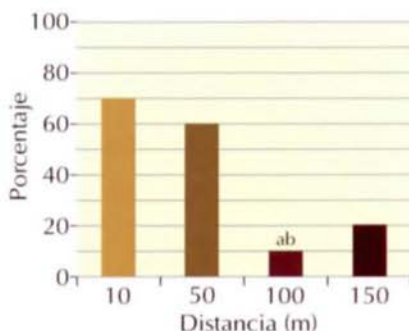


Figura 25. Porcentaje de abejas marcadas, colectadas en cara localización sur. Primera evaluación. (Cabildo, Región de Valparaíso).

La colecta en las flores de palto de abejas portadoras de los pigmentos aplicados, validaron la prueba como antecedente para determinar los sitios en que pecorean las abejas dentro de un huerto. Sin embargo, deben realizarse modificaciones para obtener mejores resultados, como el empleo de pigmentos más vistosos para facilitar de mejor forma la identificación.

Con excepción de los resultados en localización oeste, en los puntos de muestreo más cercanos a las colmenas, se registró el mayor número de abejas colectadas y marcadas.

DETERMINACIÓN DE PIGMENTOS, COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTES DEL POLEN DE LAS ESPECIES VEGETALES EN ESTUDIO

Gloria Montenegro R.

Laboratorio de Botánica,
Depto. Ciencias Vegetales,
Facultad de Agronomía e
Ingeniería Forestal, PUC.

Enrique Mejías B.

Doctor en Ciencias
de la Agricultura,
Facultad de Agronomía e
Ingeniería Forestal, PUC.

La caracterización de las proteínas, capacidades antioxidantes y concentración de compuestos fenólicos de los pólenes colectados en los predios en estudio, se realizó con el objeto de identificar los más promisorios para su diferenciación y potencial comercialización con alto valor agregado. Estos resultados contribuyen a valorizar los subproductos de la polinización de especies frutales, respondiendo a una demanda internacional creciente por productos naturales, con propiedades y orígenes específicos que además puedan certificar su alto valor nutritivo y/o su capacidad antioxidante y/o de pigmentos.

Los Protocolos ajustados por el equipo de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) para el proyecto INNOVA Chile de CORFO y utilizados en el análisis de las muestras de polen de las colmenas en los huertos frutales en estudio, fueron los siguientes:

1. Se parte con 1 gramo de polen en un tubo de ensayo o tubo Falcon de 20-25 ml de capacidad.

2. Para la obtención de **compuestos fenólicos**, se añade 10 ml de una mezcla de alcohol con agua acidificada a pH=2 con HCl. Para la obtención de **pigmentos carotenoides**, se añade 5 ml de acetona. Se agita vigorosamente para disgregar completamente las corbículas de polen.
3. El tubo se pone en un sonicador por 60 minutos.
4. Se centrifuga a alta velocidad (10.000 rpm) por 10 min, para separar completamente los restos de polen del extracto sobrenadante.
5. En caso de extraer compuestos fenólicos, el sobrenadante se colecta en un tubo limpio, quedando listo para su análisis posterior. Una variación sería concentrar el extracto hasta sequedad en rotoevaporador, a 45°C, para luego resuspender el concentrado en agua destilada, etanol o metanol y proceder a su análisis en pruebas de actividad biológica (resuspendido con agua o etanol), análisis vía HPLC (resuspendido con etanol o metanol) o almacenaje. El almacenaje debe ser bajo cero (idealmente a -20° C).
6. En caso de extraer **carotenoides**, el sobrenadante se pone en un embudo de decantación y se le agregan 5 ml de éter de petróleo. A continuación se agrega 10 ml cada una, suavemente y dejándola resbalar por las paredes del embudo. Se agita suavemente, y una vez que se forman dos fases, se elimina la fase inferior (acetona-agua). Este proceso se repite dos veces más, dejando salir una pequeña parte de la fase superior en la tercera repetición para asegurar la salida de toda la fase inferior.
7. Se añade 5 ml de metanol acuoso al 92 %, se mezcla energicamente (se debe destapar el embudo para que salgan gases) y se deja formar las dos fases. La fase superior (éter de petróleo) es colectada en un tubo limpio, quedando listo para su análisis posterior. El almacenaje debe ser en frío (4°C o menos).

PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PÓLENES MEDIANTE MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO CON DPPH (1,1-DIPHENYL-2-2PICRYLHYDRAZYL)

Fórmula: C₁₈H₁₂N₅O₆

Peso molecular DPPH:

394,3 gr/mol (1 mmol = 0,3943 gr = 394,3 mg).

El DPPH, es un compuesto que es considerado un radical libre, y en solución presenta una marcada coloración violeta. Cuando se encuentra con un compuesto antioxidante, se estabiliza y pierde su coloración, por lo cual la disminución de la absorbancia de una solución de DPPH al añadirle un compuesto cualquiera, indicará la capacidad antioxidante de éste, que será mayor mientras mayor y más rápida sea la pérdida de coloración de la solución de DPPH. Para medir la capacidad antioxidante de un extracto de polen con este método, se siguió el siguiente protocolo:

1. Se preparó una solución de DPPH en metanol, con una absorbancia (DO) de entre 0,6 y 0,7 a 517 nm.
2. Se estableció una línea base a 517 nm, haciendo “autocero” contra un blanco de metanol.
3. En una cubeta de cuarzo o vidrio de 1 ml de capacidad, se pone 950 µl de la solución de DPPH, y se mide su absorbancia (ésta debe encontrarse entre 0,6 y 0,7).
4. El espectrofotómetro, se programó para que mida la absorbancia cada 5 segundos, de modo de hacer una curva de cinética. Se sacó la cubeta y se le agregó 50 µl del extracto de miel cuya capacidad antioxidante se mide. Se mezcla y se devuelve al espectrofotómetro tan rápido como sea posible.

5. Si el espectrofotómetro no tiene capacidad de almacenamiento de datos, se debe anotar cada nueva medición, y se grafica la absorbancia v/s tiempo, para así obtener la curva de cinética de la reacción. Pasados 3 minutos, se considera finalizada la reacción (los equipos modernos constan con memoria interna y pantalla donde pueden almacenarse los datos y dibujar la curva, respectivamente).
6. El descenso en la absorbancia de la solución (decoloración), indica estabilización del DPPH y la magnitud y la velocidad de dicha caída estarán directamente relacionados con la capacidad antioxidante del extracto. Los resultados se expresan en mmol de DPPH consumido por ml de extracto.

RESULTADOS DE PIGMENTOS

Para cada muestra (cultivares de Cerezo y Manzano), se determinó el origen botánico de las especies vegetales presentes en ellas. Cada especie identificada fue separada y caracterizada desde el punto de vista de los pigmentos que esta poseía (Betacaroteno y Licopeno). Una vez obtenido tales resultados, se determinó el real aporte de pigmentos que cada una de estas especies entregaba a la muestra total tanto de Cerezo como de Manzano, sometida a análisis. Dicha estimación se efectuó considerando el porcentaje encontrado de cada especie, tras el análisis del origen botánico practicado a cada muestra (**Cuadro 1**).

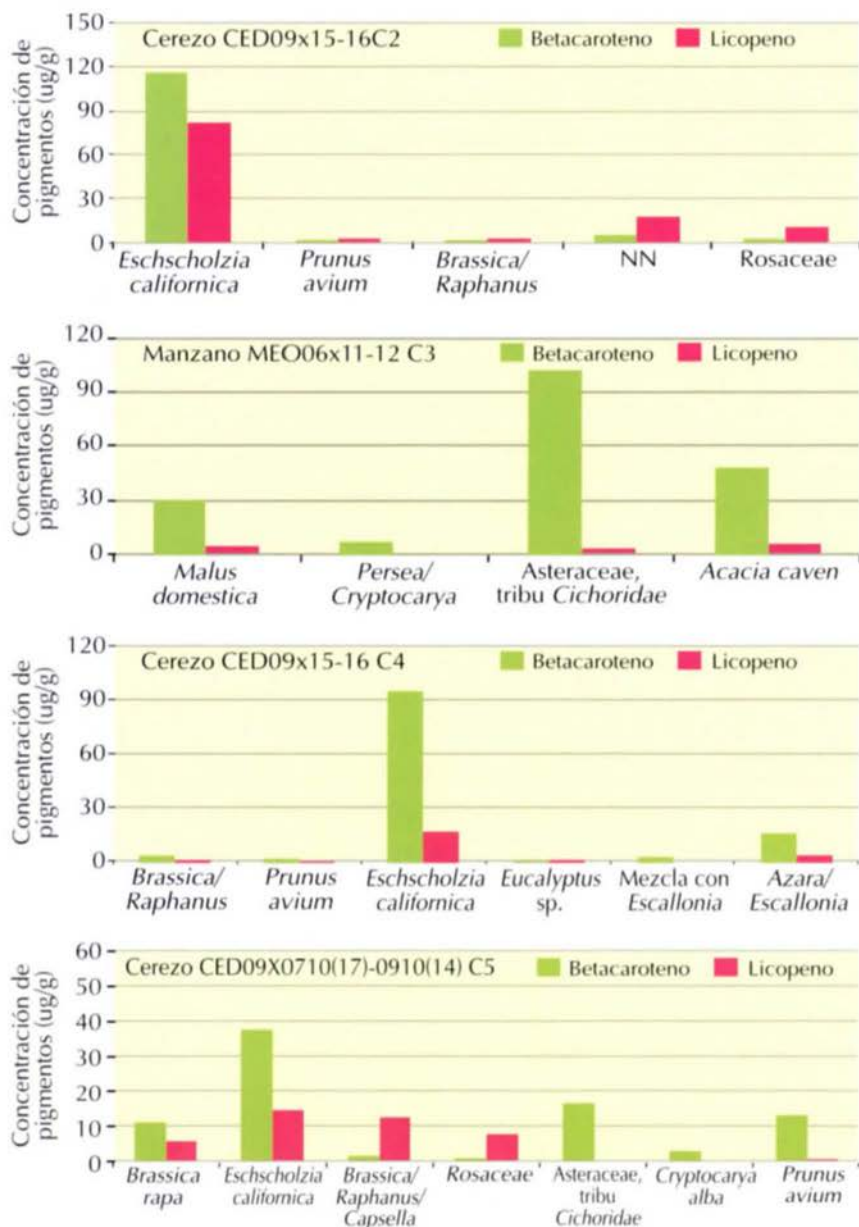
Las **Figuras 1, 2, 3 y 4**, comparan el aporte de Betacaroteno y Licopeno, de cada especie de polen encontrada en cada muestra de Cerezo y/o Manzano.

Cuadro 1. Análisis de contenido de pigmentos en cada muestra de Cerezo y Manzano, considerando la proporción de polen de cada especie vegetal identificada en ellas.

Muestra	Especie	ug Beta-caroteno en 1 g muestra	Betacaroteno por muestra	ug Licopeno en 1 g muestra	Licopeno por muestra
MUESTRA 1	<i>Eschscholzia californica</i>	116,20	128,57	31,0	35,26
Muestra CED09X15-16 C2	<i>Prunus avium</i>	2,35		0,5	
Cerezo	<i>Brassica/Raphanus</i>	2,20		0,6	
	NN	4,68		2,3	
	Rosaceae	3,14		0,8	
MUESTRA 2	<i>Brassica/Raphanus</i>	4,67	122,80	1,6	24,76
Muestra CED09X15-16 C4	<i>Prunus avium</i>	2,77		0,7	
Cerezo	<i>Eschscholzia californica</i>	94,36		17,0	
	<i>Eucalyptus</i> sp.	0,83		1,7	
	Mezcla con <i>Escallonia</i>	3,77		NR	
	<i>Azara/Escallonia</i>	16,39		3,8	
MUESTRA 3	<i>Brassica rapa</i>	11,12	84,85	5,8	39,18
Muestra CED09X0710 (17)-0910(14) C5	<i>Eschscholzia californica</i>	37,41		14,0	

Continuación Cuadro 1.

Muestra	Especie	ug Beta-caroteno en 1 g muestra	Betacaroteno por muestra	ug Licopeno en 1 g muestra	Licopeno por muestra
Cerezo	<i>Brassica/Raphanus/Capsella</i>	2,10		12,0	
	Rosaceae	1,51		7,2	
	Asteraceae, tribu <i>Cichoridae</i>	16,41		NR	
	<i>Cryptocarya alba</i>	3,62		NR	
	<i>Prunus avium</i>	12,67		0,1	
MUESTRA 4 Muestra MEO02X15-16 C1 Manzano	<i>Malus domestica</i>	56,62	56,62	8,24	8,24
MUESTRA 5 Muestra MEO02X16-17 C1 Manzano	<i>Malus domestica</i>	167,00	219,53	59,85	59,85
	<i>Brassica/Raphanus</i>	52,54			
MUESTRA 6 Muestra MEO30IXVi(17) -Ma(10) C1 Manzano	<i>Malus domestica</i>	142,91	142,91	5,78	5,78
MUESTRA 7 Muestra MEO06X11-12 C3 Manzano	<i>Malus domestica</i>	31,58	190,25	5,29	16,23
	<i>Persea/Cryptocarya</i>	7,38		NR	
	Asteraceae, tribu <i>Cichoridae</i>	101,71		4,17	
	<i>Acacia caven</i>	49,58		6,77	



Figuras 1, 2, 3 y 4. Presencia de pigmentos de cada especie vegetal presente en 1g de muestra de polen de cerezo o manzano (VI Región, temporada 2008-2010).

A partir de las figuras anteriores, se puede concluir que las especies que predominan en cada muestra, son aquellas que entregan el mayor aporte de betacaroteno y licopeno. Un análisis de la muestra completa sin separar los pólenes apícolas por especie vegetal, da un valor semejante al determinado en este estudio para ambos pigmentos. De esta forma, se concluye que para los análisis posteriores se caracterizó la presencia de pigmentos en la muestra completa. Es importante destacar, que la presencia de licopeno no es constante a lo largo de las muestras analizadas. En todas se encontró presencia de betacaroteno no así el licopeno que es su precursor.

Esto sugiere que en muchas de estas especies vegetales, la síntesis de pigmentos estaría enfocada principalmente a la formación de betacaroteno, permaneciendo en cantidades más bien residuales, el precursor químico de este compuesto. El rol protector del betacaroteno como antioxidante en el grano de polen, sería una de las razones por las cuales la presencia de este compuesto predomina en las muestras analizadas.

ANÁLISIS REALIZADOS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MUESTRAS DE POLEN EN COLMENAS DE FRUTALES

Protocolos utilizados

1. Medición de compuestos fenólicos hidrosolubles totales:
Técnica Folin Ciocalteu.
2. Medición de capacidad antioxidante:
Técnica FRAP
3. Medición de actividad antirradicalaria:
Técnica DPPH

Codificación de las muestras

Muestra 1: Muestra Control: Miel de *Schinus latifolius*.

Muestra 2: Muestra Polen Fundo San Francisco de Pelumpen; colmena A1C2. Cultivo de Palto con presencia de *Schinus Latifolius*.

Muestra 3: Muestra de Polen MCH07X10-11; Zona de colecta: Choapino – Cultivo Manzano con presencia de *Acacia caven*. Fecha colecta 07.10.2008.

Muestra 4: Muestra de Polen CLL15XL (17) – MI(10)C11; Zona de colecta: La Lechería. Cultivo de Cerezos con presencia de *Acacia caven*. Fecha colecta 15.10.2008.

Las muestras fueron analizadas en triplicado. Los resultados presentados corresponden al valor promedio de las mediciones.

- Medición de **compuestos fenólicos** hidrosolubles totales mediante técnica Folin Ciocalteu (**Figura 5**).

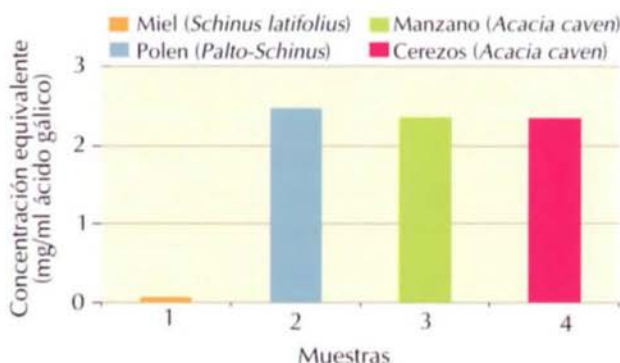


Figura 5. Medición de compuestos fenológicos hidrosolubles totales mediante técnica Folin Ciocalteu.

- Medición de Actividad Antioxidante mediante técnica FRAP (Figura 6).

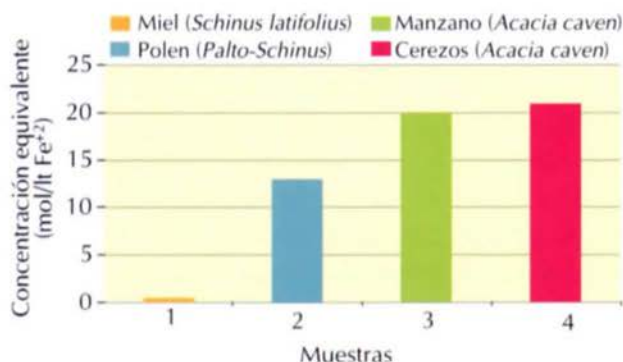


Figura 6. Medición de actividad antioxidante mediante técnica FRAP.

- Medición de Actividad Antirradicalaria mediante técnica DPPH (Figura 7).

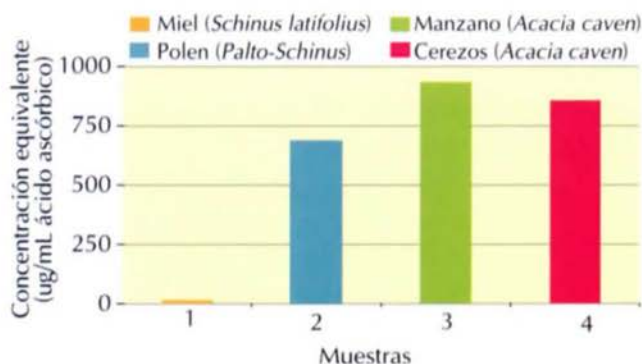


Figura 7. Medición de actividad antirradicalaria mediante técnica DPPH.

En una conclusión general, es posible afirmar que dichos pólenes requieren ser caracterizados de forma amplia, con el fin de establecer en un futuro próximo, si efectivamente, existe algún grado de relación entre las propiedades biológicas aquí mencionadas.

NUTRICIÓN Y SANIDAD DE LAS ABEJAS PARA LA POLINIZACIÓN

Antonio Gómez Pajuelo.

*Consultores Apícolas, Castellón, España
antonio@pajuelo.info – www.pajuelo.info*

INTRODUCCIÓN

El potencial polinizador de una colonia depende básicamente de tres factores:

- Una buena población de abejas, nacidas 40 días antes para que estén en edad de pecorear, lo cual depende de haber tenido una floración o una alimentación correcta, con esa antelación.
- Una buena cantidad de cría abierta, porque su presencia estimula a las abejas a recolectar más polen. Es decir, a aumentar sus visitas potencialmente polinizadoras.
- Una buena sanidad en la colonia, que la mantenga activa, lo cual está relacionado con su herencia, los manejos del apicultor y una correcta alimentación.

Es función del apicultor manejar adecuadamente sus colmenas para conseguir que cumplan con esos tres requisitos en el momento en que vayan a ser utilizadas para polinizar cultivos.

Para ello, tendrá que recurrir a la alimentación artificial, única manera de conseguir aumentos poblacionales con independencia de que existan o no floraciones que puedan proporcionar los nutrientes

necesarios. Esta alimentación deberá tener en cuenta las necesidades de las abejas por un lado, y la disponibilidad de materias primas asequibles en el mercado por otro.

NECESIDADES NUTRICIONALES DE LAS ABEJAS

Las necesidades nutricionales de las abejas, a grosso modo (Somerville, 2008), son:

- Hidratos de carbono, azúcares: proporcionan energía y fragmentos de dos carbonos que se combinan para formar otros azúcares y las grasas, se encuentran en la miel y en el polen.
- Grasas, lípidos: se encuentran exclusivamente en el polen. Los más frecuentes en los tejidos de las abejas son los esteroides, que en otros insectos han demostrado tener un papel anticongelante.
- Proteínas: también se encuentran mayoritariamente en el polen. Una parte de la veintena de los amino ácidos que aportan son esenciales para las abejas, no pueden ser sintetizados, deben ingerirlos en la dieta: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, y valina. Los pólenes de las distintas plantas tienen diferentes proporciones de proteínas. Por ejemplo tienen menos del 20 %, los de azahar (*Citrus spp*), diente de león (*Taraxacum officinale*), encinas y robles (*Quercus spp*), lavandas (*Lavandula spp*), girasol (*Helianthus annuus*) y maíz (*Zea mays*). Tienen un contenido del 20 a 30 %. Los de almendro y otros frutales (*Prunus spp*), cardos (*Asteraceae*), canola y nabos (*Brassica spp*), castaño (*Castanea sativa*), leguminosas de praderas (*Fabaceae*) en general, como el trébol blanco (*Trifolium repens*), tienen un contenido alto en proteínas siendo, más del 30 %. Los de flor morada (*Echium spp*), (Stace, 1996). Sabido es, también, que el polen de eucalipto es deficitario en uno de los amino ácidos esenciales para la abeja,

la isoleucina, por lo cual la alimentación de las colmenas con sólo ese polen, produce carencias que pueden acabar con ellas (Kleinschmidt, 1979). Un aporte de polen insuficiente puede producir canibalismo de porcentajes importantes de las larvas menores de cuatro días (Crailsheim, 2011).

- Vitaminas liposolubles (A, D, E, K) y vitaminas hidrosolubles (C, B1, B2, B6, B12, niacina, ácido fólico, ácido pantoténico y biotina). En parte están producidas por los microorganismos saprófitos del tubo digestivo, que son inoculados a las jóvenes abejas con el consumo de polen fermentado (pan de abeja) en sus primeros días de vida (García, 2006).
- Minerales, que se encuentran en la miel y en el polen.
- Agua: que obtienen de la desecación del néctar y por recolección activa cuando no hay mucho néctar. Es esencial en multitud de reacciones del organismo, en las que actúa como disolvente, ayuda a mantener la regulación térmica de las abejas, y la supervivencia de las crías. Éstas no pueden mantenerse vivas a menos del 70 % de humedad relativa en la cámara de cría, se resecarían y morirían por deshidratación a través de la piel.

Ningún alimento contiene todos estos componentes. Es necesario un consumo variado de néctar, pero sobre todo de polen, para garantizar los aportes de las sustancias necesarias. Aunque los requisitos nutricionales de la abeja no están aún bien estudiados, por ser un ganado menor en el que no hay grandes rendimientos para las empresas de fabricación de piensos, se sabe, eso sí, que una colmena consume al año entre 50 y 120 kg de miel y entre 12 y 40 kg de polen para su desarrollo.

Los componentes de la dieta, van a ser digeridos por las abejas y fragmentados en otros compuestos, que luego serán “quemados” para producir energía, o recombinados para producir otros componentes

de su organismo. La combustión de los azúcares será utilizada para producir actividad: los vuelos de pecoreo, el mantenimiento de la temperatura corporal de al menos unos 10°C en el cuerpo de las abejas y de 35°C en el nido de cría. La digestión de los alimentos proteicos y las grasas proporcionarán fragmentos que se re combinarán dando lugar a los péptidos del sistema inmunológico, a las proteínas corporales de las crías y las abejas, a sus hormonas.

El sistema inmunológico de las abejas es pobre, tiene sólo 70 genes implicados en la producción de sustancias inmunológicas, péptidos antimicrobianos. Son pocos. Por ejemplo, la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) o el mosquito (*Anopheles gambiae*) tienen tres veces más. Sin embargo, la abeja cuenta con una segunda barrera defensiva, el comportamiento higiénico de la colonia, que, cuando está presente, expulsa a las crías o abejas enfermas disminuyendo así la carga microbiológica responsable de la enfermedad (Evans, 2006 y Alaux, 2011). Para que estos mecanismos de protección se activen adecuadamente hace falta que las abejas tengan la herencia adecuada y que recuperen de la dieta todos los componentes necesarios para fabricar esos péptidos antimicrobianos (Vásquez, 2009).

Otros ejemplos de actividades de construcción a partir de fragmentos de la digestión que se dan en las abejas, son la construcción del propio cuerpo en la metamorfosis, el recambio poblacional (una abeja en épocas de actividad vive unos 45 días), la secreción de cera para la construcción de los panales y la producción de jalea real (**Foto 1**).



Foto 1. Secreción de cera.

Para que estas actividades no se interrumpan durante las épocas de baja o nula disposición de recursos florales, las abejas mantienen dos tipos de reservas a las que recurrir: una es la reserva individual corporal (**Foto 2**), debajo del 5º tergita abdominal, de tejido adiposo y probablemente de otros nutrientes (Paes de Oliveira, 2003). Y otra es la reserva colectiva de miel y polen ensilado en la colmena (**Foto 3**).



Foto 2. Reserva individual de las abejas.



Foto 3.
Reserva
colectiva de
la colonia.

Si pretendemos sustituir estos nutrientes por una dieta artificial, con elementos del mercado de materias primas, debemos tener en cuenta que ésta ha de ser:

- De la composición nutricional adecuada.
- Con un tamaño de partículas inferior a 200 μ , diámetro máximo del aparato bucal chupador de las abejas (en las mieles no se encuentran pólenes mayores de ese diámetro).
- Palatable y agradable, para las abejas.
- Conservable durante el tiempo estimado, desde la fabricación hasta el consumo final.
- Ubicable en la colonia en una posición accesible para las abejas, en las condiciones meteorológicas de uso.
- Que compita favorablemente con la existencia de algunas reservas en la colonia.
- Que compita favorablemente con la existencia de algo de floración en el exterior.

TIPOS DE ALIMENTACIONES ARTIFICIALES

Esta sustitución de la dieta natural por otra artificial, puede hacerse de dos maneras:

- Alimentación con jarabe líquido, normalmente de alrededor del 50 % de azúcares y 50 % de agua, a lo más con incorporación de algún polivitamínico.
- Alimentación con pasta espesa, pastillas, ricas en azúcares pero con un aporte proteico complementario.

Los jarabes acuosos suelen provocar, en condiciones meteorológicas adecuadas, un aumento rápido de la cría, y suelen ser consumidos rápidamente, necesitando aportes semanales (**Foto 4**). Es muy posible que una parte sea almacenada en las celdillas y se mezcle con la siguiente cosecha de miel. Si tardan en ser consumidos, por su alto contenido en agua, pueden fermentar, por lo cual puede ser conveniente añadir algún anti fermento. Deben aplicarse cuando existen reservas de polen en la colmena o una fuente de éste en el campo. En caso contrario, pueden producir una importante disminución de las reservas proteicas de las abejas facilitando la aparición de trastornos del tipo de las loques (*Paecibacillus larvae*, *Melissococcus pluton*) y, sobre todo, de la cría en cal (*Ascosphaera apis*), así como de nosemiasis (*Nosema apis*, *N. ceranae*).



Foto 4. Jarabe de alimentación.

Las pastillas de alimentación, producen también un aumento de la cría en la colmena, pero más gradual que los jarabes (**Foto 5**). Pueden llevar como ingredientes una cierta cantidad de componentes que aporten proteínas, amino ácidos y vitaminas: harina de soya, levadura de cerveza, multivitamínicos, polen. Suelen consumirse lentamente, tanto más cuanto más espesas sean, por lo cual pueden

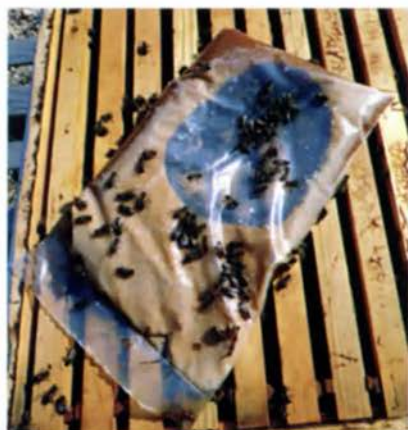


Foto 5. Pastilla de alimentación.

hacerse aportes mensuales. Al ser demasiado espesas, en zonas secas, pueden acabar compactándose tanto que se paralice su consumo. Como los jarabes, una parte puede ser almacenado en las celdillas, y mezclarse con la cosecha de miel siguiente, pero el riego es mucho más bajo que en éstos. Absorben humedad del ambiente, y en zonas o épocas muy húmedas pueden tener problemas de fermentación, por lo cual puede ser conveniente añadirles algún anti fermento.

MATERIAS PRIMAS

De las materias primas presentes en el mercado, las que cumplen mejor los requisitos para ser utilizadas en la fabricación de alimentos para abejas son:

Aporte de hidratos de carbono:

- **Azúcar blanca, sacarosa.** Se utiliza en jarabes, generalmente del 50% en agua, o algo más concentrado si hace frío. También se usa molido, azúcar glass, para espesar jarabes y convertirlos en pastillas, pero ha de utilizarse rápidamente después de molida, porque capta humedad del ambiente y se solidifica en un bloque difícil de manejar. Puede presentar riesgo de almacenamiento en los panales y mezcla con la cosecha de miel, adulterándola. Salvo algunas excepciones (mieles de cítricos, de eucalipto). La Normativa de la miel no permite un contenido de sacarosa superior al 5 %.
- **Jarabes obtenidos por hidrólisis del almidón de maíz.** Hay varios tipos en el mercado, pero los básicos son dos: de glucosa y de fructosa (HFCS). Ambos se producen a partir de la ruptura enzimática, en solución acuosa y con temperatura, del almidón del grano de maíz. Si el proceso industrial es rápido, el resultado es un jarabe de aproximadamente 22 % de agua, 40 % de glucosa, porcentajes variables de fructosa y otros azúcares digeribles para

las abejas, y un 20 % de polisacáridos, (azúcares indigeribles para las abejas). Cuando el proceso de producción se alarga, puede obtenerse un jarabe con más fructosa y menos polisacáridos, más aprovechable para las abejas. Son los llamados jarabes de fructosa, HFCS. Estos dos tipos de jarabes, pueden utilizarse diluidos con agua en no más de 1/3 de agua y 2/3 de jarabe, directamente, o bien espesados con azúcar molido, glass, o glucosa en polvo (dextrosa), hasta la textura deseada, para la fabricación de pastillas.

- **Dextrosa en polvo, glucosa.** Es un polvo blanco constituido en un 100 % por glucosa. Se utiliza básicamente para preparar fórmulas de alimentación espesas, pastillas, añadiéndolo a los jarabes de glucosa, de fructosa, o de sacarosa en los porcentajes adecuados (20 al 40 %, normalmente).
- **Miel.** Ha de ser siempre de origen sanitario conocido para evitar la transmisión de enfermedades de las abejas. Generalmente se emplea en proporciones bajas, para hacer palatizables las mezclas de alimentación. Además del riesgo sanitario, tiene el problema que su olor atrae mucho a las abejas, pudiendo provocar problemas de pillaje en las épocas de escasez, que pueden acabar con las colmenas más débiles.

Aporte de proteínas y vitaminas:

- **Harina de soya micronizada,** de tamaño de partícula muy pequeño, menor de 200 μ , para que pueda pasar por el aparato bucal chupador de la abeja. Tiene alrededor de un 45 % de proteínas. Está desengrasada para evitar los procesos de enranciamiento (oxidación de las grasas) en el almacenado y alargar su vida comercial, que es de alrededor de un año (pierde el 50 % de su valor nutritivo al año). Además de su composición proteica, proporciona a las mezclas una textura más pastosa. En épocas de meteorología desfavorable, las abejas difícilmente aceptan más de un 7-8 % de este ingrediente en las pastillas (o de la mezcla

de éste y levadura de cerveza), excepto que tengan una carencia absoluta de polen. No es conveniente aportarlo en jarabes, pues su alta humedad aumenta extraordinariamente el riesgo de fermentación de la mezcla.

- **Levadura de cerveza micronizada.** También ha de ser de tamaño de partícula muy pequeño, menor de 200 μ , para que pueda pasar por el aparato bucal chupador de la abeja. Tiene alrededor de un 45 % de proteínas, pero lleva una cantidad apreciable de amino ácidos, vitaminas, y minerales. Igual que la harina de soya, suele presentarse en el mercado desengrasada, para evitar los procesos de enranciamiento (oxidación de las grasas) en el almacenado y alargar su vida comercial, que también es de alrededor de un año (pierde el 50 % de su valor nutritivo al año). Además de su composición proteica, proporciona a las mezclas una textura más pastosa. Al igual que la harina de soya, en épocas de meteorología desfavorable las abejas difícilmente aceptan más de un 7-8 % de este ingrediente en las pastillas (o de la mezcla de éste y harina de soya), excepto que tengan una carencia absoluta de polen. No es conveniente aportarlo en jarabes, porque su alta humedad aumenta extraordinariamente el riesgo de fermentación de la mezcla.
- **Proteínas de suero de leche (WPC), bajas en lactosa (< 1 %).** El suero de la leche lleva proteínas altamente asimilables, y alrededor del 7 % de lactosa. La lactosa, es un azúcar que las abejas no digieren, por lo cual es conveniente eliminarlo de sus piensos. El contenido en proteínas de este preparado comercial es del orden del 80 %, y resulta muy palatable para las abejas. Pero su alto precio no permite utilizarlo en porcentajes altos. Un 2 % en las pastillas es un porcentaje suficiente para apreciar sus buenos resultados y no encarecerá demasiado las mezclas. No es conveniente aportarlo en jarabes, debido a que su aporte de proteínas con la alta humedad aumenta extraordinariamente el riesgo de fermentación de la mezcla.

- **Hidrolizados de proteínas vegetales.** Se encuentran en el mercado con diferentes nombres. Son ricos en amino ácidos, proteínas (50 %) y vitaminas, aunque no resultan muy palatables para las abejas, por lo cual es recomendable utilizarlos sólo para completar el aporte vitamínico, entre 5 y 15 ml por kg de pienso. Son la base de los preparados comerciales multivitamínicos para animales.
- **Leche de terneros y huevo en polvo.** Son también utilizados para la preparación de algunos piensos para abejas.
- **Polvo de polen.** Es un subproducto de la industria de envasado del polen, obtenido cuando se tamiza. Debe ser de origen sanitario conocido. Las abejas lo consumen bien cuando se distribuye por la mañana, con tiempo soleado y seco, en una capa fina encima de las tapas de las colmenas. Se rebozan en él y hacen pelotas como las del polen floral que trasladan a sus colmenas. No debe utilizarse de esta manera si en la zona se tiene animales sueltos que puedan tener interés en consumirlo: cerdos, jabalíes, vacas, porque éstos en su afán de consumirlo, pueden tumbar colmenas. En este caso, puede colocarse en un recipiente cilíndrico, con acceso por una boca, colgado de ramas de árboles próximos, en la cara soleada del árbol. También puede incorporarse como ingrediente en formulaciones de piensos, procurando no sobrepasar el 8 % en épocas frías. No es conveniente aportarlo en jarabes, pues su aporte proteico unido a la alta humedad, aumenta extraordinariamente el riesgo de fermentación de la mezcla.
- **Polen fresco o polen seco.** El polen fresco es fácil de recoger, con una trampa de polen, en las floraciones adecuadas, y puede congelarse directamente, en bolsas de polietileno a -20°C, para su uso posterior en alimentación, con excelentes resultados. Debe ser de origen sanitario conocido. Se incorpora como ingrediente en formulaciones de piensos, procurando no sobrepasar el 8 % en épocas frías. El polen fresco, congelado, da mejores resultados que el seco. El seco debe disgregarse con un poco de líquido antes de incorporarlo a las mezclas.

Otros aportes:

- **Grasas.** Ingredientes imprescindibles en la dieta de las abejas. Habitualmente las obtienen, como se ha dicho, del polen. Pero si estamos utilizando una dieta artificial, los ingredientes del mercado (menos el polen), vienen desengrasados, por lo cual se hace necesario aportarlas. En el mercado de alimentos existen aceites de maíz y de colza, canola, así como de pepitas de uva, cuya composición en ácidos grasos se asemeja notablemente a la de los pólenes. Cualquiera de ellos, o sus mezclas, utilizadas en las pastillas en porcentajes del orden del 1 al 2 % del total, mejorará la palatabilidad y completará la composición de estos alimentos.
- **Palatizantes.** Para mejorar la atraktividad de las formulaciones pueden utilizarse pequeñas cantidades de miel, por supuesto que de origen sanitario de garantía, o bien canela en polvo, o aroma de limón o de otras plantas que resulten atractivas para las abejas.
- **Conservantes.** Cuando el alimento preparado no va a ser consumido con rapidez, puede ser conveniente añadir un anti fermento, como el sorbato potásico (E-202), en dosis de alrededor del 0,2 a 0,3 %. De cualquier manera es siempre necesario extremar la higiene de las materias primas y del proceso de fabricación.

Es importante tener en cuenta que cualquier aporte de materias primas que contenga la mínima cantidad de proteínas no puede ser procedente de OGM. Deben solicitarse garantías a los proveedores en este sentido.

Agua:

- El aporte de agua, es imprescindible para la supervivencia de la cría, cuando no existe una fuente importante de néctar que aporte humedad relativa al aire del interior de la colonia o/y cuando no

hay un suministro próximo. Aunque las abejas pueden desplazarse hasta 3 km para recoger agua (Crailsteim, 2011), es conveniente que esté más cerca. Puede utilizarse cualquier tipo de bebedero de boya o similar, de los utilizados para gallinas y otros animales, para construir uno adecuado (**Foto 6**).



Foto 6. Bebedero.

UBICACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN

La ubicación de la alimentación para las abejas, es muy importante para facilitar su consumo, sobre todo en épocas de meteorología desfavorable. Lo ideal, es que el alimento aportado esté atemperado por el calor del enjambre y situado a no más de unos 10 cm de la zona de cría.

Por ello, puede ser conveniente, en épocas desfavorables, cubrir los cuadros con un plástico, que deje unos centímetros al descubierto por delante y/o por detrás, para evitar condensaciones de humedad excesivas, y colocar el alimento bajo ese plástico, en contacto directo con el racimo de abejas.

Las colmenas con mala regulación térmica son zanganeras, porque están, cambiando de reina, o enfermas (lo que disminuye la cohesión del racimo), tienen tendencia a no consumir la alimentación o a hacerlo en cantidades mucho más pequeñas que lo normal.

Como norma general, cuando se alimente se ha de tener en cuenta una serie de precauciones:

- Ser higiénicos en su preparación.
- Utilizar materias primas de calidad.
- Evitar vertidos del alimento al aplicarlo.
- Colocar el alimento en contacto con las abejas, y en zona calefactada por éstas (cubrir si es preciso).
- Molestar a las abejas lo mínimo posible. Se debe ser rápido y certero.
- Alimentar a última hora del día, si es posible, si hay riesgo de pillaje.
- Con pillaje, estrechar piqueras.
- Marcar las colmenas que no consuman, para revisarlas posteriormente.
- Recoger los restos y llevarlos a la basura.

¿CUÁNDO Y CON QUÉ ALIMENTAR?

Los momentos más adecuados para alimentar van a depender de la zona, de la meteorología y del objetivo a buscar. En general debe alimentarse cuando no hay floraciones, o si éstas fallan, en las

épocas críticas previas a la necesidad de disponer de abundantes abejas para polinizar. Es decir, mes y medio antes de que comience esa necesidad.

De cualquier manera, no debe dejarse caer la población de abejas excesivamente, porque luego cuesta más recuperarla. Si se está por debajo de una masa crítica mínima, a fijar en cada zona y en cada época, la colonia puede incluso llegar a no tener suficiente actividad como para consumir adecuadamente la alimentación. Por ello, es recomendable, cuando bajen las poblaciones de abejas, alimentar con pastillas que permitan mantener a las colmenas en buenas condiciones, para pasar a alimentar con jarabes cuando las condiciones meteorológicas lo permitan.

Un primer síntoma de la necesidad de aplicar esta alimentación, es la ausencia de reservas de polen en los panales de la colmena, y que las abejas pueden suplir durante un cierto tiempo con sus reservas corporales. Si continúa la falta de polen, el paso siguiente es la aparición de baja supervivencia en la cría, simplemente por canibalismo de larvas, fundamentalmente de las menores de cuatro días (Crailsheim, 2011), sin que esta mortandad esté asociada a intoxicaciones por residuos de acaricidas o plaguicidas, loques, pollo en cal o varroa. En esta fase es frecuente ver en los cuadros de la colmena porcentajes variables de abejas con una disminución sensible de la longitud del abdomen (**Foto 7**), situación que se da en todos los seres vivos en esas circunstancias por reabsorción de las proteínas corporales de los músculos y de la membrana peritrófica intestinal (Kamler, 2004).



Foto 7. Comparación entre abeja gorda y abeja flaca (desnutrida).

El caso extremo es la aparición de una mortandad anormal de abejas en la piquera, una parte de las cuales presentarán esa disminución sensible de la longitud del abdomen que ya se había podido ver en los cuadros anteriores. En esta fase las abejas tienden ya incluso a la recolección de falsos pólenes, aserrín, harina de cereales, piensos de animales (cerdos, vacas), polvo de los fardos de paja. Con ese comportamiento cubren su instinto de recolección de pólenes, pero no sus necesidades nutricionales.

PROBLEMAS SANITARIOS ASOCIADOS A MALNUTRICIÓN

Como se ha comentado, el funcionamiento del sistema inmunitario de las abejas, se basa en la síntesis de péptidos antimicrobianos (abaecinas, jelleinas, royalisina y otros no identificados), que dependen de la herencia y de la disposición de los amino ácidos necesarios. Es decir, de la dieta.

Las colmenas disponen, además, de una segunda línea defensiva, el comportamiento higiénico de eliminación de residuos orgánicos y de identificación de crías no sanas, incluso debajo del opérculo, y su posterior desoperculación y extracción. Estos comportamientos son activos contra las loques, la cría en cal, la varroa y los ataques de polillas de la cera (*Galleria melonella* y *Anchroia grisella*). Y estos comportamientos aumentan sensiblemente cuando existe actividad de acondicionamiento de alimentos en los panales de las colonias, lo cual se da tanto en las floraciones como en las alimentaciones artificiales.

Por tanto, las alimentaciones pueden mejorar el aporte de nutrientes precisos para la construcción de los péptidos antimicrobianos y los comportamientos higiénicos de las colonias. Una falta de alimentación adecuada puede ser un factor de aparición de problemas

sanitarios como las loques, la cría en cal, la nosemiasis, y aumentar sensiblemente los daños por varroa y virus asociados. En cada uno de estos casos podemos encontrar síntomas parecidos a los de malnutrición: falta de supervivencia de la cría (cría salpicada), abejas de abdomen reducido, mortandad de abejas, pero se ha de procurar diferenciar las causas de estos problemas (Fotos 8, 9 y 10)).



Foto 8. Alta supervivencia de la cría.



Foto 9. Supervivencia de la cría media.

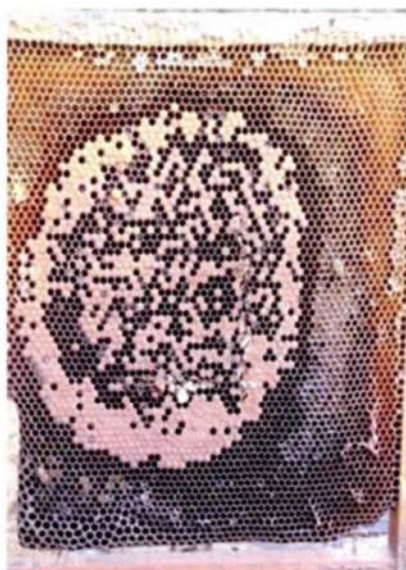


Foto 10. Baja supervivencia de la cría.

En el caso de las loques, la diferencia es notoria, En la loque americana (*Paenibacillus larvae*), los fallos en la cría están provocados por la muerte de las pupas, una vez operculadas, y aparecen esos opérculos dañados (**Foto 11**). Las pupas muertas se convierten en una masa chiclosa de color pardo que tiene un olor repugnante. En la loque europea (*Melissococcus pluton*), los problemas de la cría están provocados por la muerte de las larvas antes de la operculación y puede vérselas en el fondo de las celdillas, derrumbadas, de color blanco opaco o blanco sucio; las larvas que sobreviven y llegan a la operculación están sanas, y sus opérculos en buen estado (**Foto 12**).

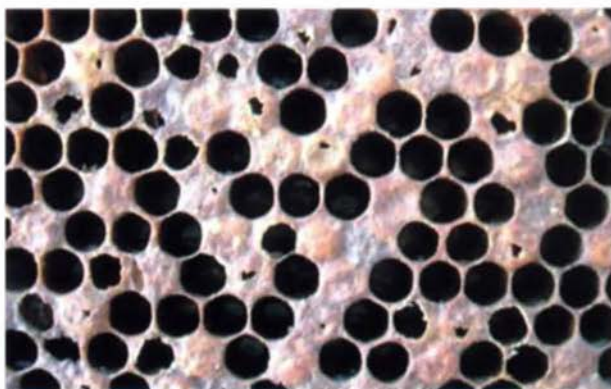


Foto 11. Loque americana.



Foto 12. Loque europea.

En el caso de la cría en cal (*Ascosphaera apis*), los problemas en la cría son debidos a la momificación de las prepupas atacadas por el hongo en los dos días posteriores al operculado. Las momias, blancas o negras, son claramente identificables en los panales, al fondo de las colmenas o de las piqueras (**Foto 13**).



Foto 13. Cría en cal.

En caso de nosema (*Nosema apis*, *N. ceranae*), puede existir manchas de deyecciones en la piquera, techo o/e interior de la colmena, pero lo más significativo es una mortandad más elevada de piquera, entre las que se encuentran bastantes abejas con el abdomen contraído (ver Foto 7), sobre todo después de algún golpe de frío. Si diseccionamos al pie de colmena las abejas sospechosas, pinzando el último anillo, torsionando y estirando, en las abejas sanas salen perfectamente primero la cloaca, posteriormente el intestino delgado y a continuación el grueso. En las abejas afectadas por nosema, se rompe la unión entre el intestino delgado y el grueso y este último no llega a salir al estar la estructura del tejido dañada por el ataque de este hongo. Evidentemente, una preparación microscópica o un análisis por PCR pueden acabar de aclarar la situación (**Foto 14**).



Foto 14. Disección de campo para observación de nosema.

En el caso de varroa (*Varroa destructor*), los problemas en la cría van acompañados de la presencia de celdillas de pupas desoperculadas, con la cabeza ya formada, a veces con los ojos ya coloreados, que han sido abiertas por las abejas con más comportamiento higiénico para desalojar a las varroas que estaban criando en su interior (**Foto 15**). Para reopercular estas celdas, las obreras levantan un poco más la pared de estas celdillas, lo cual es claramente visible.



Foto 15. Desoperculado por instinto de limpieza contra varroa (M. Varela).

En casos más avanzados, son observables abejas con las alas dañadas por el virus DWV, pues es transmitido por varroa.

Y, finalmente, una intoxicación, incluso subletal, de la colmena por plagucidas agrícolas, o incluso por los residuos de los acaricidas utilizados contra varroa, puede dar también una imagen de problemas de supervivencia en la cría, en mayor o menor grado (Orantes, 2010). En este caso, sólo un análisis de la cera (estos tóxicos son liposolubles) o del polen almacenado, puede sacarnos de dudas sobre el origen del problema.

LITERATURA CITADA

- Alaux, C.; Ducloz, F.; Crauser, D.; and Le Conte, Y. 2011.** Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biol. Lett.* 6: 562-565.
- Allsopp, M. 2006.** Analysis of *Varroa destructor* infestation of Southern African populations, M.Sc. Thesis University of Pretoria, South Africa. 92 p.
- Alvares, S. 2003.** Caracterización fenológica y productiva de 14 cv. de cerezo dulce en la zona de Quillota. V Región. Taller de licenciatura Ing. Agr. Quillota, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 135 p.
- Ansari M. and Davarynejad G.H., 2008.** Marked Improvement of Hungarian Sour Cherries by Cross-Pollination II: Fruit Quality. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7: 771-774.
- Araneda, X.; Breve R.; Aguilera J.; Tonatti M. y G. Lavin. 2006.** Evaluación de parámetros de rendimiento de raps (*Brassica napus* L) polinizado por abejas *Apis mellifera* L, en la comuna de Freire IX Región. Libro Resúmenes XXVIII Congreso Nacional de Entomología. Temuco 29-30 Noviembre-1 Diciembre 2006. p. 68-69.
- Benedek, P. and Nagy, Cs. 1996.** Flower constancy of pollinating honey bees on some fruit tree species. Proceeding 2nd International workshop on pollination. *Acta Hort.* 423:65.

- Benedek, P. and Ruff, J. 1998.** Flower constancy of honeybees and its importance during pear pollination. *Acta Hort.* (ISHS) 475:427-428.
- Benedek, P., Béres, I. and Nyéki, J. 1998.** Competition between pear flowers, flowering weeds and other fruit trees for honeybee pollination. *Proc. VII I. S. Pear Growing. Acta Hort.* 475: 417-426.
- Benedek, P. 2002.** Bee pollination of cultivated crop plants: a review of recent reserach results and the need of further studies. Bees without frontiers. *Proceedings of the Sixth European Bee Conference, Cardiff, 2002.* R. Jones. Cardiff, International Bee Research Association, 20-27.
- Blumenfeld, A. and S. Gazit. 1974.** Development of seeded and seedless Avocado fruits. *Journal of American Society Horticultural Science* 99 (5): 442-448.
- Calabrese, F. 1992.** El Aguacate. Ediciones Mundi-Prensa. España. 249 p.
- Castañeda-Vildózola A., Equihua-Martínez A., Valdés-Carrasco J., Barrientos-Priego A. F., Ish-Am G. y S. Gazit. 1999.** Insectos polinizadores del aguacatero en los estados de México y Michoacán. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 5: 129-136.
- Childers, N.F. 1973.** *Modern Fruit Science.* Fifth Edition. Rutgers University. USA. p. 134-135.
- Church, M.R. and Williams, R.R. (1983).** Comparison of the compatibility and metaxenia effects of several dessert apple and ornamental *Malus* cultivars with Cox's Orange Pippin. *J. of Hort.Sci.* 3: 343-347.

- Cooper, T. 1980.** Raleo en manzanos. Revista frutícola 1 (3): 31-33.
- Costa G.; Testolin R. and Vizzotto, G. 1993.** Kiwifruit pollination: an unbiased estimate of wind and bee contribution. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 21: 189-195.
- Crailsheim, K. 2011.** Energía y economía en una colonia de abejas. Campo y Abejas. 76: 9-11.
- Davenport, T.L.; Parnitzki, P.; Fricke, S. and Hughes, M.S. 1994.** Evidence and significance of self-pollination of avocados in Florida. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(5): 1200-1207.
- Davenport T.L. 1986.** Avocado flowering. Hortic. Rev. 8: 257-289.
- De Groot, A. P. 1953.** Protein and amino acid requeriment of the honeybee (*Apis mellifera* L.). Physiol. Comparata et Oecologia. 3 (283): 1 – 90.
- De La Cuadra, S. 2007.** Determinación de la actividad polinizadora de la abeja (*Apis mellifera*) en la polinización del palto en la zona central de Chile. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate) 2007. Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 Nov. 2007. ISBN 978-956-17-0413-8. 1999.
- De La Cuadra, S. 1999.** Importancia del manejo y calidad de las colmenas de abejas (*Apis mellifera* L.), en la polinización del palto (*Persea americana* Mill.). Revista Chapingo Serie Horticultura. 5: 145-150.
- Denney, J.O. 1992.** Xenia includes metaxenia. HortScience, v. 27, p. 722-727.

- Dibuz, E.; Benedek, P.; Soltesz, M. and Nyeki, J. 1998.** Relationship between the type of inflorescence and the bee pollination of pear cultivars. *Acta Horticulturae*(475): 223-230.
- Druzic, J. S.; Voca, Z.; Cmelik, N.; Dobricevic, B.; Duralija and M.B. Skendrovic. 2007.** Fruit quality of plum cultivars Elena and Bistrica. *Agric. Cons. Sci.*, 72:307-310.
- Ebert, A. and R.J. Bender, 1986.** Influence of an emulsifiable mineral oil on thinning effect of NAA, NAAM, Carbaryl and ethephon on apple cultivar Gala grown under the conditions of southern Brazil. *Acta Hort.*, 179: 667-672.
- Estay P., P. 2007.** *Bombus* en Chile: Especies biología y manejo. Colección Libros INIA. N° 22. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago. Chile. 82p.
- Evans, J.D.; Aronstein, K.; Chen, I.P.; Hetru, C; Imler, J-L.; Jiang, H.; Kanost, M.; Thompson, G.J.; Zou, Z. and Hultmark, D. (2006).** Immune pathways and defense mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect Mol Biol.* 2006 October 1; 15(5): 645–656.
- Farrar C.L. 1937.** The influence of colony populations on honey production. *J. Agric. Res.* 54: 945-954.
- Farrar, C. L. 1931.** The evaluation of bees for pollination. *Journal of Economic Entomology.* 24: 622-627.
- García, M. 1997.** Caracterización de la floración del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Hass, Fuerte, Gwen y Esther en Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agro-nomía, Quillota. 51 p.

- García García, D.; Mojas Mogollón, M.A.; Sánchez Nieves, J. 2006.** Contenido microbiológico cultivable del tracto intestinal y polen almacenado de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). Acta Biológica Colombiana, 11, 1: 123 – 129.
- Gil, G. 1992.** El raleo químico de manzanos. Revista Frutícola 13: 57-66.
- Gil, G. 1997.** Fruticultura: el Potencial Productivo. Santiago. Ediciones Universidad Católica de Chile. 333 p.
- Goldwin, G.K. and A.D. Webster. 1978.** Improving the fruit set of sweet cherry, *Prunus avium* L. cv. Early Rivers, with plant hormones. J. Hort. Sci. 53(4):283-290.
- Hopping M.E. and Simpson L.H. 1982.** Supplementary pollination of tree fruits. NZ Journal of Agricultural Research N°25 p. 245-250.
- Howpage D.; Spooner-Hart R. and Vithanage V. 1996.** A study of kiwifruit, *Actinidia deliciosa* cv. Hayward pollination in Australia. In: *Plant Reproduction 96*, Abstracts, 14th International Congress of Sexual Plant Reproduction. Melbourne: University of Melbourne Press. p. 119.
- Ish-Am, G. 2004.** Avocado pollination basic- a short review. 2do Seminario Internacional de Paltos. Valparaíso, Chile. p. 1-11.
- Ish-Am, G. 1995.** Aproximación cuantitativa a la polinización del palto. Actas del III Congreso Mundial del Palto. p. 46-51.
- Ish-Am, G. and D. Eisikowitch. 1998.** Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mill.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 73 (2) 195-204.

- Ish-Am, G. and D.Eisikowitch. 1993.** The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers and their contribution to is pollination. *Journal of Apicultural Research* 32(3/4): 175- 186.
- Jay D. and Jay, C. 1984.** Observations of honey bees on Chinese gooseberries (kiwifruit) in New Zealand. *Bee World* 65: 155-166.
- Johansson, T. 1959.** Tracking Honey Bees in Cotton Fields with Fluorescent Pigments. *Journal of Economic Entomology*. 52(4):572-577.
- Kamler, K. 2004.** Sobrevivir al límite. Ed. Destino. Barcelona. ISBN: 84-233-3741-3. 335 p.
- Kulczewski, M. 2004.** En Chile: nuevas tecnologías en producción de kiwi. *Chile Agrícola*. 29 (268) p. 98-101.
- Kleinschmidt, G. and Kondos, A. 1979.** Colony Management on Low Quality Pollens. *Australasian Beekeeper*. Vol. 81, N° 1, p. 5-6.
- Mata, B.I.; Corona G. y E. Padrón. 2001.** Las visitas de abejas por flor: Su efecto en la calidad de fruta de manzano Golden Delicious. *Revista Apitec* N° 27 p. 9-12.
- Mayer, D.F., C.A. Johansen and D.M. Burgett. 1986.** Bee pollination of tree fruits. A Pacific Northwest Extension Publication University of Idaho, Idaho. Bulletin N° 82.10p.
- Mayer, D.F. 1992.** Effective fruit set depends on good pollination plant. *The Good Fruit grower* 43(8) 28-29.
- Misleh, J. 1990.** Efecto de la cianamida hidrogenada en la fenología del cerezo en los cultivares Bing y Van. Tesis de grado Ing. Agr. Chillán. Universidad de Concepción 50 p.

- Neira, M.; Heinsohn, F. y Moramez, D. 2000.** Resúmenes de Tesis de Apicultura y Polinización. Ed. U. Austral de Chile 2000. p. 19 y p. 91.
- Nyeki, J. 1972.** Metaxenia studies of pear varieties, Acta Agron. Acad. Sci. Hungaricae 21:75–80.
- Ollerton, J.; Winfree, R. and Tarrant, S. 2011.** How many flowering plants are pollinated by animals ?. Oikos 120:321-326.
- Orantes-Bermejo, F.J.; Gómez Pajuelo, A.; Megías Megías, M.; and Torres Fernández-Piñar, C. 2010.** Pesticide residues in beeswax and beebread samples collected from honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) in Spain. Possible implications for bee losses. Journal of Apicultural Research 48(1): 243-250.
- Paes de Oliveira, V.T. y Da Cruz- Landim, C. 2003.** Morphology and function of insect fat body cells: a review. Biociencias, Porto Alegre, 11. (2): 195-205.
- Palmer-Jones T. and Clinch P.G. 1974.** Observations on the pollination of Chinese Gooseberry variety "Hayward" Journal of Experimental Agriculture, Nº 2 p 455-458.
- Parker, C. 1989.** Beehive management for crop pollination. In: Pollination Services, Proceedings of seminars Hobart and Deloraine. 19-20 september 1989. Dept. of Primary Industry, Tasmania.
- Peterson, P. 1956.** Flowering Types in the Avocado with Relation to Fruit production. California Avocado Society 1956. Yearbook. 40:174-179.

- Potts, SG; Biesmeijer, JC; Kremen, C; Neumann P; Schweiger, O; Kunin, W.E. 2010.** Global pollinators declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25:345:353. DOI:10.1016/j.tree.2010.01.007
- Reginato, G.; 1994.** Hacia una tecnificación del raleo de frutales. *Revista Aconex* 46:24-29.
- Reginato, G.; P. Valdés, y C. Castillo. 1998.** Raleo químico de manzanos var. Royal Gala con mezclas de ácido naftalén acético (ANA) y carbaryl. *Agricultura Técnica (Chile)* 59:169-177.
- Reginato M., G; Esguep G., F y Callejas R., R 2001.** Evaluación de raleadores químicos en manzanos var. Braeburn *Agricultura Técnica (Chile)* 61: 401-412.
- Root A, 2005.** El abc y xyz de la apicultura. *Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas.* Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 37ª edición. 723 p.
- Roversi, A. 1994.** Il Período utile di di impolinizzazione del ciliegio dolce. *Rivista di Frutticoltura* LVI(6): p. 53-55.
- Roversi, A.; Ughini, V. and Albanese, R. 1998.** Investigation on the overlapping flowering of 6 varieties of sweet cherry. *Acta Horticulturae* 468: 609-613.
- Ruz, L.; Navea, D. y Sepúlveda Y. 2011.** Digitalización de la colección de abejas nativas y silvestres de Chile, depositadas en el Laboratorio de Zoología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. http://www.biologiapucv.cl/p4_biol_pucv/site/edic/base/port/investigacion.html.

- Saieg, D. 2006.** Evaluación del comportamiento reproductivo y vegetativo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en función de la carga frutal presente. Taller de licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 119 p.
- Sanzol J. y Herrero M. 2001.** The effective pollination period in fruit trees. *Scientia Horticulturae*. Volume 90: 1-17.
- Sedgley, M. and W. J.R. Grant. 1983.** Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 18: 207-213.
- Sedgley, M. 1980.** Anatomical investigation of abscised avocado flower and fruitless. *Annals of Botany* 46:771-777.
- Socias, R. 1987.** La polinización de los frutales. Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación. España. N° 18 20 p.
- Somerville, D. 2008.** Fat bees, skinny bees. Australian Government. ISBN: 1 74151 152 6. 150 p.
- Stace, P. 1996.** Protein content and amino acids profiles of honeybee-collected pollens. *Bees'n Trees Consultatnts*. Australia. ISBN: 0-7310-2867-8. 115 p.
- Stösser R, Rasmussen H.; and Bukovac M (1969a).** A histological study of abscission layer formation in cherry fruits during maturation. *J. Am. Soc Hort Sci* 94:239-243.
- Stösser R.; and Anvari S.F. 1982.** On the senescence of ovules in cherries. *Scientia Horticulturae*. Volume 26:29-38.

- Standifer L.N. 1980.** Beekeeping in the United States. Agriculture Handbook. N° 335, p. 39-45.
- Tapia, P. 1993.** Aproximación al ciclo fenológico del palto cv. Hass para la zona de Quillota. Taller de licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 141 p.
- Thompson, M.. 1996.** Flowering, Pollination and fruit set. In: A.D. Webster y N.E. Looney. Cherries: crop physiology production and uses. London, Cab Internacional. p. 223-231.
- Testolin R.; Vizzotto G. and Costa G. 1991.** Kiwifruit pollination by wind and insects in Italy. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 19: 381-384.
- Tóth, M.; Gaál, M. and Bodor, P. 2005.** Metaxenic pollen effect of scab resistant apple cultivars on the fruit of apple. Int. J. of Hort. Sci. 11 (3): 47-52.
- Tufts, W.P. and Hansen, C.T. 1933.** Xenia and metaxenia in the Bartlett pear. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 30: 134-139.
- Urenda V, G. 1998.** Estudio de cuaja en cuatro variedades de cerezo dulce (*Prunus avium*) Early Burlat, Lapins, Santina, Van. Tesis (Ing. Agr.) Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía. 117 p.
- Vaissière B.E.; Rodet G.; Cousin M.; Botella L. and Torre Grossa JP. 1996.** Pollination effectiveness of honey bees Hymenoptera: Apidae) in a kiwifruit orchard. *Journal of Economic Entomology* 89: 453-461.

- Vásquez, A. and Olofsson, T. 2009.** The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research and Bee World*. 48(3): 189-195
- Vrecenar-Gadus, M. and N.C., Ellstrand. 1985.** The effect of planting on outcrossing rate and yield in the Hass avocado. *Scientia Horticulture*. 27:215-221.
- Webster, L. 2001.** A stricken sector of production in apiculture: bee-keeping, hit in full flight. *Scottish Beekeeper*. 78(10): 244-248.
- Webster A.D. 2002.** Factors influencing the flowering, fruit set and fruit growth of European pears. *Acta Horticulturae* 596 p. 699-709.
- Wertheim, S.J. 1996.** Methods for cross pollination and flowering assessment and their interpretation. *Acta Hort*. 423: 237-241.

