



Fraunhofer
CHILE

CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE SISTEMAS- AGROALIMENTOS E INGREDIENTES NATURALES

POLINIZACIÓN Y AGRICULTURA SUSTENTABLE





EVOLUCIÓN DE LA POLINIZACIÓN

En el éxito evolutivo de las plantas con flores y su alta diversificación, los insectos —a través del proceso de polinización— han desempeñado un papel de gran importancia.

Polinización es la transferencia de polen desde el órgano reproductivo masculino de una flor al órgano femenino de otra flor. La polinización cruzada ocurre entre individuos diferentes de la misma especie. Si el polen es compatible, ocurre la fecundación del óvulo y la formación del fruto (Fig. 1).

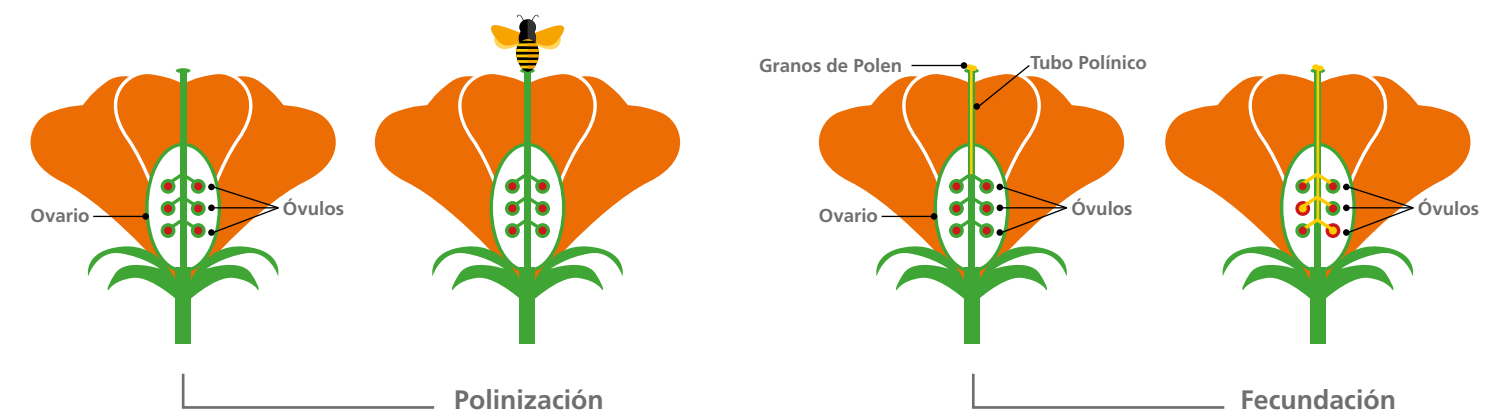


Figura 1. Procesos de polinización y fecundación

LA POLINIZACIÓN, FACTOR CLAVE EN LOS CULTIVOS

- Aumenta el tamaño, la uniformidad, la cantidad y la calidad (textura y sabor) de los frutos
- Contribuye al 35% de la producción agrícola del mundo¹
- Aumenta la vida útil de los frutos
- Incrementa la capacidad germinativa de las semillas
- Contribuye a la cuaja de los frutos
- Reduce la caída del fruto durante el crecimiento

¹ Klein et al. 2007



ABEJA MELÍFERA COMO POLINIZADOR

De todos los insectos, la abeja de miel (*Apis mellifera* L.) es el polinizador de huertos comerciales más eficiente, de mayor población y posibilidades para ser manejado por el hombre. Por este motivo, mejorar las prácticas de polinización es un desafío de primera importancia y una necesidad para apicultores y agricultores.

La fortaleza de la colmena (número de individuos) está directamente relacionada con la eficiencia de polinización²: una alta población de abejas tiene una mayor proporción de pecoreadoras que buscan néctar y polen entre las flores del huerto, lo que aumenta las probabilidades de ocurrencia de polinización (Fig. 2).

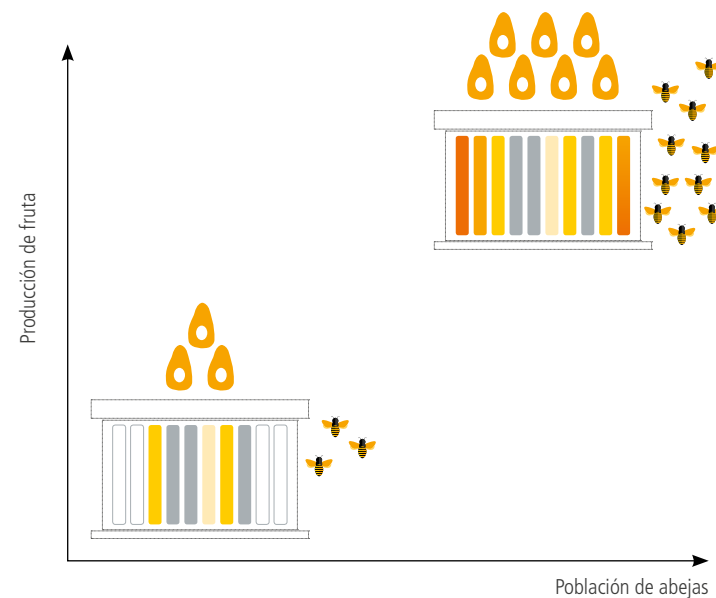


Figura 2. Eficiencia de polinización según fortaleza de la colmena

El principal servicio de las colmenas es la polinización, pero ¿son dependientes nuestros cultivos de la polinización por abeja melífera? (Fig. 3).

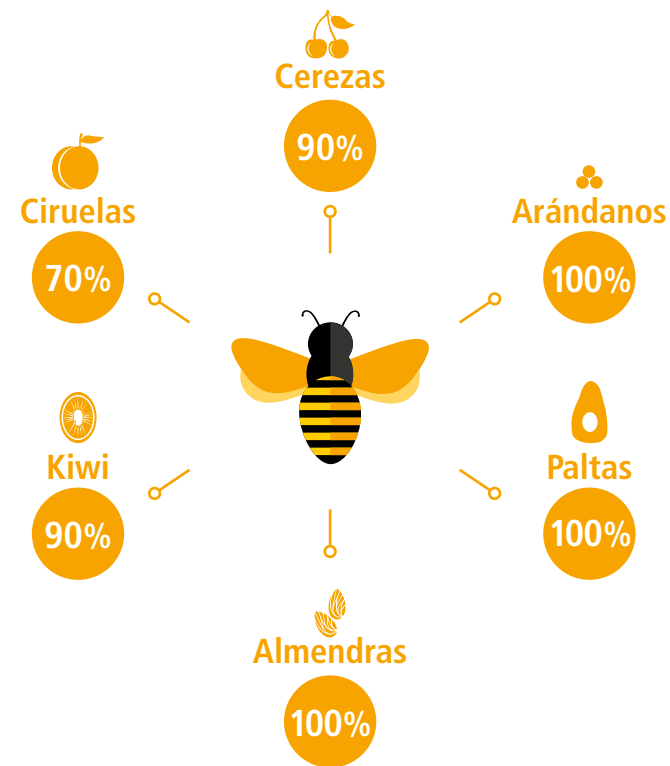


Figura 3. Expresión de dependencia de polinización de frutales³.

RECOMENDACIONES

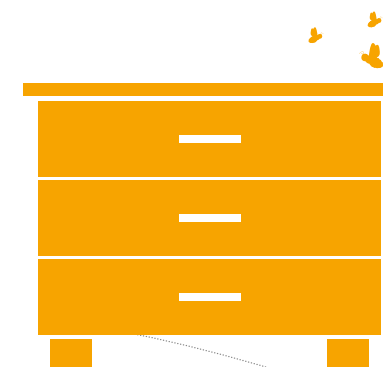
Dada la importancia económica que tiene el proceso de polinización tanto para el apicultor como para el agricultor, es necesario que ambos trabajen de manera coordinada y profesional para obtener los mejores resultados. Con este fin es que se entregan las siguientes recomendaciones.

Recomendaciones para el Apicultor

¿Cómo deben prepararse las colmenas destinadas a polinización?

La calidad del servicio de polinización es el resultado de un trabajo previo en las diferentes etapas y actividades asociadas al manejo apícola.

Como guía de este trabajo se sugiere tener presente el calendario que se muestra en la Tabla 1, detallando además las actividades asociadas a cada una de las etapas.



² De la Cuadra, 2015
³ Monck, 2008

Tabla 1. Actividades asociadas a cada etapa del trabajo apícola en la Región Metropolitana

Preparación para la invernada	Invernada	Post invernada y pre cosecha	Cosecha
MAR / ABR / MAY	MAY / JUN / JUL / AGO	AGO / SEP	OCT / NOV / DIC / ENE / FEB
Limpieza del apiario. Limpiar bajo la colmena y frente a la piquera. Mantener el emplazamiento libre de pasto y malezas. Vigilar la inclinación de las colmenas y la separación del terreno.	45 días antes de llevar colmenas a polinizar, dar alimentación estimulante. Prestar especial atención a las colonias que polinizan almendro y ciruelo*.	Limpieza del apiario. Limpiar bajo la colmena y frente a la piquera. Mantener el emplazamiento libre de pasto y malezas.	Limpieza del apiario. Limpiar bajo la colmena y frente a la piquera. Mantener el emplazamiento libre de pasto y malezas.
Distribuir los panales en las alzas, organizando la estructura de la colonia. Retirar los marcos estirados que sobran y almacenarlos en la bodega.	Estar atento a las reservas alimenticias de las colmenas. Alimentar con jarabe concentrado (2:1) o jarabe de fructosa (80% azúcares y 20% agua).	Alimentación estimulante. Asegurar agua para consumo de las abejas.	Revisión de control a las colmenas. Crecimiento vertical según fortaleza. Fusión de colmenas. Nivelación del apiario.
Eliminar las láminas no obradas. Eliminar los panales viejos y defectuosos y retirar alzas vacías. Fundir cera.	Limpieza del apiario. Limpiar bajo la colmena y frente a la piquera. Mantener el emplazamiento libre de pasto y malezas.	Alambrado y laminado de los cuadros. Introducción de láminas de cera estampada para el estirado.	Cosecha de limpieza.
Evaluar la conducta a seguir con las colmenas débiles. De ser necesario, fusionar colmenas.	Después de un temporal o mal tiempo, revisar la integridad física de las colmenas.	Revisión y renovación de la cámara de cría.	Cosecha de producción. No esquilmar las colmenas en la cosecha, de modo que llegue con reservas de alimento a la invernada.
Asegurar que la colmena quede con reservas suficientes de miel y polen para la invernada. Suministrar alimentación. Incluir la fuente de agua potable.	Fusión de colmenas de ser necesario. Tratar de manipular las colmenas lo menos posible.	Formación de núcleos. Creación de nuevas familias con reinas de origen conocido y fecundadas. Cambio de abeja reina o introducción de reinas fecundadas. Impedir la presencia de colmenas huérfanas.	Eliminar las crías de zánganos que puedan estar presente en las colonias.
Reducir piqueras y eliminar piqueras adicionales.	Desinfección y reparación de materiales. Repintar cajas.	Control de la enjambrazón.	Labores de limpieza en la sala de cosecha. Separar las áreas limpias de las sucias.
Limpieza interior de la colmena. Higienización del piso.	Realizar los trabajos de bodega. Alambrado y laminado de los cuadros. Fundir cera.	Introducción del panal trampa de zánganos (no más de uno por colmena). Eliminar las crías de zánganos presentes en las colonias.	Registro de la producción alcanzada por colmena y de otras actividades técnicas.
Monitoreo de <i>Varroa</i> y <i>Nosema</i> . Aplicar tratamientos**.		Monitoreo de <i>Varroa</i> y <i>Nosema</i> . Aplicar tratamientos en caso necesario, de preferencia orgánico.	Asegurar agua para consumo de las abejas.
Limpieza y organización de los materiales apícolas en la bodega. Desinfección y reparación de materiales. Repintar cajas.			

*En junio no existen néctares naturales disponibles para las abejas. La alimentación estimulante se aplica en jarabe preparado con azúcar y agua en proporción 2:1, y hervido.

**Tratar con tasas de infestación \geq 3%. Para pre-invernada en Canadá se recomienda aplicar tratamientos contra *Varroa* cuando las tasas de infestación en abejas adultas superan 4%, para evitar mortalidad en invierno y en post-invernada; cuando éstas son mayores a 2%, el tratamiento es sugerido para evitar pérdidas en la producción de miel⁴. En Alemania, tasas de infestación en abejas de invierno de 7% provoca el colapso de la colonia⁵. Se sugiere tratamientos con productos registrados por el SAG, no artesanales ni recomendados para otra especie, respetando instrucciones de etiqueta. Monitorear la eficacia post-tratamiento. Priorizar productos orgánicos. Tratar todos los apiarios en un radio de 3 km en la misma fecha.

⁴ Curie y Gatién 2006
⁵ Rosenkranz et al. 2010



Floración y polinización

El servicio de polinización depende tanto de factores de manejo (apícolas, agrícolas) como ambientales (estación del año, floración), lo que se traduce en diferente oferta/demanda de colmenas según zonas geográficas, meses y/o tipo de cultivo (Tabla 2).

Tabla 2. Calendario de floración y requerimientos de colmenas para polinización por cultivo en la Región Metropolitana

Cultivo	Colmenas/ha	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALMENDRO*	10								●				
CIRUELO*	10								●	●			
CEREZO	10 - 12									●	●		
PALTO	10										●	●	
KIWI	10 - 12											●	

*Particularmente, en huertos de almendro y ciruelo, el apicultor debe preparar las colmenas destinadas a polinización en meses en que aún las temperaturas son bajas para la labor de las abejas. En este caso, debe estimular la postura de la reina de manera artificial 45 días antes, con jarabe de azúcar (concentración 2:1) y suplementos proteicos que contengan como mínimo 30% de polen.



Características de una colmena de abeja de miel para polinización

En términos de la preparación que requieren las colmenas para sobrevivir el invierno y llegar con una población adecuada a la polinización de frutales en la Región Metropolitana, nuestro estudio evidencia un bajo número de marcos que contienen cría abierta y operculada a lo largo del año, en particular en meses previos a la invernada (abril – mayo), y en período de polinización de huertos (septiembre – octubre). El número de marcos con cría en la etapa de polinización en las colmenas analizadas fue inferior a lo recomendado por la Norma Chilena de Polinización (NCh3255) (Fig. 43).

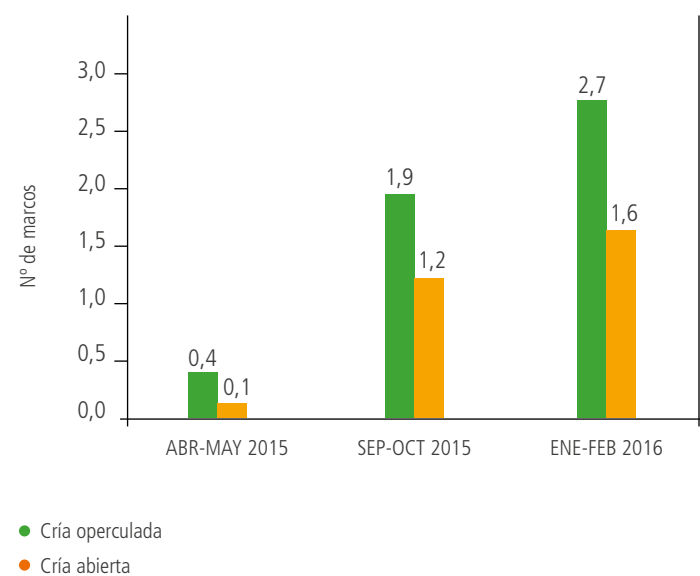


Figura 43. Número de marcos con cría en distintos momentos del año.

Aunque no existe una clara descripción acerca de la calidad de una colmena para polinización, existen aproximaciones que deben ser compartidas por el agricultor y el apicultor. El tamaño y composición adecuada de la colonia tipo Langstroth para polinizar, se debe basar en el número de marcos cubiertos con abejas y crías⁶. De los 10 marcos que tiene la colmena de un cuerpo (cámara de cría), 7 a 8 de ellos debieran contar con 75% de su superficie cubierta con abejas adultas por ambos lados, alcanzando alrededor de 3.000 individuos.

Las crías deben ser abundantes y en diferentes estados de desarrollo (huevos, larvas y celdas operculadas que contienen pupas) para estimular a las recolectoras de polen (25% del total que forrajean) en la búsqueda de alimento y para el reemplazo de las abejas que mueren por desgaste. Una colmena con 6 marcos, que tenga alrededor de 60% de crías, tendrá el equivalente a 3,6 marcos llenos⁷. También debe disponer de reservas de miel suficientes mientras se encuentran en cultivos, sobre todo si existe déficit de néctar. Para la mayoría de los casos, las colmenas deben tener al menos el equivalente a dos marcos llenos con miel. De modo que la estructura óptima de una colmena destinada a polinización sería la siguiente (Fig. 44).

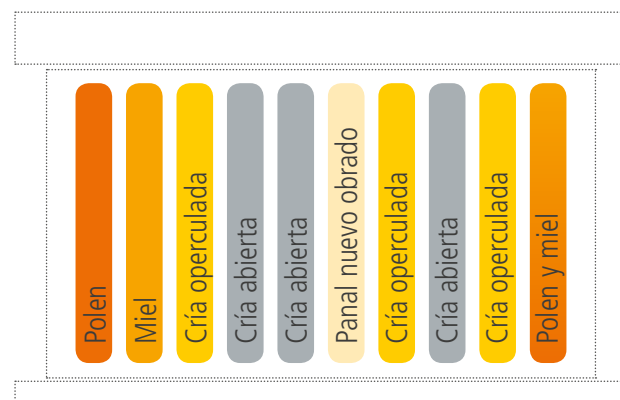


Figura 44. Estructura óptima de una colmena destinada a polinización

Manejo de colmenas durante la polinización

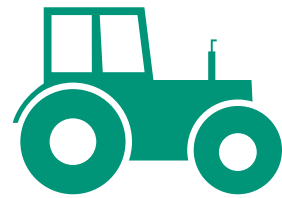
Los apicultores deben cumplir requisitos técnicos de buenas prácticas en el manejo de sus colmenas, que conduzcan a mayor eficiencia en la actividad polinizadora de la abeja melífera. Con este fin se recomienda, específicamente:

1. **Trasladar las colmenas al huerto cuando en éste exista alrededor de 10% de floración. Evitar la pérdida de abejas durante el traslado.**
2. **Asegurar que cada colmena tenga un número adecuado de marcos de cría.**
3. **Seleccionar lugares de fácil acceso y soleados para la ubicación de las colmenas. Utilizar banquillos, no ubicar la colmena directamente en el suelo.**
4. **Establecer grupos pequeños de colmenas (4 a 8) de manera uniforme en el huerto, a no más de 250 metros de distancia entre sí.**
5. **Orientar las piqueras hacia la salida del sol y contra la dirección del viento. Evitar la presencia de obstáculos en las piqueras.**
6. **Asegurar la presencia de fuentes de agua potable para las abejas.**
7. **Ante aviso de aplicación de agroquímicos, tome las medidas necesarias para evitar pérdida de abejas.**
8. **Realizar monitoreo sistemático de la población de abejas y del estado sanitario y nutricional de las colmenas.**
9. **Evitar la enjambrazón y la presencia de colmenas huérfanas.**
10. **De ser necesario, alimentar las colmenas (con jarabe y/o sustituto de polen) para evitar una posible disminución de la población.**
11. **Impedir que la cámara de cría se bloquee con polen.**

⁶ Goodwin 2012
⁷ De la Cuadra 1999



Recomendaciones para el Agricultor



¿Cómo generar condiciones para maximizar la producción de fruta a través de la polinización?

La calidad del servicio de polinización prestado por apicultores impacta directamente sobre la cantidad y calidad de la producción de fruta. Sin embargo, las condiciones físicas del huerto y el manejo del agricultor son aspectos clave para alcanzar una buena producción.

- 1 Reconocer el valor económico (en términos de producción de fruta) de la polinización por abeja de miel con el fin de velar, junto al apicultor, por el cumplimiento de las condiciones necesarias para una labor eficiente de las abejas en el huerto.**
- 2 Para minimizar los efectos adversos a las personas y al ambiente y en particular sobre las abejas, se sugiere un manejo adecuado de productos químicos por su efecto directo e indirecto sobre las abejas melíferas (Fig. 45).**
- 3 De ser necesario el uso de plaguicidas, se recomienda aplicar solo productos autorizados por el SAG. Respetar y cumplir las indicaciones establecidas por el fabricante y dispuestas en la etiqueta.**
- 4 Mantener en el huerto una alta diversidad de flora acompañante (plantas nativas en borde y malezas en entrehileras) siempre que ésta no sea hospedera de plagas que limiten la producción.**
- 5 Acordar con el apicultor (sugerido a través de un contrato) el momento de ingreso al huerto de las colmenas para polinización y un lugar apropiado de ubicación de las colmenas en el huerto.**
- 6 Prevenir la intoxicación de las abejas coordinando con el apicultor las aplicaciones de agroquímicos. Evitar la aplicación de productos químicos cuando estén las colmenas en el huerto y las abejas en forrajeo.**
- 7 Disponer de fuentes de agua potable para que beban las abejas, elemento fundamental para una buena labor de éstas. Cuidar de no contaminar las fuentes de agua.**

GUÍA PARA UN ACUERDO DE POLINIZACIÓN

En su forma más básica, un contrato de polinización significa que un apicultor acepta colocar sus colmenas en la propiedad de un agricultor durante la floración de su huerto. Por su parte, el agricultor se compromete a pagar al apicultor una suma de dinero, por lo general, en función de cada colmena. La importancia económica que tiene el proceso de polinización para ambos productores deriva en la necesidad de establecer un acuerdo base que incluya requisitos mínimos considerando la protección frente a cuestiones legales y de responsabilidad que un contrato formal puede ofrecer.

Existen numerosos ejemplos de acuerdos y contratos disponibles proporcionando diferentes perspectivas y nivel de detalles. Sin embargo, en este contexto, la información contenida en este anexo solo tiene el propósito de ser una guía para la confección de un acuerdo o contrato de servicio de polinización entre apicultor y agricultor.

Términos del Contrato

- Debido a que el comienzo de la floración de cada huerto es variable, el agricultor y el apicultor deben estar de acuerdo en un plazo de preaviso*, luego del cual las colmenas (o un porcentaje de ellas) deben ser ingresadas al huerto
- La duración del servicio de polinización se debe especificar por el agricultor, quien además señalará mediante un preaviso* la fecha de retiro de las colmenas

Condiciones de pago

- Acordar el precio por colmena especificando el número de marcos poblados de abejas adultas y marcos con crías (según lo conversado), y la presencia de reina fecundada en postura, para prestar el servicio de polinización
- Número, distribución y ubicación específica de las colmenas en el huerto
- Fecha de vencimiento del pago y cualquier cargo adicional por retraso
- Indicar expresamente la forma de compensación al agricultor por desviaciones en el tamaño mínimo de las colmenas acordado
- Indicar la forma de compensación al apicultor por movimiento adicional de las colmenas ya instaladas en el huerto (por ejemplo, en casos en que el agricultor requiera aplicar plaguicidas)
- Indicar la forma de compensación al apicultor por pérdida o daño de colmenas que ocurrieran por mal manejo del huerto por parte del agricultor (por ejemplo, robo de colmenas o muerte de abejas por aplicación de plaguicidas)

Responsabilidades del apicultor

- El apicultor se compromete a ingresar y retirar las colmenas dentro de un período de tiempo acordado, luego del preaviso* del agricultor
- El apicultor se compromete a proporcionar colmenas con la estructura poblacional previamente acordada con el agricultor
- El apicultor abrirá colmenas para demostrar que se cumple con las condiciones de tamaño mínimo acordadas. Alternativamente, un tercero habilitado para ello, puede verificar y validar el estado de las colmenas
- El apicultor mantendrá las colmenas en las condiciones (físicas, poblacionales y sanitarias) acordadas mientras dure el contrato
- El apicultor asumirá el costo por daño causado a las colmenas cuando, existiendo un preaviso* del agricultor por aplicación de plaguicidas, el primero no tome las medidas que aseguren el resguardo de sus abejas

Responsabilidades del agricultor

- El agricultor, a través de un preaviso*, informará al apicultor para el ingreso e instalación de las colmenas en el huerto cuando éste alcance un porcentaje apropiado de floración, y de la misma forma para el retiro de las colmenas antes que expire el contrato
- El agricultor proveerá de sitio(s) adecuado(s) para el emplazamiento de las colmenas. También permitirá el acceso al apicultor y sus vehículos para las actividades de mantenimiento de las colmenas durante el período de polinización
- El agricultor se compromete a proporcionar una fuente de agua potable no contaminada a las abejas y que se brinde en bebederos apropiados para el consumo de los insectos. Esta fuente debe estar ubicada a una distancia no mayor a 1 km respecto al punto donde se encuentren las colmenas
- El agricultor compensará al apicultor por el daño, destrucción o pérdida de colmenas mientras éstas se encuentren en el huerto
- El agricultor asumirá la responsabilidad por cualquier incidente en que personas o animales (asociadas o ajenas al huerto) sufran picaduras por las abejas que prestan el servicio de polinización
- El agricultor se compromete a extender un preaviso* al apicultor de cualquier aplicación de plaguicidas en el huerto o en áreas colindantes que puedan comprometer la integridad de las abejas durante la prestación del servicio de polinización. Al no informar, el agricultor asume la responsabilidad por daños a las colmenas debido al uso incorrecto o deriva de productos fitosanitarios e imprevistos o mal funcionamiento del equipo de aplicación

Es posible agregar cualquier otra condición solicitada por alguna de las partes, previamente acordada entre éstas. Además se recomienda describir las vías de resolución de conflictos.

*Preaviso sugerido de un mínimo de 48 horas.



Fraunhofer
CHILE

CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE SISTEMAS- AGROALIMENTOS E INGREDIENTES NATURALES

Fraunhofer Chile Research

Avenida del Cóndor 844, piso 3 Huechuraba,
Santiago, Chile
+562 2378 1650

www.fraunhofer.cl