

Sergio de la Cuadra I.
Ingeniero Agrónomo
sergiodelacuadra@gmail.com

Facultad de Agronomía, P. Universidad
Católica de Valparaíso

Fernando Rodríguez A.
Biólogo, M.Sc.

INIA Región de Valparaíso

En Chile la productividad de la mayoría de las explotaciones comerciales de palto cultivar Hass es baja comparada con su rendimiento potencial y con el promedio de producción obtenido en países de características agronómicas similares. Las hipótesis que intentan explicar esta baja productividad son numerosas e incluyen factores ambientales, como el clima, suelo y manejo de variables agronómicas (riego, fertilización y poda, entre otras). Sin embargo, también existen factores biológicos que inciden fuertemente en la productividad, entre los que destaca el proceso de polinización.

Abejas y polinización

Los estudios en Chile y el extranjero han demostrado que, dadas las características de las flores y la compleja floración del palto, es imprescindible la participación de insectos que transporten el polen entre las flores. La abeja de miel es el insecto más importante que cumple este rol en las principales zonas productoras de Chile (cuadro 1).

La polinización es el proceso por el cual el polen se traslada desde las partes masculinas de la flor (antera del estambre) a las partes femeninas (estigma del pistilo) de la misma o de otra flor de la misma especie. En el caso del palto la flor es hermafrodita (posee pistilo y estambres), pero la maduración de sus órganos sexuales se produce generalmente desfasada, por lo que la autopolinización es casi nula. En el cultivar Hass la flor abre solo dos veces en su existencia. La primera, durante algunas horas de la mañana el estigma



Una planta adulta sana produce normalmente una gran cantidad de flores, que pueden alcanzar a millares, aunque una minoría se convierte en frutos maduros.

Manejo de abejas para la polinización de paltos

de su pistilo (órgano femenino) es receptivo y los estambres que generan el polen están inmaduros. Luego se cierra y solo vuelve a abrirse durante la tarde del día siguiente, cuando el estigma ya no está receptivo, y el polen sobre los estambres está apto, en un régimen de floración denominado tipo "A".

Existen otras variedades que tienen un régimen tipo "B", en que la primera

apertura de la flor es en la tarde y sólo con el estigma receptivo, cerrándose para volver a abrirse durante la mañana del día siguiente, con el polen disponible y el estigma no receptivo. Estas variedades tipo "B" son las que se utilizan como polinizantes y su manejo adecuado permite lograr una polinización cruzada.

Todo lo anterior implica que se requiere algún mecanismo efectivo que transpor-

Cuadro 1		
Importancia porcentual de los principales insectos en la polinización del palto cv. Hass según su visita a las flores		
Nombre	Quillota (%)	La Ligua (%)
Abeja de miel, <i>Apis mellifera</i> (Fam. Apidae)	88,0	82,8
Abeja nativa, <i>Colletes seminitidus</i> (Fam. Colletidae)	6,5	3,6
Abeja nativa, <i>Corymura cbloris</i> (Fam. Halictidae)	1,6	2,2
Moscas sírfidas (Fam. Syrphidae)	3,9	10,4
Coleópteros cléridos (Fam. Cleridae)	0,0	1,1

Valor porcentual: (Nº individuos/m² x Nº de flores visitadas/min.)
Fuente: Tesis Fac. Agronomía PUCV (2002). Evaluación de la actividad de *Apis mellifera* y otros insectos asociados a la floración del palto en dos localidades de la Región de Valparaíso.

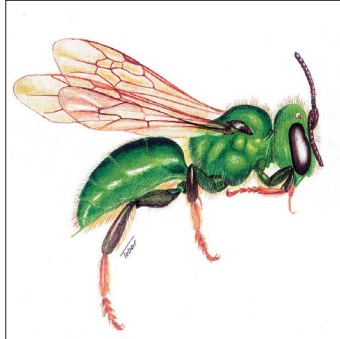
te el polen entre flores diferentes. Dado que los granos de polen del palto tienden a pegarse unos a otros, la contribución del viento (o polinización anemófila) es poco probable. Ello explica que este frutal sea una de las especies de reconocida dependencia de las abejas (u otros insectos), lo que se denomina polinización entomófila.

Para una polinización efectiva, varios granos de polen deben ser depositados sobre la superficie del estigma en su momento receptivo. Sobre el estigma el polen germina, crece y desarrolla el tubo polínico por el que viaja el núcleo espermático para llegar al óvulo, donde se produce la fertilización y, posteriormente, la formación de la semilla. Los procesos fisiológicos vinculados a la apertura floral, desarrollo del tubo polínico y viabilidad del óvulo están asociados a una temperatura ambiente superior a 13°C. Los insectos también dependen de la temperatura para desarrollar sus actividades. Por ejemplo, las abejas comienzan a ser activas y a recolectar polen y néctar sobre la misma temperatura indicada.

Insectos asociados a las flores del palto

El palto florece en racimos compuestos o panículas de hasta un centenar de pequeñas flores localizadas en los extremos de los brotes o en las axilas de las hojas de los brotes. Una planta adulta sana produce normalmente una gran cantidad de flores, que pueden alcanzar a millares, aunque solamente una fracción muy pequeña de ellas se convierte en frutos maduros. Las flores son de un verde amarillento, poco vistosas, pequeñas y de escasa fragancia, lo que puede parecer poco atractivo para los insectos. Sin embargo, producen néctar y polen que atraen a una alta diversidad de insectos (cuadro 2). Entre los diferentes órdenes de insectos que se pueden observar, los himenópteros son los más diversos, encontrándose incluso algunas abejas nativas (figura 1).

Figura 1. *Corynura chloris*, abeja nativa que contribuye a polinizar el palto (ilustración de Carmen Tobar, PUCV).



En zonas de clima mediterráneo como Chile, se ha determinado que la abeja de miel (*Apis mellifera* L.) contribuye en más de un 80% al proceso de polinización del palto.

Para las abejas el néctar del palto puede constituirse en una fuente nutritiva muy importante, lo que no sucede con el polen. Estudios realizados en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso señalan que el polen del palto constituye un porcentaje inferior al 3,5% del total colectado por las abejas. El polen de la flor del palto no sería preferido por la abeja de miel, como fuente proteica y vitamínica, debiendo buscar otras flores para obtenerla.

Entre las abejas recolectoras de la colmena, un grupo colecta néctar, otro néctar y polen, y una fracción menor sólo polen. Estas últimas visitan únicamente flores masculinas y no contribuyen en forma directa con la polinización, mientras que aquellas que van por néctar o néctar y polen, visitan flores en estado femenino y masculino. Esto es muy importante, por-

que implica que la flor del palto es polinizada por los granos de polen transportados a la flor femenina sobre diversas partes del cuerpo de las abejas que recolectan néctar, indistintamente de flores masculinas y femeninas.

La experiencia muestra que la producción de néctar es variable entre temporadas, aun habiendo una floración similar. Hay años en que se cosecha miel de palto y en otros no. La situación probablemente se relaciona con algún efecto del ambiente sobre la fisiología del palto.

Una oferta diversificada de fuentes de néctar en el huerto o sus alrededores es un factor que afecta la polinización. El néctar de las flores de los cítricos es más atractivo, por lo tanto su presencia floreciendo al mismo tiempo tendrá un efecto negativo sobre la tasa de polinización del palto. Asimismo existen especies vegetales nativas o malezas que "compiten" con la flor del palto por la atracción de polinizadores. La acción de las abejas también es afectada por el tamaño de los huertos. Por ejemplo en los de menos de 5 hectáreas, las abejas pueden preferir otras especies, a diferencia de huertos grandes, donde la oferta de otras plantas es menor. En estos casos debe manejarse la cantidad de abejas en cada huerto.

Polinizantes y su distribución

Particularmente en la variedad Hass, desde la etapa de diseño del huerto debe considerarse la incorporación intercalada de variedades polinizantes tipo "B". Se cree que el ciclo floral antes descrito favorece la polinización cruzada que contribuye a dar una mayor resistencia al fruto ante situaciones de estrés del árbol. Los estudios demuestran que las variedades a utilizar para obtener una polinización efectiva dependen de la zona. Por ejemplo, el cultivar Ettinger es efectivo en Israel, Edranol en Chile y Zutano, Fuerte y Bacon en California.

Cuadro 2

Número de especies de insectos detectados durante la floración del palto cv. Hass, Región de Valparaíso		
Orden insectos	Quillota	La Ligua
Abejas/avispa: Hymenoptera	10	13
Moscas: Diptera	11	11
Coleópteros: Coleoptera	8	11
Chinches: Homoptera	0	3
Mariposas: Lepidoptera	1	1
Total especies	30	39

Fuente: Tesis Fac. Agronomía PUCV (2002). Evaluación de la actividad de *Apis mellifera* y otros insectos asociados a la floración del palto en dos localidades de la Región de Valparaíso.

Los aspectos más importantes en la selección de un cultivar polinizante son la compatibilidad del ciclo floral con el del cultivar Hass, y la cantidad suficiente de polinizantes distribuidos de modo de maximizar la posibilidad de que el polen llegue en la cantidad y oportunidad necesarias. El mejor efecto se obtiene cuando están próximos a los árboles Hass, ya que las abejas tienden a visitar en un mismo vuelo un área que no sobrepasa de 3 árboles. Existe una combinación que implica incluir un 11% de plantas polinizantes para obtener un diseño que siempre deja un árbol polinizante rodeado de Hass (figura 2).

Roles del agricultor y apicultor

El proceso de polinización considera una participación activa del agricultor y del apicultor que arrienda sus colmenas. Ambos tienen responsabilidades para obtener el mejor resultado. El agricultor debe tener su plantación en condiciones adecuadas en cuanto a polinizantes, poda, fertilización, riegos, libre de plagas, enfermedades y malezas que puedan interferir. La responsabilidad del apicultor es aportar las colmenas en buenas condiciones. Esto significa que las colmenas tengan una buena población tanto de abejas recolectoras como crías, ya que estas últimas estimulan a las abejas a recolectar polen y néctar para su alimentación.

El apicultor, además, debe cumplir con la fecha que le han indicado como la más efectiva para llegar con las colmenas. En caso de muerte de colmenas o detección de colmenas que no cumplen con las condiciones mínimas, deben ser repuestas. En caso de hacer manejos específicos durante la floración para optimizar la polinización, el apicultor debe participar activamente, vigilando el estado de las colmenas o alimentándolas si fuese necesario.

El éxito del proceso es clave para que el agricultor mantenga su actividad, y así

vuelva a solicitar los servicios del apicultor durante las temporadas siguientes.

La colmena estándar

Aunque no existe una definición clara acerca de qué es “una buena colmena para polinizar”, hay aproximaciones que deben ser compartidas por el agricultor y el apicultor. Frecuentemente se considera el peso de las colmenas o la presencia de alzas en ellas como una referencia de calidad. Estos parámetros no siempre reflejan una buena colmena, ya que el peso puede indicar mucha miel, pero no necesariamente una adecuada población de abejas recolectoras. Tampoco la presencia de una o más alzas es suficiente, ya que pueden estar vacías o la colmena puede no tener reina o crías. La condición más relevante es la presencia de una reina joven y en postura, y una población abundante de abejas: 7 a 8 marcos con abejas, de los cuales 4 a 5 deben tener crías. Otro factor importante es que la colmena esté libre de parásitos o enfermedades como varroasis, nosemosis, acariosis, loque y otras plagas que disminuyan su actividad.

Una de las mejores formas de reconocer la calidad polinizadora de una colmena, es observar el flujo de abejas por la piquera. Se estima que la entrada de 60 abejas por minuto, contabilizadas a mediodía, con temperatura ambiente sobre 20°C, indica una adecuada población de recolectoras.



En huertos de paltos en plena floración, las abejas recolectoras trabajan en un radio que no sobrepasa los 250 metros de la colmena.

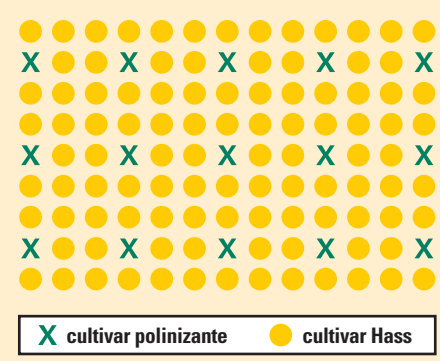
Así, el agricultor chequea de una manera fácil y rápida si las colmenas se encuentran en condiciones de cumplir su objetivo. Es importante que esta prueba sea realizada por ambos interesados, quienes acordarán las acciones a tomar si alguna de las colmenas no cumple la “norma”.

Manejo de colmenas durante la polinización

Para lograr una polinización más eficiente, se recomienda:

Inicio de la polinización: es conveniente que las colmenas lleguen al huerto una vez iniciada la floración, para evitar que las abejas busquen otras fuentes de alimento atractivas. Es aconsejable ingresar las colmenas en dos parcialidades: la mitad cuando exista al menos un 10% de floración y la otra mitad cuando el huerto está en plena floración. Una alternativa práctica es incorporar las colmenas en forma escalonada, llegando al total durante plena floración. Es muy importante que

Figura 2. Diseño de huerto de palto Hass considerando 11% de árboles polinizantes.





las abejas estén presentes en los huertos durante todo el periodo de floración. Algunos apicultores dejan definitivamente durante todo el año las colmenas en el huerto, lo que disminuye los costos, estrés y pérdidas de abejas que implica el transporte masivo del material biológico en un periodo reducido.

Distribución y orientación de las colmenas: en huertos de paltos en plena floración, las abejas recolectoras trabajan en un radio que no sobrepasa los 250 m de la colmena. Por lo tanto se recomienda distribuir homogéneamente los grupos de colmenas a una distancia menor a 200 m, abarcando todas las plantas con la actividad de las abejas, para que no queden “lagunas” sin polinizar. Dado que muchos de los huertos no consideran espacios para las colmenas, a menudo no hay posibilidad de escoger y se debe usar lo que exista disponible.

Las colmenas deben ser ubicadas de preferencia en lugares asoleados, con la

piquera mirando al norte u oriente y sobre banquillos que las aislen de la excesiva humedad natural o la generada por los equipos de riego. Esta orientación permite que la radiación solar directa seque la humedad antes de que se acumule en el área de la piqueta.

En las plantaciones en laderas, la distribución y orientación óptima es más difícil comparada a los terrenos planos. Lo mismo ocurre con la estabilidad del material; es común que se produzcan volcamientos de las colmenas, en especial luego de una lluvia de intensidad media a alta.

Cantidad de colmenas: actualmente en nuestro país se utilizan 10 colmenas por hectárea (ha) y no se considera otros factores que influyen en el proceso de polinización, por ejemplo, la cantidad de flores de otras plantas –sean de malezas u otros cultivos, como cítricos– que compiten con las del palto, y la superficie que debe ser polinizada. En el extranjero los especialistas recomiendan 8 colmenas/ha en “años normales”; 4 ó menos en años secos y 10 ó más en años con precipitaciones abundantes que originan floraciones en otras plantas que atraen también a las abejas.


Cuando el cultivo a polinizar presenta dificultades, por ejemplo una época muy temprana de floración, incompatibilidad de los polinizantes, distribución o mala

calidad de las variedades polinizantes, o cualquier otro factor que influya negativamente, conviene aumentar la cantidad de colmenas/ha, ya que es la manera más segura de incrementar la cantidad de abejas en las flores y, por lo tanto, tener una mayor polinización. Si el huerto es suficientemente grande y las abejas no disponen de flores alternativas, probablemente menos de 10 colmenas/ha serán suficientes para una polinización efectiva.

Control de hormigas y malezas: la hormiga argentina *Linepithema humile* (Mayr) es uno de los peores enemigos de las colmenas. Ingres a ellas para extraer la miel y transportarla a sus nidos, ocasionando en poco tiempo que la colonia abandone la cámara de cría y alzas. Las colmenas deben colocarse sobre banquillos que permitan monitorear y controlar permanentemente las hormigas.

La presencia de malezas que obstruyan la piqueta o permitan el ascenso de hormigas es otro factor que debe ser monitoreado y manejado siempre.

Otras consideraciones: durante los días calurosos y secos las abejas necesitan agua para diluir los azúcares cristalizados del néctar. Se sugiere disponer recipientes con agua sobre una plataforma flotante para evitar que las abejas vuelen grandes distancias buscando una fuente de agua.

El costo promedio de arriendo de una colmena es cercano a \$18.000. Actualmente el palto es el cultivo frutal que más abejas demanda en Chile por concepto de arriendo para polinización. Esta tendencia sigue en aumento por la superficie que sigue incrementándose y que en la actualidad llega a 25.000 ha. A razón de 10 colmenas por hectárea, se requieren más de 250.000 colmenas para satisfacer la demanda de polinización en palto; al valor de arriendo indicado y con el tipo de cambio a 525 por dólar ese número de colmenas representa un negocio de 8,5 millones de dólares. 

Abeja realizando polinización en palto.

