

Agraz

(Vaccinium meridionale)



Chamba

(Campomanesia lineatifolia)



Cholupa

(Passiflora maliformis)



Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia

Ángela Rodríguez C., Fermín J. Chamorro,
Laura V. Calderón, Mario Simón Pinilla, Mónica Henao,
Rodulfo Ospina, Guiomar Nates-Parra.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN ABEJAS - LABUN

Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia

Agraz *(Vaccinium meridionale)*
Chamba *(Campomanesia lineatifolia)*
Cholupa *(Passiflora maliformis)*

Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia

Agraz *(Vaccinium meridionale)*
Chamba *(Campomanesia lineatifolia)*
Cholupa *(Passiflora maliformis)*

Ángela Rodríguez C., Fermín J. Chamorro,
Laura V. Calderón, Mario Simón Pinilla,
Mónica Henao, Rodulfo Ospina,
Guiomar Nates-Parra.



Laboratorio de Investigaciones en Abejas-LABUN, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, D.C., 2015.

Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*).

©Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Laboratorio de Investigaciones en Abejas-LABUN

©Ángela Rodríguez C., Fermín J. Chamorro, Laura V. Calderón, Mario Simón Pinilla, Mónica Henao, Rodulfo Ospina, Guiomar Nates-Parra, autores

Esta cartilla hace parte de los resultados del proyecto de investigación "Valoración de los servicios de polinización por abejas en algunos cultivos frutales promisorios de Colombia" financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-COLCIENCIAS y la Universidad Nacional de Colombia a los Profesores Guiomar Nates-Parra y Rodulfo Ospina-Torres.

Diseño y diagramación: Mario León Bonilla

Impresión: Escala S.A.

Primera edición: Bogotá, 2015

Impreso y hecho en Bogotá, D.C., Colombia

ISBN 978-958-775-318-9

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Rodríguez Calderón, Ángela Teresa, 1978-
Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia : Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*) / Ángela Rodríguez C. [y otros seis]. -- primera edición -- Bogotá : (dir.) Guiomar Nates Parra, Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Laboratorio de Investigaciones en Abejas - LABUN, 2015
145 páginas : ilustraciones, fotografías, mapas
Incluye referencias bibliográficas

ISBN : 978-958-775-318-9

1. Polinización por insectos 2. Fecundación de las plantas 3. Abeja melífera 4. Fruticultura 5. Propagación de las plantas 6. Floración vegetal I. Titulo
CDD-21 571.8642 / 2015

Contenido

Agradecimientos	8
Presentación	9
Polinización	11
Agraz	31
Chamba	61
Cholupa	89
Recomendaciones	121
Fuentes de información	139

Agradecimientos

Esta obra no hubiera sido posible, sin el concurso de instituciones y personas que colaboraron decididamente.

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia y a COLCIENCIAS por la financiación del proyecto de investigación "Valoración de los servicios de polinización por abejas en algunos cultivos frutales promisorios de Colombia (código 1101-521-28758), a la Facultad de Ciencias y al Departamento de Biología por haber facilitado los procesos administrativos y permitido el uso de espacios y equipos necesarios para el desarrollo de este trabajo. Al Programa de Estímulos Thomas van der Hammen del Jardín Botánico José Celestino Mutis por el aporte económico en la fase final de la tesis de maestría de Ángela Rodríguez.

A Susana Currea, Joanna Jaramillo, Jorge Díaz, Carlos Villalba, Angie Amezquita, Carolina Gómez, Sara Cancino, Valentina Nieto, Alexandra Barón, estudiantes auxiliares del Laboratorio de Investigaciones en abejas –LABUN- y a Scott Bridges por su colaboración en campo y Laboratorio.

A los dueños de fincas y cultivos que nos abrieron sus puertas y dieron todo el apoyo durante la fase de campo: Gloria Sierra, Misael Pachón, Carlos Moreno en Guachetá (Cundinamarca) y San Miguel de Sema (Boyacá) quienes permitieron el accesos a los cultivos de Agraz; Florentino Esquivel, Nury Guerrero, Luz Obando, Jorge Cubides, Inés López, Lucila López, Irene Camacho en Miraflores (Boyacá) con los cultivos de Chamba; y en los cultivos de Cholupa a Ramiro Perdomo, Antonio Gasca, Carlos Tovar, Jaime Castillo, Ricardo Rojas, Ricardo Montealegre –por su valiosa información-en Rivera (Huila).

A Danny Vélez por la determinación de abejas de la tribu Centridini.





Presentación

Con mucha satisfacción presentamos esta obra, resultado de un arduo trabajo de tres años, sobre una de las temáticas más importantes para la conservación de los recursos vegetales: la polinización.

En esta ocasión el enfoque es hacia frutales promisorios, es decir aquellos que son cultivados, y aprovechados en forma local y que a pesar de su importancia todavía no son muy conocidos fuera de su rango de distribución. El agraz, fuente de antioxidantes, qué fruto tan importante y delicioso!, pero a pesar de ello no hay cultivos establecidos! La chamba, fruto aromático y delicado, aprovechado profusamente en Miraflores, Boyacá; y la cholupa, prima de la granadilla y el maracuyá, pero también, poco conocida fuera de Rivera (Huila).

Si bien se saben muy bien las técnicas de cultivos y recolección de estos frutales, poco se sabe acerca de su polinización y polinizadores. Precisamente, con esta investigación aprendimos mucho sobre estos aspectos y conocimos que las abejas son los polinizadores de tales frutales. Hoy en día, cuando los polinizadores están enfrentados a diversos factores que ocasionan su disminución o pérdida, es de vital importancia saber quiénes son para poderlos conservar, y así hacer posible que alimentos como el agraz, la chamba y la cholupa nunca falten en nuestras mesas.





POLINIZACIÓN

Reproducción en plantas

Las plantas son organismos complejos cuya reproducción requiere de diversas estrategias. Algunas plantas pueden multiplicarse mediante un proceso de **reproducción asexual** que le permite a un mismo individuo dar origen a otro sin necesidad de fecundación. En este tipo de reproducción las plantas disminuyen en cierta medida su dependencia de otro individuo para lograr la fecundación, pero incrementan su vulnerabilidad a enfermedades o eventos inesperados dado que las poblaciones pierden su variabilidad genética. Algunas formas de reproducción asexual son las estacas o esquejes, la siembra de tubérculos como la papa o bulbos como la cebolla y el crecimiento de estolones como el caso de la fresa, entre otros.

La **reproducción sexual** por su parte sí requiere del intercambio de material genético (femenino y masculino) para originar un nuevo individuo. Como principal órgano asociado a este tipo de reproducción tenemos **la flor**, donde se donan los granos de polen y se fecundan los óvulos.

La polinización es el proceso que requieren todas las plantas con flor para reproducirse. Es el transporte de polen desde los estambres hasta el estigma, donde germina (tubo polínico) y fecunda los óvulos, haciendo posible la producción de semillas y frutos.

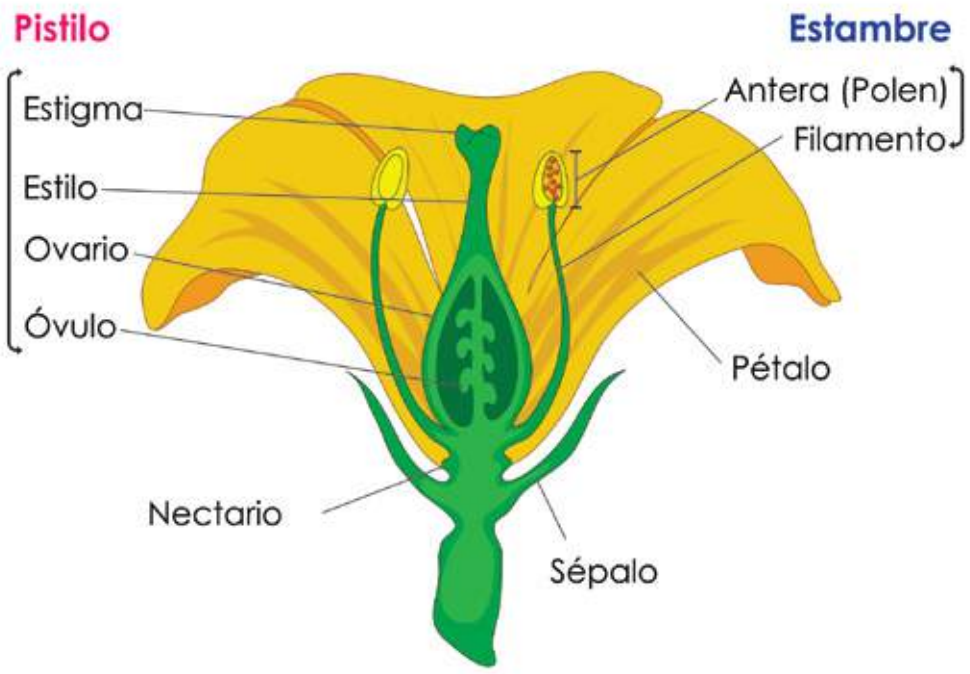
Partes de la flor

Corola

Está formada por unas hojas coloreadas llamadas pétalos. Unas veces las hojas son independientes, y otras están unidas. Su función es atraer a los polinizadores.

Cáliz

Está formada por varias hojas de color verde llamadas sépalos. En ocaciones están unidos formando un tubo. Protege al resto de la flor.



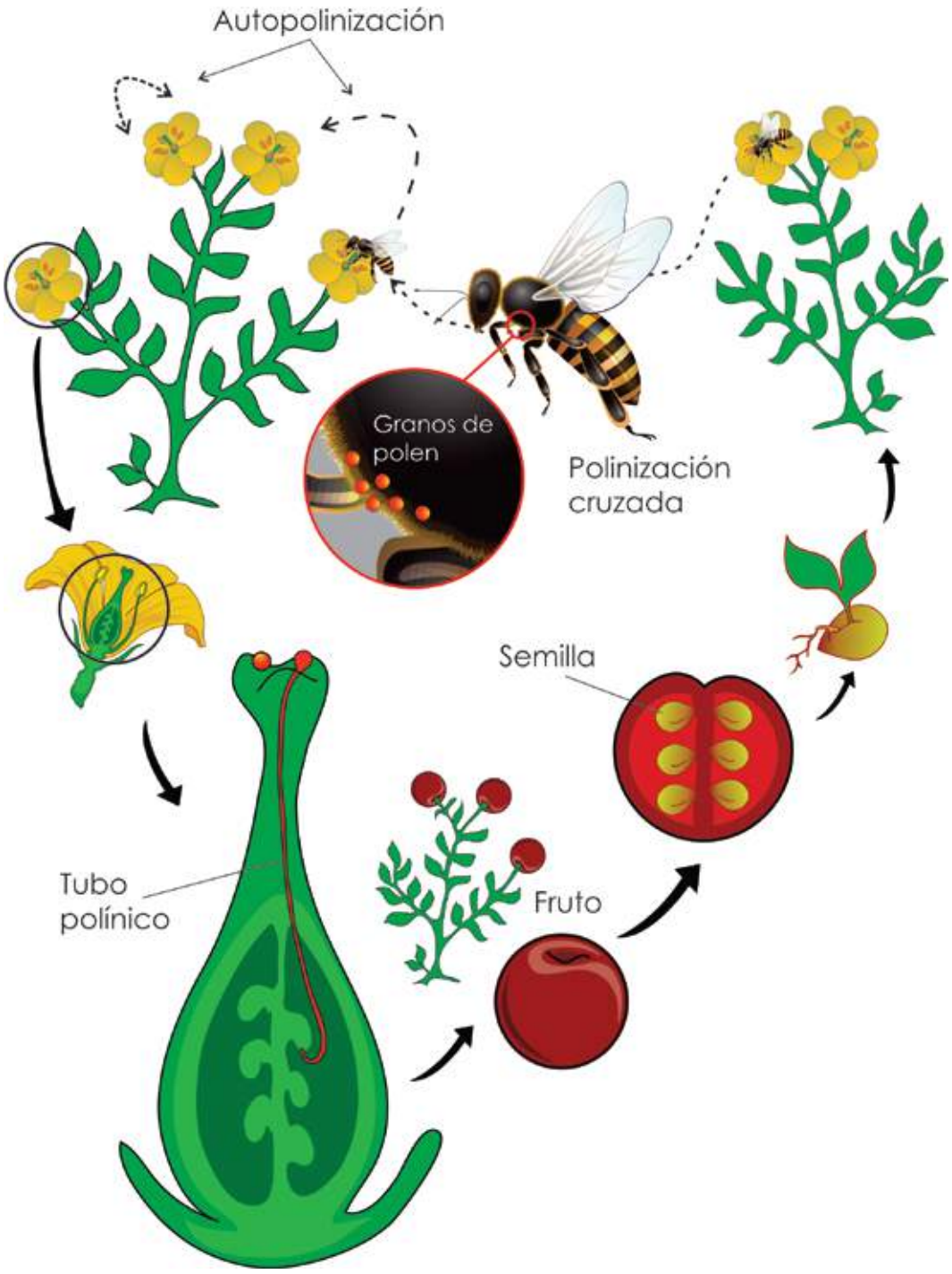
Pistilo

Son los órganos reproductores femeninos de la flor. En su interior hay uno o varios óvulos. Se compone de estigma, estilo y ovario, en donde se encuentran los óvulos. El estigma es la superfice en la parte superior del estilo que recibe los granos de polen.

Estambre

Son los órganos reproductores masculinos de la flor. Cada estambre se compone de una antera sostenida por un filamento.
En la antera se forman los granos de polen.

Formas de polinización



La polinización puede darse de dos formas:

Autopolinización:
Es cuando hay transferencia de polen hacia el estigma de la misma flor o entre flores de la misma planta. Este último caso, por lo general sucede en especies de floración abundante, ya que los polinizadores al encontrar muchas flores transfieren polen entre flores de la misma planta.

Polinización cruzada:
Sucede cuando hay transferencia de polen entre diferentes individuos de la misma especie. La polinización cruzada es una importante estrategia en la naturaleza pues permite el intercambio genético, es decir, que exista transferencia de genes entre dos individuos distintos de la misma especie.

La variación genética promueve que las plantas sean más resistentes a las enfermedades y a los cambios climáticos, razón por la cual, la mayoría de especies de plantas favorecen la polinización cruzada y para ello necesitan a los polinizadores.

Apomixis:
Es un tipo de reproducción especial en las plantas, en el que la flor por sí sola, sin recibir polen de ella misma ni de ninguna otra, produce un fruto con semillas sin fecundar. Las plantas que germinan de estas semillas son genéticamente idénticas a la planta madre, es decir, son clones.

¿Cómo estudiar la reproducción de las plantas con flor?

Para conocer cómo se reproduce una planta se realizan experimentos donde se manipulan las flores, se excluyen los polinizadores y se realizan polinizaciones manuales. Los resultados de estos experimentos se comparan con flores en condiciones naturales, expuestas a los polinizadores.

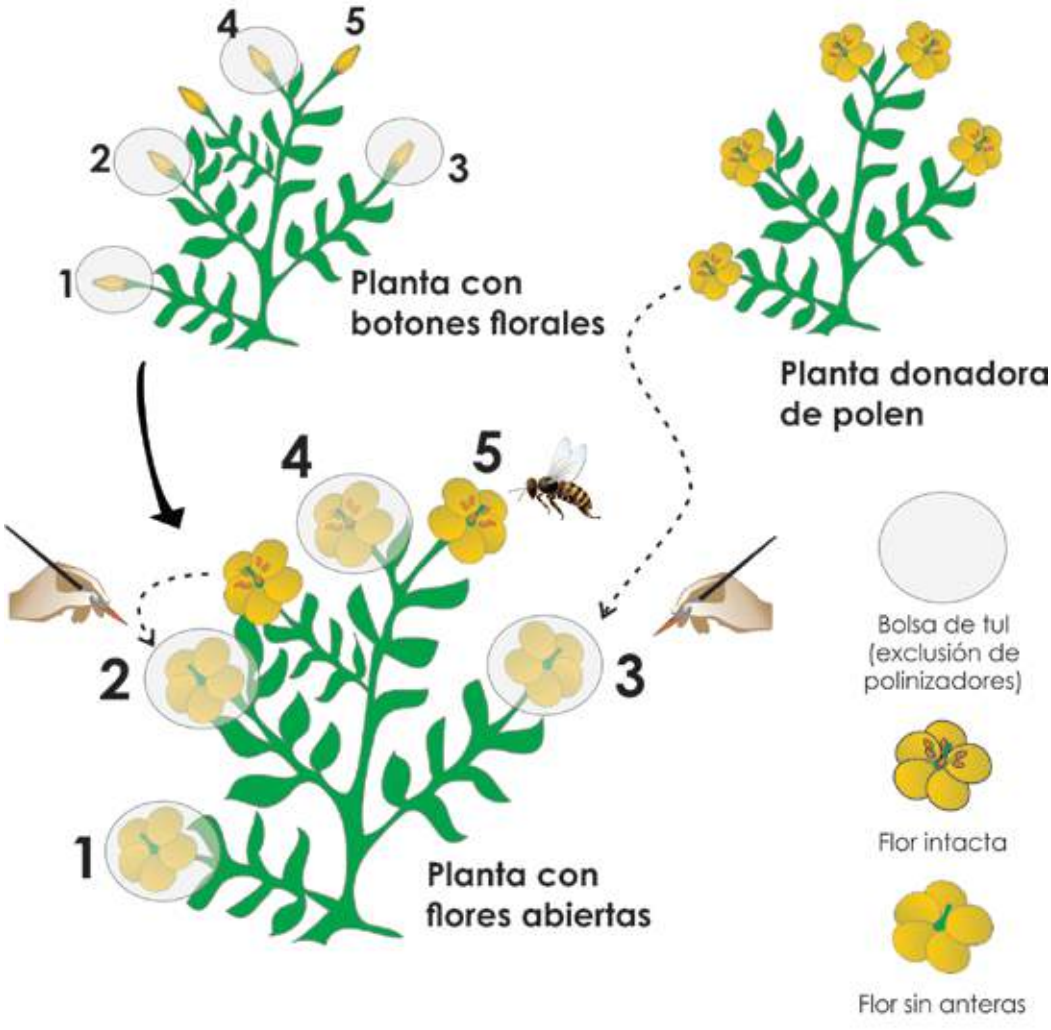
Si hay formación de frutos cuando se remueven las anteras de las flores, indica que la planta puede reproducirse por **apomixis.**

Si hay formación de frutos a partir de flores intactas que se aíslan de polinizadores y de flores polinizadas manualmente con polen propio, indica que la especie es **autocompatible** y puede ocurrir **autopolinización,** tanto en la misma flor como entre flores de la misma planta.

Si no hay formación de frutos por apomixis ni por autopolinización, la producción de frutos depende exclusivamente de los polinizadores, es decir, de la **polinización cruzada.**

Si bien algunas plantas pueden presentar las tres formas de reproducción, su reproducción depende en gran parte de los polinizadores y la apomixis y la autopolinización son posibles formas para asegurar su reproducción cuando los polinizadores fallan o son escasos.

Experimentos de polinización



1. Flor sin anteras (apomixis)

2. Polinización manual con polen propio

3. Polinización manual con polen externo

4. Autopolinización espontánea

5. Flor expuesta a polinizadores (control)

Animales polinizadores

La polinización puede ser realizada por el viento, como en los pastos y cereales (trigo, maíz, arroz, cebada), pero la mayoría de las plantas con flor son polinizadas por animales. Entre ellos, los principales son:

Insectos (abejas, avispas, mariposas, polillas, cucarrones, moscas)

Aves (principalmente colibríes)

Murciélagos

Existe una gran diferencia entre un visitante floral y un polinizador:
Un visitante es un organismo que llega a la flor, la utiliza como refugio, sitio de descanso o alimentación, pero no transfiere polen hacia el estigma de otra flor. Incluso puede actuar como ladrón al tomar las recompensas de néctar o polen, haciendo agujeros externos en la flor y no prestando el servicio de polinización.

Un polinizador se caracteriza por ser un visitante frecuente, tener alta preferencia por la especie de planta y generar transferencia de polen hacia el estigma.



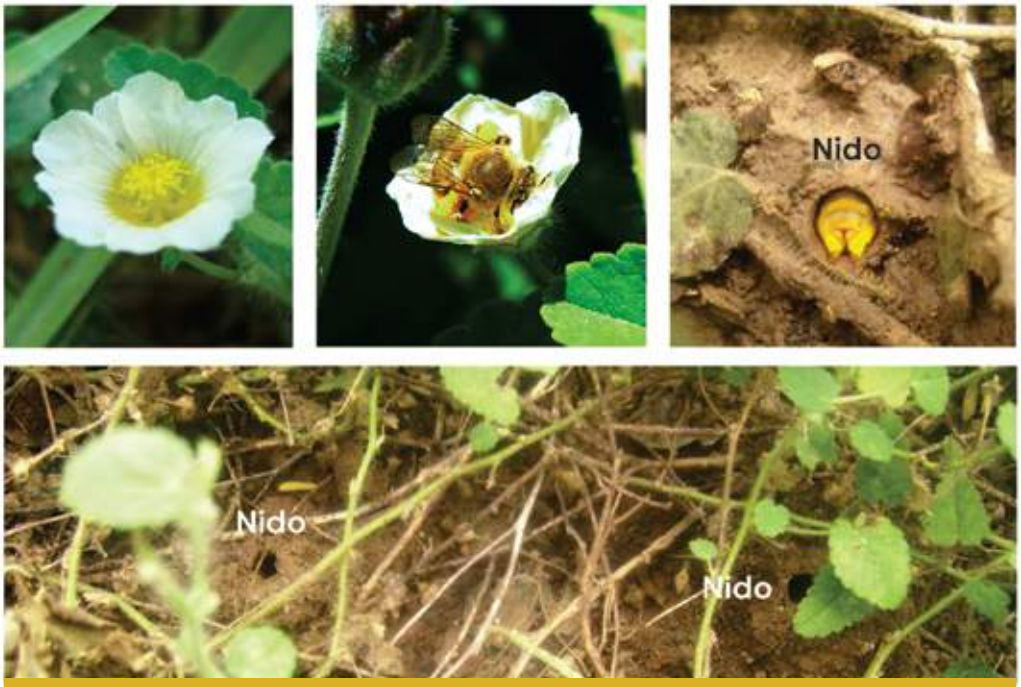
Abejas

Las abejas son los principales polinizadores de muchas plantas silvestres y cultivadas. Esto se debe a que el polen y el néctar que producen las flores son sus principales fuentes de alimento y cuando los recolectan prestan el servicio de polinización.

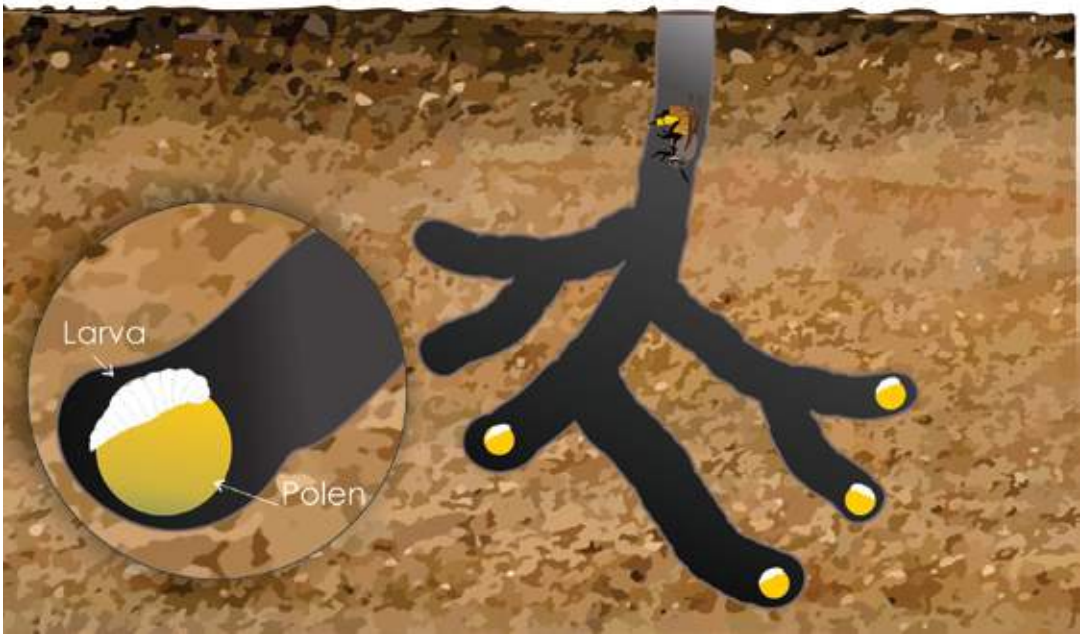
Para recolectar el polen y el néctar tiene estructuras especializadas como las corbículas o "cesta de polen" presentes en abejas sociales como la abeja de la miel (*Apis mellifera*), los abejorros del género *Bombus* y las abejas sin aguijón (tribu Meliponini). También tienen un buche melario donde transportan el néctar hasta el nido. Poseen un eficiente sistema de comunicación que les permite localizar los recursos florales; además pueden ver guías de néctar (marcas en las flores) visibles bajo luz ultravioleta, que no pueden ver otros animales. También detectan los aromas de las flores con sus antenas.

En Colombia, hay alrededor de 1000 especies de abejas. La abeja de la miel es sólo una de estas especies, el resto son abejas silvestres de diferentes tamaños y hábitos, como los abejorros de zonas frías y cuerpo muy peludo, las abejas sin aguijón, las abejas de las orquídeas de lengua muy larga y las abejas solitarias, que no forman colonias, sino que cada hembra hace su nido independiente y recolectan polen, néctar o incluso aceites para alimentar a sus crías.

Abeja solitaria



Detalle del nido de una abeja solitaria.
Se observan algunas celdas con larvas que se alimentan del polen recolectado por la abeja.



Atrayentes florales

Dependiendo del agente polinizador (viento, aves, insectos, mamíferos), las flores presentan distintos tipos de formas, colores y/o aromas. Por ejemplo, las flores polinizadas por viento (maíz, trigo o sorgo, entre otras) no necesitan ser vistosas, razón por la cual sus flores son generalmente verdes o de colores pálidos y pequeñas.

Las flores polinizadas por animales en cambio, son vistosas, coloridas y aromáticas para poder atraer a sus polinizadores. Muchos aromas que producen las flores no siempre son evidentes o agradables al olfato humano.

Las flores presentan formas variadas desde muy simples y simétricas hasta flores con numerosos pétalos y formas complejas. Las flores simples y de fácil acceso usualmente son visitadas por muchos tipos de polinizadores, mientras que las flores complejas y de difícil acceso se han especializado para atraer pocos o un solo tipo de polinizador.

Las abejas en general prefieren flores de formas complejas que puedan recordar más fácilmente, sin embargo éstas deben poder adaptarse a la forma de la flor. Así por ejemplo, las flores tubulares y profundas solo pueden ser visitadas por abejas de lenguas largas u otros polinizadores como polillas o colibríes.

Atrayentes florales



Recompensas florales

Las recompensas aseguran que los polinizadores vuelvan o permanezcan viajando entre flores de la misma especie o se encarguen de comunicar a más individuos, como en las abejas sociales, sobre la fuente de alimento. Una planta puede ofrecer a sus polinizadores recompensas como:

Néctar: Es una sustancia compuesta principalmente de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) y se produce en glándulas (conjunto de células) ubicadas en diferentes parte de la flor, como en los pétalos o sobre el ovario.

Polen: Desde el punto de vista de la abeja, el polen es un alimento que constituye su única fuente de proteínas, por eso la abeja va en busca de éste y al mismo tiempo presta el servicio de polinización a la planta. Las flores deben producir abundante polen para que una parte sea recolectada por el polinizador y otra parte llegue hasta los estigmas de otras flores.

Resinas y aceites: algunas plantas en lugar de producir néctar ofrecen resinas o aceites como recompensa para sus polinizadores. Los aceites son importantes como fuente de alimento para abejas solitarias del género *Centris*, que tiene pelos especializados en sus patas para recogerlos. Las resinas son recolectadas por varias especies de abejas para construir e impermeabilizar sus nidos.

Bombus atratus en *Trifolium pratense*



Polen

Tetragonisca angustula en *Clusia* sp.



Resina

Halictidae en Asteraceae



Néctar

Trigona fulviventris en Malvaceae



Polen

Apis mellifera en *Coffea arabica*



Néctar

Thygater aethiops en *Salvia bogotensis*



Néctar

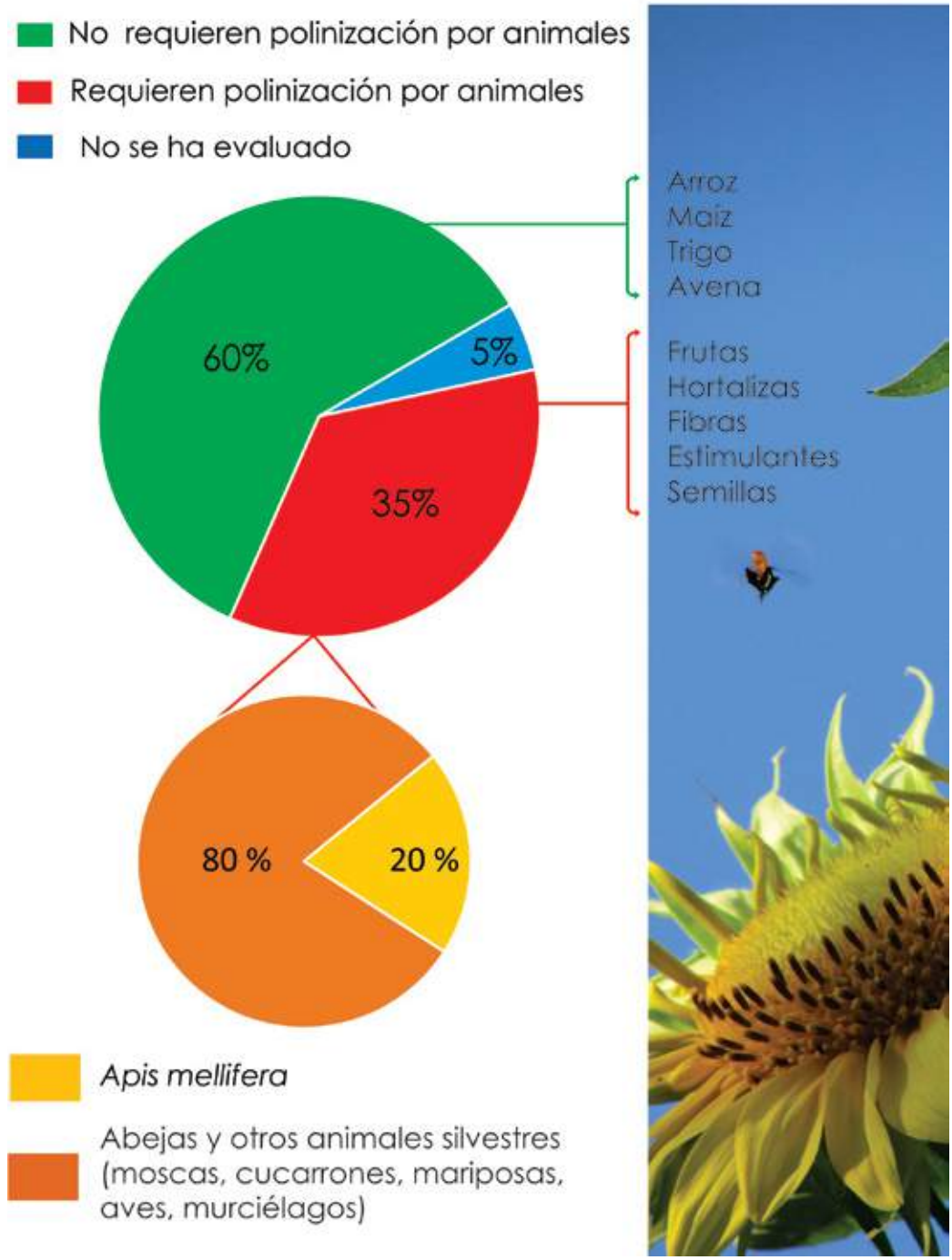
Polinización en cultivos

Aunque muchos alimentos básicos como el trigo, el maíz y el arroz (60% de los cultivos en el mundo), son polinizados por el viento, una gran proporción de otros alimentos como frutas, nueces y vegetales, que son fuente de vitaminas y minerales y que contribuyen a una dieta sana y equilibrada más allá del consumo de calorías, son dependientes de polinizadores.

Cerca del 90% de las frutas y verduras que a diario incluimos en nuestra dieta, se producen, mejoran su calidad y se obtienen las semillas para su propagación, gracias a la acción de los polinizadores.

De este modo, el 35% de los cultivos, que incluyen frutas como las manzanas y el maracuyá, hortalizas como el tomate o el pepino, la fibra extraída del algodón y estimulantes como el café o el cacao, requieren de la polinización por animales.

Por poner algunos ejemplos, un 90% de las cosechas de cacao depende de que la polinización se realice adecuadamente por pequeñas moscas, y aunque el girasol puede autopolinizarse en un 80%, con la intervención de las abejas su producción puede incrementar hasta el 95%.


No requieren polinización por animales
Requieren polinización por animales
No se ha evaluado
60%
5%
35%
Arroz
Maiz
Trigo
Avena
Frutas
Hortalizas
Fibras
Estimulantes
Semillas
80 %
20 %
Apis mellifera
Abejas y otros animales silvestres (moscas, cucarrones, mariposas, aves, murciélagos)

Frutales promisorios

Dentro de la gran diversidad de frutales que posee el país, se diferencian algunos conocidos como promisorios.

Los cultivos promisorios son aquellos que se caracterizan por permanecer todavía en estado silvestre o estar cultivados de forma no extensiva, ser sub- utilizados y tener un alto potencial tanto para la conservación de ecosistemas, como para la comercialización.

La producción de los frutales promisorios depende de los polinizadores silvestres, por tal motivo todas las prácticas (riego, poda, control de enfermedades, entre otras) encaminadas a manejar el cultivo, deben procurar disminuir sus efectos sobre las poblaciones de polinizadores.

Entre los cultivos frutales promisorios de creciente interés en Colombia se encuentra el agraz, la chamba y la cholupa y en las siguientes secciones se presentan aspectos de su polinización, polinizadores y cómo ayudar en su conservación.




A
GR
AZ



Agraz



Agraz con flores y frutos.
Abejorro (*Bombus rubicundus*)
próximo a visitar sus flores.

Agraz

Nombre científico: *Vaccinium meridionale*,

También recibe el nombre de mortiño. Pertenece a las Ericáceas, una familia de plantas a la que también pertenecen otras promisorias como la uva de anís (*Cavendishia bracteata*), la uva de monte (*Macleania rupestris*) y plantas cultivadas como los arándanos *(Vaccinium* spp.) y ornamentales como las azaleas (*Rhododendron* spp.).



Macleania rupestris



Cavendishia bracteata

Descripción

El agraz es un arbusto de hasta 3,5 m de altura, usualmente muy ramificado, con flores péndulas agrupadas en racimos, con 10 a 15 flores por racimo. Los frutos son carnosos, redondos (bayas),
de aproximadamente 1,2 cm de diámetro, color verde en la etapa de crecimiento y rojo oscuro vinotinto (dando la apariencia de negro o violeta) cuando alcanza su madurez; con pulpa de sabor ácido y con numerosas semillitas.






Racimo



Propiedades y usos

Las comunidades rurales recolectan el agraz de plantas silvestres. No hay cultivos sino extracción de frutos del medio natural. Durante la recolección del agraz, las personas también extraen otros frutos y hongos silvestres comestibles, como las guaras.

Los frutos recolectados por lo general se venden a intermediarios que van a las veredas a comprarlos y después los comercializan en plazas de mercado, supermercados y/o restaurantes.

El agraz es utilizado para preparar principalmente postres (flan, pie, soufflé, tartas de queso) pero también se consume de forma directa o en la preparación de bebidas (jugos, aromáticas, yogurt, vino).

El agraz es un fruto con alta capacidad antioxidante, por lo que su consumo se recomienda para prevenir enfermedades cardiovasculares y reducir el riesgo de desarrollar cáncer.




Guaras
Agraz



Distribución

El agraz crece en zonas montañosas de Colombia, Ecuador, Venezuela y Jamaica. En Colombia, el agraz se encuentra en las tres cordilleras, a alturas entre 1.800 – 3.100 msnm.

Área de estudio

El estudio se realizó en la vertiente occidental de la cordillera Oriental de Colombia, en territorios de los municipios de Guachetá (Cundinamarca), Ráquira y San Miguel de Sema (Boyacá), que hacen parte de la cuenca de la Laguna de Fúquene.

Crece de forma silvestre en áreas que se encuentran en regeneración y en bosques de roble, acompañado de otras especies de flora nativa como tagua (*Gaiadendron punctatum*), tunos (*Miconia* spp.), laurel de cera (*Morella parvifolia*), que pueden ser más abundantes que el agraz, aunque en algunos sitios se realiza remoción de cobertura vegetal y el agraz crece junto con especies exóticas maderables como pino o eucalipto.





Agraz en matorrales y bosque de roble.



Agraz con Eucalipto.

Biología floral

Morfología

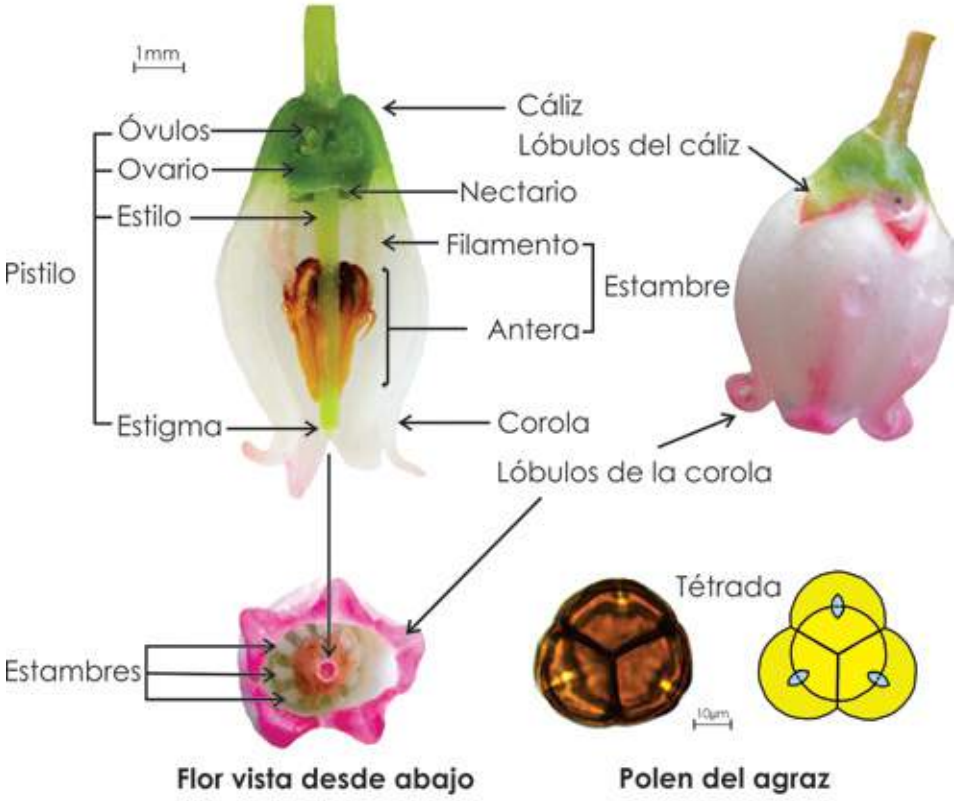
Las flores del agraz tienen todas las estructuras florales: cáliz, corola, pistilo y estambres.

Los sépalos están unidos y forman un cáliz acampanado con las puntas libres. Los pétalos también están unidos y forman una corola a manera de olla o urna (corola urceolada), de color blanco o con manchas rosadas y con las puntas (lóbulos) separadas. Las flores cuelgan con la apertura hacia abajo (flores péndulas).

Los estambres, de 8 a 10 por flor, se insertan en la base de la corola, alrededor del estilo. Las anteras de los estambres liberan el polen por un poro (antera poricida) y el polen viene en paquetes de cuatro unidades (tétradas).

El estilo es más largo que los estambres y es receptivo sólo en la punta, el estigma. El ovario está cubierto por el cáliz y en su parte superior se encuentra el nectario (glándula) que produce el néctar.

Flor del agraz



Recompensas

El néctar es la principal recompensa que ofrece el agraz a los insectos que visitan sus flores. Cuando el nectario produce el néctar, los filamentos de los estambres, que tiene muchos pelos, ayudan a retenerlo y los insectos deben insertar su lengua por entre las anteras para succionarlo.

Las flores producen néctar desde que empiezan a abrirse, sin embargo, hay mayor producción de néctar cuando la flor está completamente abierta y el estigma es receptivo. Una flor de agraz puede producir hasta 5,7 microlitros de néctar, con una concentración de azúcares de 45%.

Debido a que las anteras del agraz son poricidas, se requiere vibración para que salga abundante polen. Para los insectos que hacen vibración como los abejorros, el polen del agraz también es una recompensa floral.



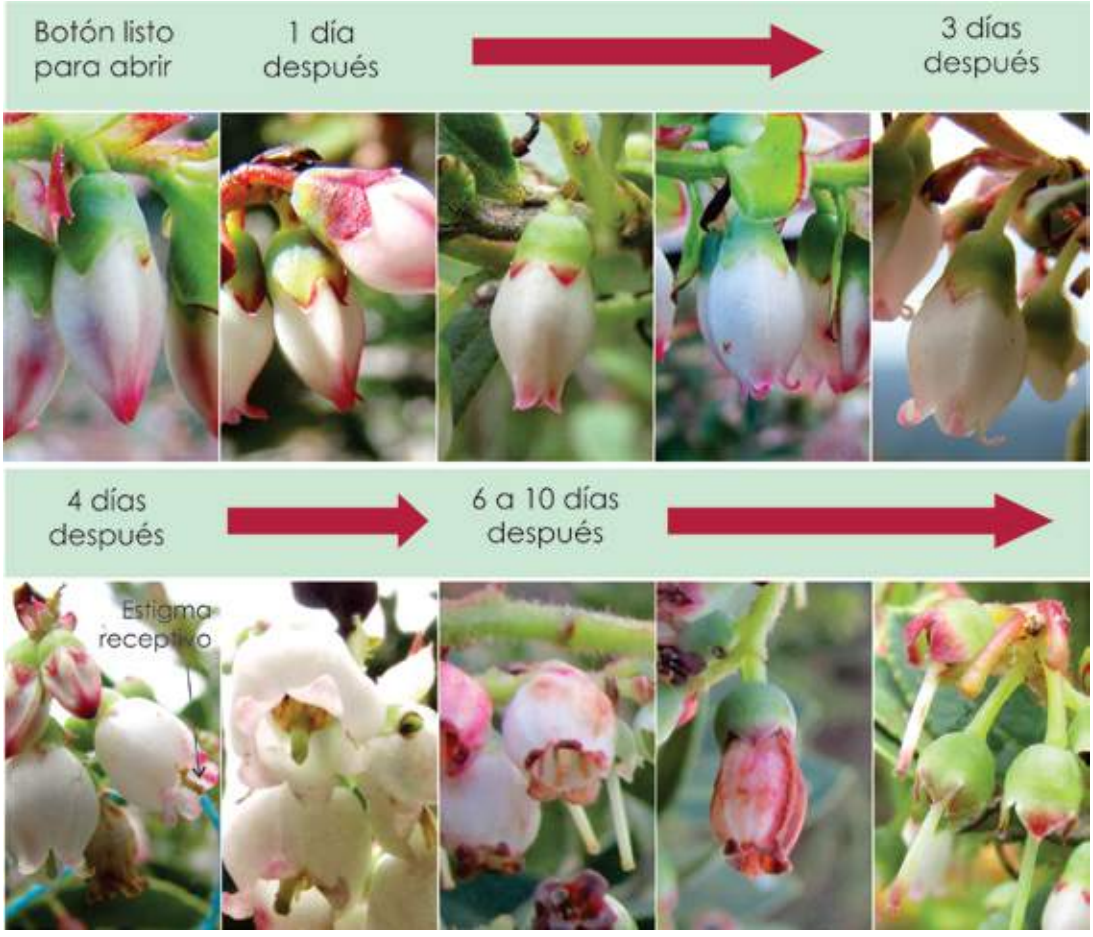
Abejorro (*Bombus hortulanus*) recolectando polen en las flores de agraz.

Fenología

El botón floral está listo para abrir aproximadamente 15 días después de que inicia su desarrollo. Tres días después la flor abre completamente, y se pueden observar los lóbulos de la corola curvados hacia arriba.

Desde que se inicia la apertura de la flor el polen se encuentra disponible y es viable, por lo que durante los primeros tres días, la flor es principalmente masculina. Al mismo tiempo que los lóbulos de la corola se van curvando, el estilo se alarga y el estigma se separa de los estambres. Un día después, el estigma se vuelve plenamente receptivo. A partir de este momento la flor tiene las dos funciones: masculina y femenina.

La flor comienza a marchitarse tres o cuatro días después de que abre completamente. La corola pierde rigidez, le salen manchas de color café y se desprende junto con los estambres. Desde que inicia la apertura de la flor hasta la caída de la corola, transcurren entre 6 y 10 días.



Sistema reproductivo y dependencia de polinizadores

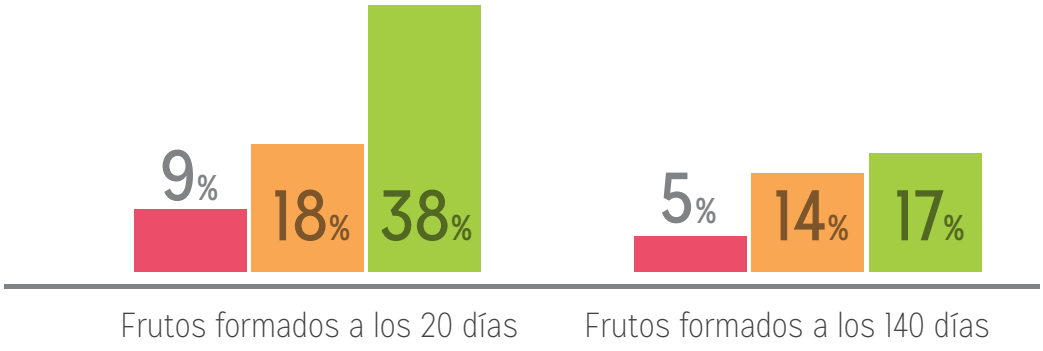
El agraz presenta un sistema reproductivo mixto: puede producir frutos por polinización cruzada, autopolinización y apomixis. Sin embargo, los frutos que se forman por polinización cruzada son retenidos por la planta por mucho más tiempo.

En la gráfica se puede observar que el porcentaje de frutos formados a partir de polinización cruzada manual y natural fue similar a los 20 días y a los 140 días de formación. Con autopolinización espontánea y apomixis, el porcentaje de frutos formados fue alto a los 20 días, pero más de la mitad de los frutos fueron abortados y a los 140 días quedaba un porcentaje similar al obtenido con polinización cruzada.

En conclusión, el agraz depende de los polinizadores para su reproducción, pero en caso de que estos disminuyan puede autopolinizarse o producir frutos y semillas por apomixis. Sin embargo, los frutos que se producen por esta vía tienen una mayor probabilidad de ser abortados antes de poderlos cosechar.

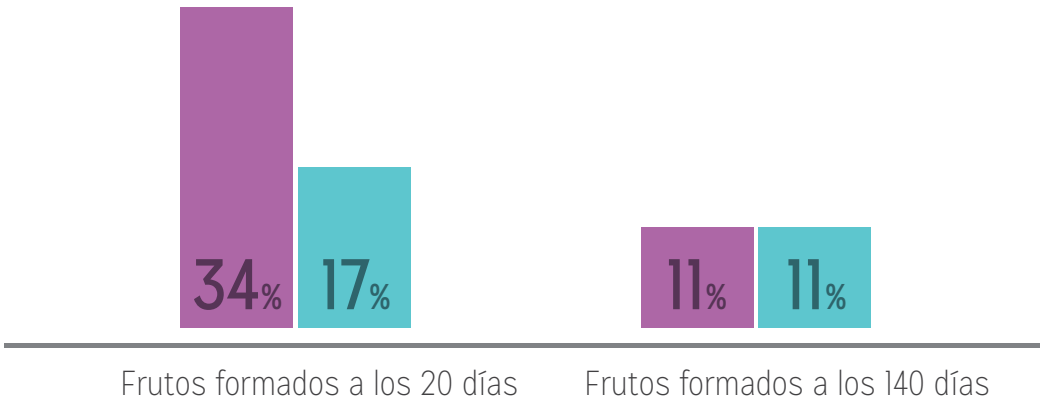
Porcentaje de frutos formados a partir de:

- Flores polinizadas con polen propio (autopolinización manual)
- Flores polinizadas con polen ajeno (polinización cruzada manual)
- Flores sin anteras (apoximis)



Porcentaje de frutos formados a partir de:

- Flores embolsadas (autopolinización espontánea)
- Flores expuestas a polinizadores (polinización cruzada natural)



Visitantes florales

Las flores del agraz son visitadas por diferentes tipos de insectos: abejas, avispas, moscas, mariposas y polillas. Sin embargo, las abejas son sus principales visitantes florales. En las flores del agraz se observaron varios tipos de abejas:

Abejas pequeñas (menos de 10 mm)

Abejas solitarias de colores metalizados (familia Halictidae).

Abejas medianas (10-15 mm)

Abeja común (*Apis mellifera*)
Abeja solitaria (*Thygater* sp.)

Abejas grandes o abejorros (más de 15 mm)

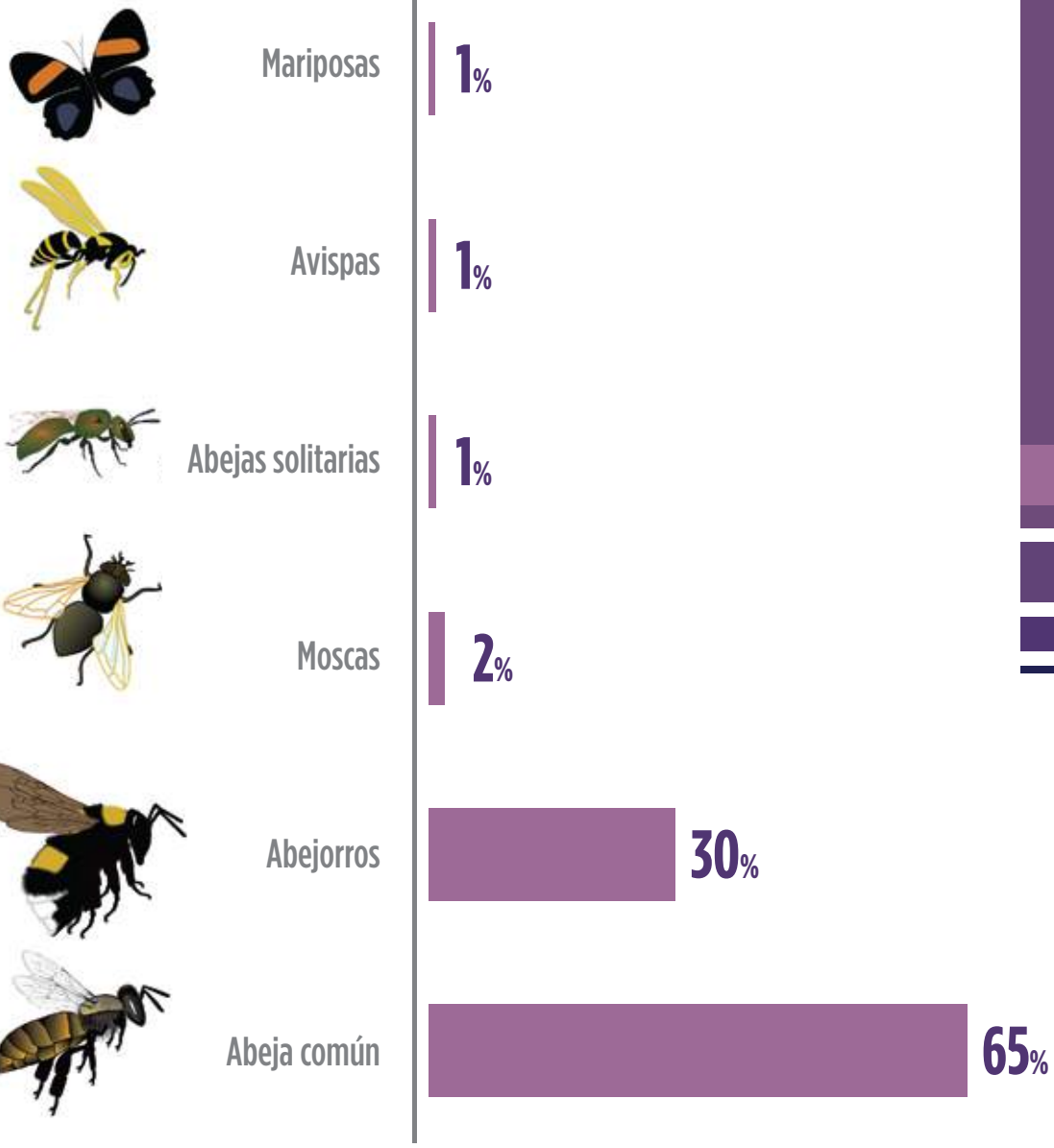
Bombus atratus
Bombus hortulanus
Bombus melaleucus
Bombus rubicundus

Abeja solitaria (*Augochloropsis* sp.)

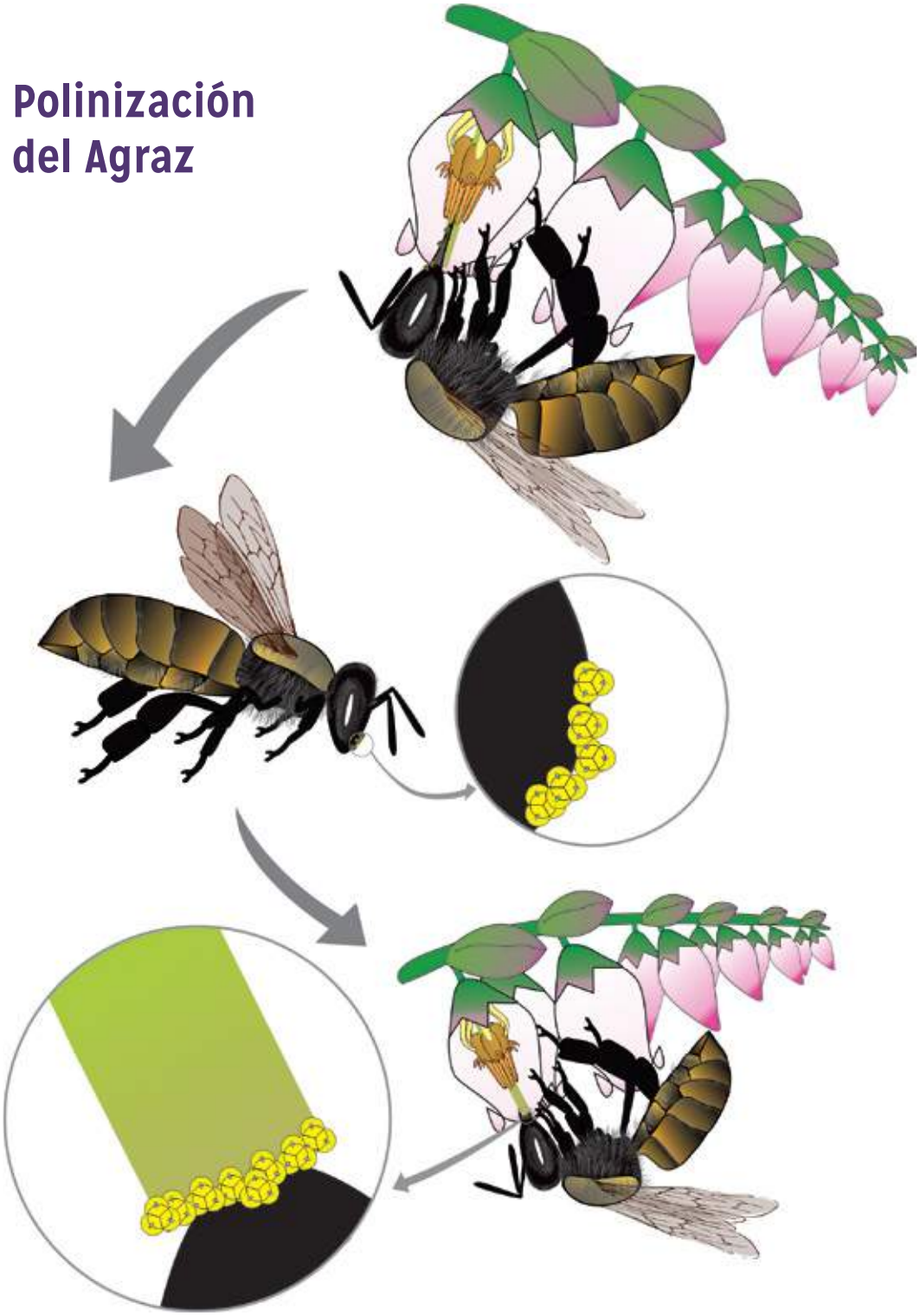




Frecuencia de visitas según el tipo de visitante



Polinización del Agraz



Una planta de agraz puede producir hasta 5000 flores pero solamente un 20% pasa a ser fruto. El exceso de flores es para atraer más insectos y aumentar la probabilidad de polinización cruzada. De los insectos atraídos por sus flores, la abeja melífera y los abejorros (*Bombus hortulanus* y *Bombus atratus*), son sus principales polinizadores.

Los abejorros son excelentes polinizadores del agraz ya que realizan vibración y transportan abundante polen de una flor a otra. Aunque la abeja melífera no realiza vibración también es un buen polinizador, porque cuando introduce su lengua en busca de néctar, mueve las anteras y sale el polen.

El polen queda principalmente en la cara de las abejas y abejorros. La flor péndula obliga a los insectos a colgarse para obtener el néctar y polen y a tocar el estigma. Si la flor está receptiva, el polen se adhiere al estigma, donde germina, fecunda los óvulos y se inicia la formación del fruto.

A continuación se presenta más información sobre los polinizadores del agraz: abeja melífera y abejorros.

Abeja común (*Apis mellifera*)

También llamada abeja del apicultor, es una especie exótica (no nativa), que fue traída de Europa al continente americano para la producción de miel. Es una abeja social, es decir, que vive en colonias donde hay una reina, obreras y machos.

En las flores del agraz se observan las obreras, que se encargan de recolectar néctar para la producción de miel. Las obreras de la abeja melífera visitan las flores del agraz durante todo el día, pero la mayor cantidad de abejas llega en las horas cercanas al mediodía cuando aumenta la temperatura.

Las abejas melíferas que llegan al agraz provienen de nidos naturales (por ejemplo en la base de los árboles de roble) y de colmenas que los apicultores tienen para la producción de miel y polen.

Abeja común





Colmena artesanal



Colmena con cámara de cría en barro.



Colmena completa tipo Langstroth

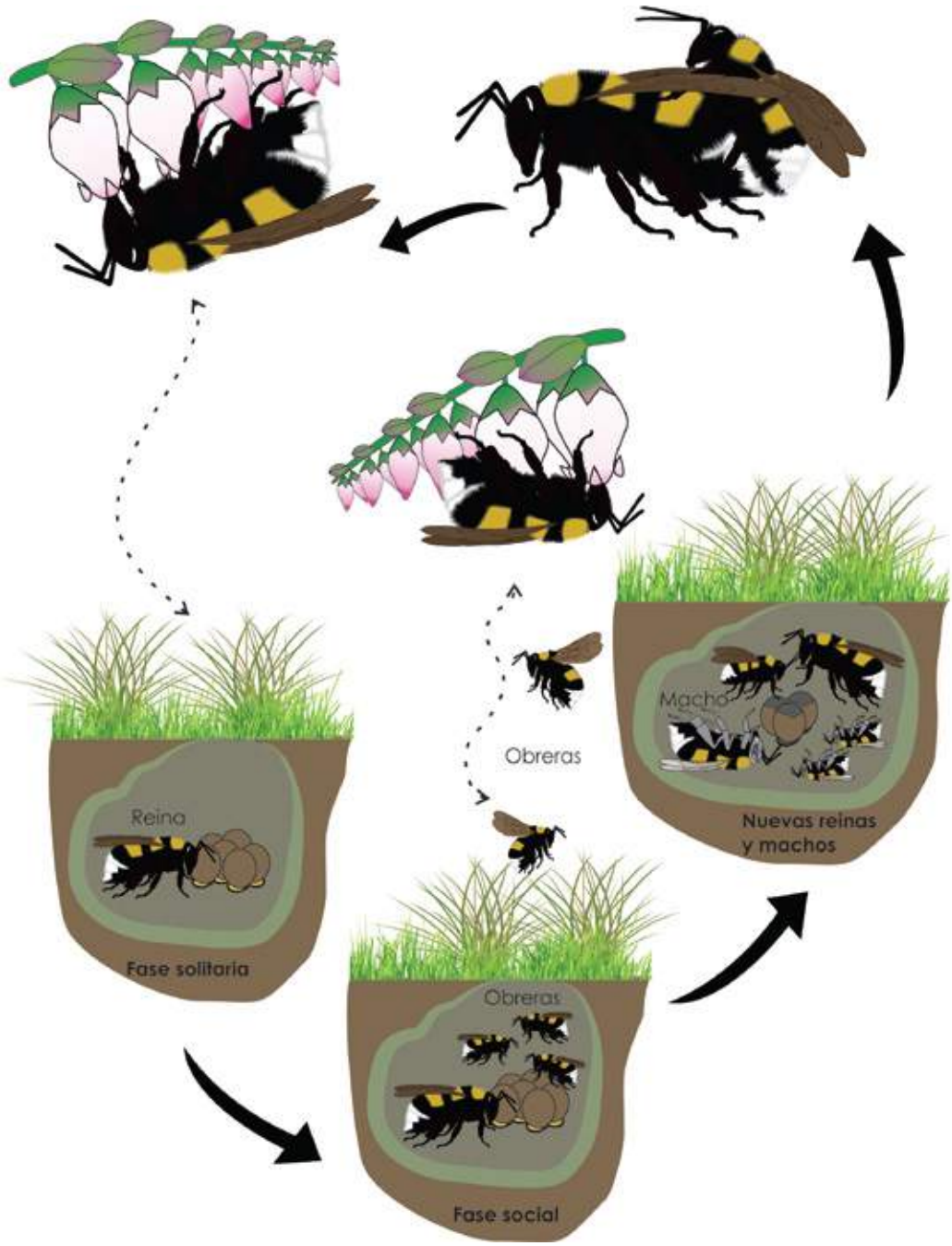
Abejorros

También llamados abejorros de páramo o abejones de la tierra, son abejas nativas que se encuentran principalmente en zonas altas de las cordilleras.

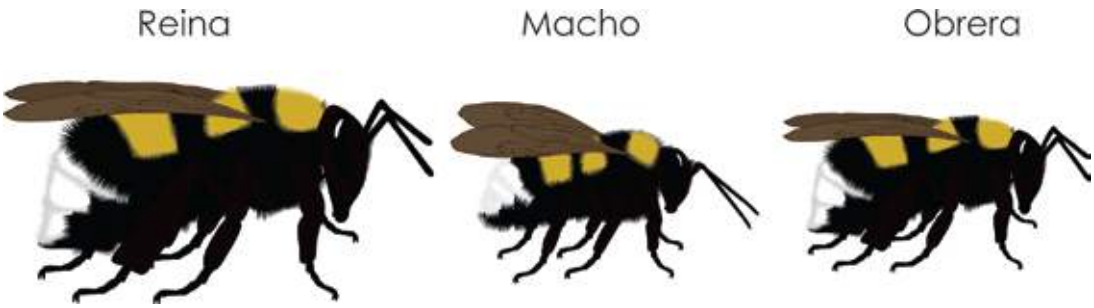
Bombus hortulanus y *Bombus atratus* son las especies más abundantes en la flores del agraz, las otras dos especies (*Bombus rubicundus*, *Bombus melaleucus*) sólo se observaron en algunos sitios ya que prefieren zonas más conservadas y son más abundantes en zonas más altas (>3000 msnm). Los abejorros hacen sus nidos en el suelo, en matorrales o pastizales altos, donde crece el agraz.

Los abejorros son abejas sociales, pero a diferencia de la abeja melífera, la reina inicia sola el nido y recolecta alimento (néctar y polen) para la cría (fase solitaria). Cuando nacen las primeras obreras, la reina se queda en el nido, para dedicarse solo a poner huevos y las obreras hacen todas las tareas tales como agrandar el nido, recolectar alimento y cuidar a la cría (fase social). Tiempo después la reina comienza a poner huevos de los que nacen nuevas reinas y machos, que abandonan el nido para aparearse. Al poco tiempo el nido muere o es reactivado por las nuevas reinas.

Ciclo de las colonias de abejorros



Las flores del agraz son visitadas y polinizadas por reinas, obreras y machos de abejorros. Según la fase del ciclo en la que se encuentra el nido son más abundantes las reinas, las obreras o los machos.
La floración del agraz coincide con todas las fases del ciclo de los nidos de abejorros.



Los machos van por néctar a las flores del agraz, pero las hembras (reinas y obreras) recolectan néctar y polen. Para recolectar el polen las hembras hacen un rápido movimiento de vibración que libera una gran cantidad de polen sobre su cuerpo.

Los abejorros visitan las flores del agraz de forma constante a lo largo del día, desde muy temprano en la mañana. A diferencia de las abejas melíferas los abejorros pueden polinizar el agraz en días nublados y lluviosos, a bajas temperaturas. Esto lo logran haciendo vibrar los músculos asociados al vuelo, lo que aumenta la temperatura de su cuerpo.

Abejorros



Bombus atratus (reina)



Bombus hortulanus (reina)



Bombus atratus (obrera)



Bombus hortulanus (obrera)



Bombus rubicundus (obrera)



Bombus hortulanus (macho)

Valor de la polinización

La polinización es una función de los ecosistemas de la que nos beneficiamos tanto los humanos como los demás organismos. Tomar conciencia de su valor y ayudar a conservarla es deber de todos.



Una forma de ver su importancia es calcular su valor en términos económicos, para lo cual se tienen en cuenta los costos de producción y los valores de cosecha, es decir, lo que se le paga al productor por unidad de producción (kg).

Cosecha

Para el agraz encontramos que lo que se comercializa es el fruto fresco por kg. En época de máxima producción de frutos maduros, una persona puede recolectar entre 10 y 12 kg/día. Sin embargo, cuando los frutos comienzan a escasear o no han alcanzado su madurez, se recolectan entre 3 y 4 kg/día. En promedio una persona puede recolectar 7kg/día.

Costos de producción

Aunque el agraz no es un cultivo y en general no se invierte en manejo, si hay costos asociados a la recolección y limpieza de los frutos.

Las personas dejan de hacer otras actividades que les representan ingresos (ordeño, cultivos) y en el caso de que no lo hicieran tendrían que pagar las jornadas de trabajo ($25.000/día).



De acuerdo con lo anterior, para obtener 1 kg de agraz se invierten aproximadamente $3.600 ($25.000/7kg). En la finca a un recolector de agraz se le paga en promedio $5.000/kg, aunque este valor puede ser mayor o menor según la oferta, puede llegar a los $20.000/kg o ser tan bajo como $1000/kg.

Valor

Si al valor del kilo de agraz le restamos lo que se invierte en su recolección, la ganancia neta en promedio sería $1.400/kg.

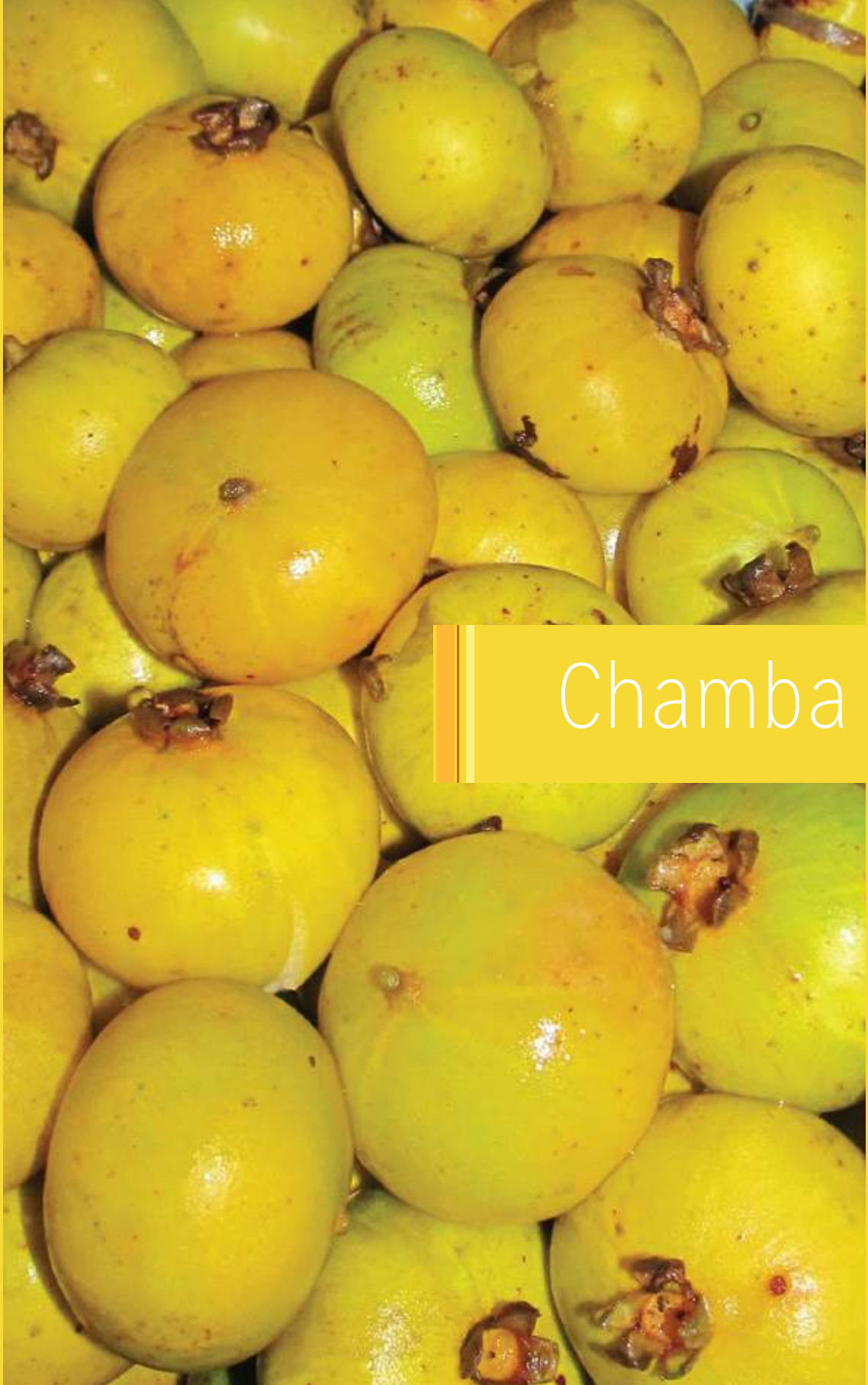
Como vimos anteriormente la producción de agraz no depende exclusivamente de los polinizadores, la autopolinización y la apomixis también contribuyen con la formación de frutos. Sin embargo, ya que se favorece la polinización cruzada, la dependencia de los polinizadores para la producción de agraz puede estar entre 50 y 65%, por lo que el beneficio económico por el trabajo de polinización de las abejas estaría entre $700 y $910/kg.







cnaiba



Chamba

Chamba

Nombre científico: *Campomanesia lineatifolia*.

También recibe los nombres de champa, michinche, guayabo de leche, guayabo Anselmo y palillo. Pertenece a la familia Myrtaceae, la familia de la guayaba, los arrayanes y el eucalipto.

Árbol de chamba próximo a florecer



Descripción

Es un árbol frutal, de hasta 10 m de alto, con hojas en pares que nacen del mismo nudo, puntudas, de unos 6 cm de ancho y hasta 10 cm de largo. Las flores son blancas y muy aromáticas.



Hojas



Flores



Frutos

Los frutos son carnosos redondos y achatados, de hasta 7 cm de diámetro, de piel suave y de color amarillo al madurar, coronados por restos de la flor, con varias semillas circulares y aplanadas envueltas en una pulpa blanco-amarillenta, muy aromática y de agradable sabor agridulce.

La chamba naturalmente florece una vez al año cuando comienza la época lluviosa entre los meses de marzo y abril.

Propiedades y usos

La fruta posee gran potencial en el campo económico por su sabor y sus propiedades alimenticias, alto contenido de hierro y vitamina C. Su mercado aún es local por ser una fruta muy perecible.

La recolección es manual, se procesa para limpiarla, pelarla y separar las semillas ya que la forma de comercialización es la pulpa, que se congela para poder almacenarla y conservarla.

Los frutos se pueden consumir en fresco, con la pulpa se preparan jugos, helados, mermeladas, yogurt, dulces y licores. Las semillas poseen pigmentos que reciben el nombre de champanones y son de potencial interés en la industria cosmética.

En el mes de octubre, en el municipio de Miraflores (Boyacá) se realiza anualmente el Festival de la Chamba, en el cual se promociona la fruta y las preparaciones que se derivan de ella, y además se afianza como un producto que identifica la región de Lengupá.








II FESTIVAL PROVINCIAL DE LA CHAMBA
SUPER-DOMINGOS PRECIOS BAJOS
OFICINA MIRAFLORES CAMARA DE COMERCIO TUNJA
12 y 14
Octubre 2012
Miraflores - Boyacá
TIO TOMATE S.A.S.







Distribución

Esta especie puede encontrarse en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú.
En Colombia crece en las regiones Amazónica, Andina, Orinoquia y Pacífica entre los 20 y los 1.850 m de altitud.
La chamba se cultiva principalmente en algunas áreas del departamento de Boyacá, como la región de Lengupá, principalmente los municipios de Miraflores, Berbeo y San Eduardo. También se aprovechan sus frutos en los llanos orientales.

Río Lengupá



Área de estudio



Este estudio se llevó a cabo en el departamento de Boyacá, en tres predios del municipio de Miraflores, en las veredas Miraflores, Ayatá y Pueblo y Cajón, además de un predio en el municipio de Berbeo, en la vereda Centro. En esta región existen algunos cultivos, pero varios árboles permanecen en los parches de bosque, en las fincas como sombríos de cafetales, en potreros y en cercas vivas.

Biología floral

Morfología

La flor de la chamba tiene cinco pétalos blancos que forman la corola.
La parte masculina tiene numerosos estambres (aproximadamente 150) de color blanco o crema, los cuales están formados por anteras sostenidas por filamentos. Las anteras producen abundante polen y los granitos individuales son más o menos triangulares.
El pistilo es un eje simple, verdoso, de unos 7 mm de largo y el ovario, a partir del cual se forma el fruto, está ubicado en la parte inferior de la corola y el cáliz. A pesar de que el ovario produce hasta 64 óvulos, solamente se forman 8 semillas.

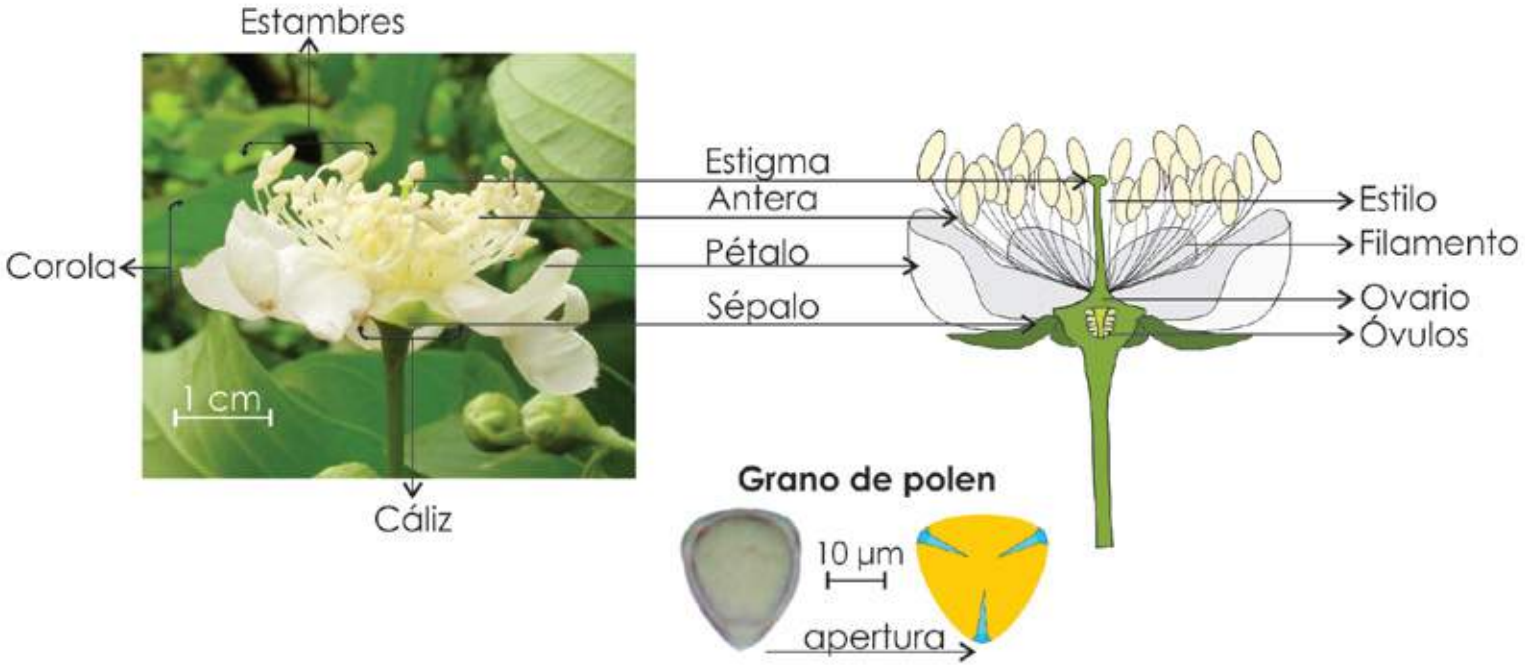
Atrayentes

El aroma es el atrayente más importante que tiene la chamba y se produce principalmente en las anteras. Es muy notorio en época de floración en la que los árboles florecen sincrónica y abundantemente.

Recompensas

La única recompensa que la chamba provee a los polinizadores es el polen. No ofrece néctar.

Flor de la Chamba



Fenología



Desde que abre ofrece polen viable a sus visitantes, es decir está listo para polinizar, además las partes femeninas están receptivas desde la apertura de la flor.

La flor de chamba abre en el día, entre las 5:30 y las 8:00 de la mañana.

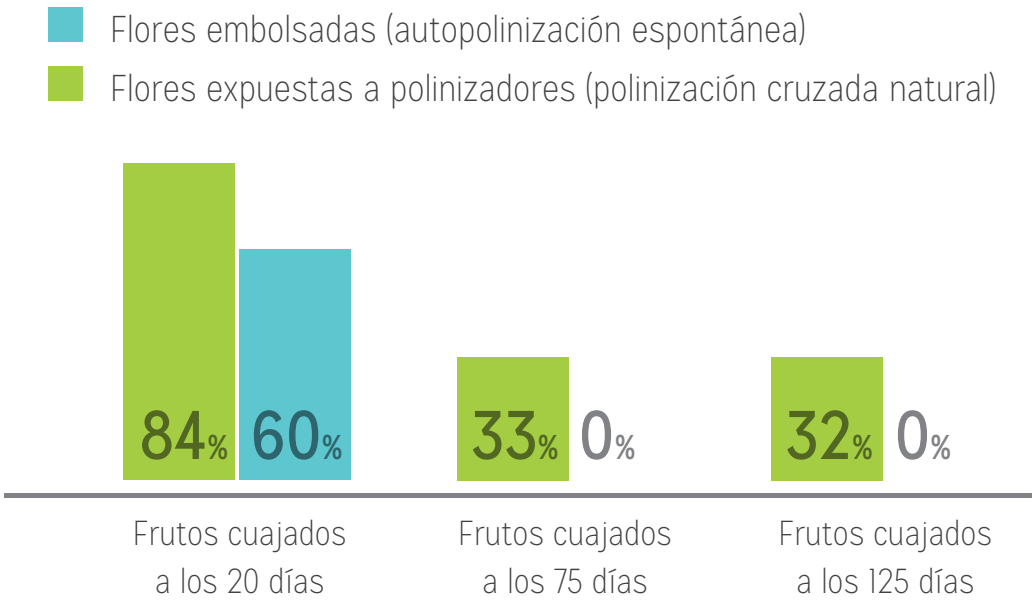
Hacia las 8:00 de la mañana las flores ya están completamente abiertas.

Aproximadamente a las 2 de la tarde se comienzan a notar los signos de la marchitez, seguidos de la pérdida de los pétalos.

Dependencia de polinizadores

De todas las flores que un árbol de chamba puede producir, solo una parte llega a convertirse en frutos, unas se pierden naturalmente y otras se pierden porque no son polinizadas.

Porcentaje de frutos formados a partir de:



La gráfica muestra la comparación entre el número de frutos producidos a partir de flores que se dejan expuestas a los polinizadores y flores embolsadas con tul (Ver sección introductoria: ¿Cómo estudiar la reproducción de las plantas con flor?).

Las flores que se embolsan no producen frutos y aproximadamente el 32 % de las que se dejan expuestas a la acción de los polinizadores llegan al cuajamiento.



Flor marcada y embolsada



Flor marcada y expuesta

En conclusión, para la chamba, la transferencia de polen por abejas es esencial para la formación de frutos.



Frutos 20 días



Frutos 75 días

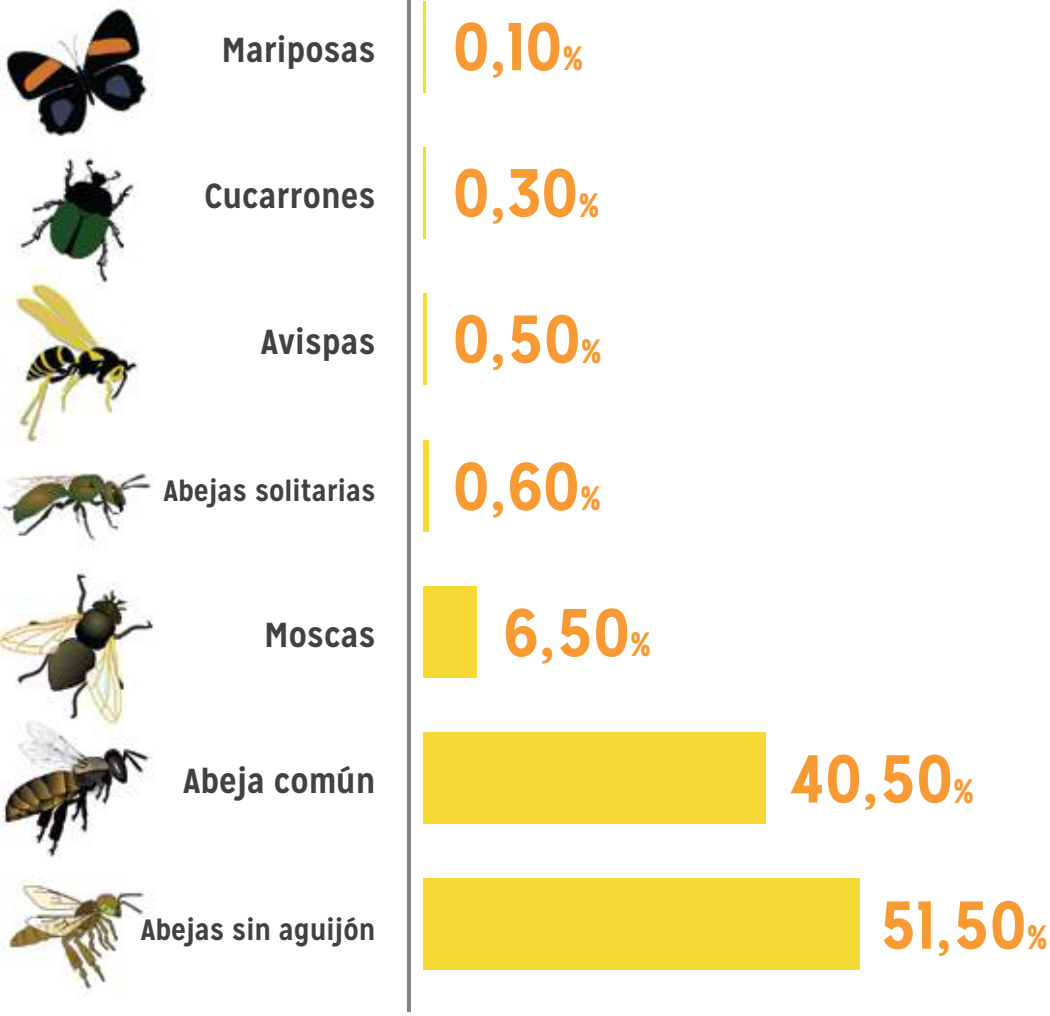


Frutos 125 días

Visitantes florales

La chamba tiene una gran diversidad de visitantes, que son más activos entre las 7:00 y las 9:00 de la mañana. Los visitantes más abundantes son *Apis mellifera* (abeja común) y algunas abejas sin aguijón de los géneros *Melipona*, *Partamona* y *Trigona*.

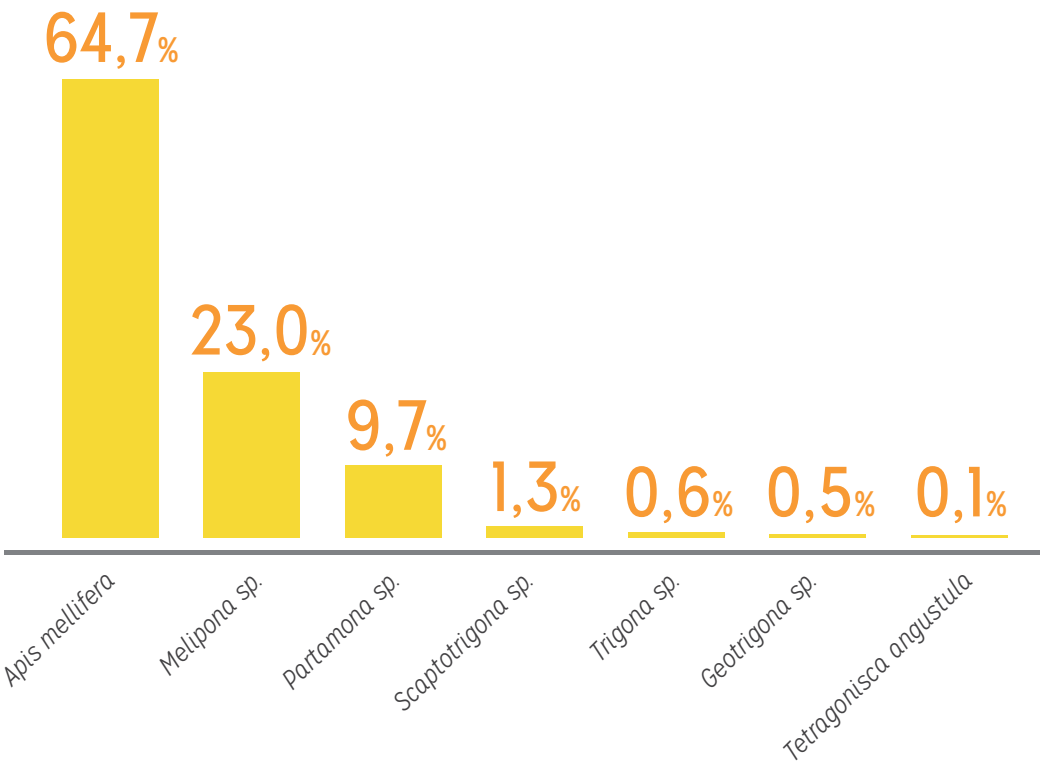
Frecuencia de visitas según el tipo de visitante



Polinizadores

No todos los visitantes de las flores de la chamba son polinizadores, algunos no tocan las partes femeninas de la flor o no transportan suficiente polen, porque son pequeños o por su comportamiento en la flor. La importancia de los visitantes como polinizadores se calcula mediante fórmulas especiales, en las que se le da puntaje al comportamiento del visitante en la flor, a la cantidad de polen que transporta, al contacto con las partes reproductivas y a la frecuencia de visitas.

Importancia de polinizadores de la chamba

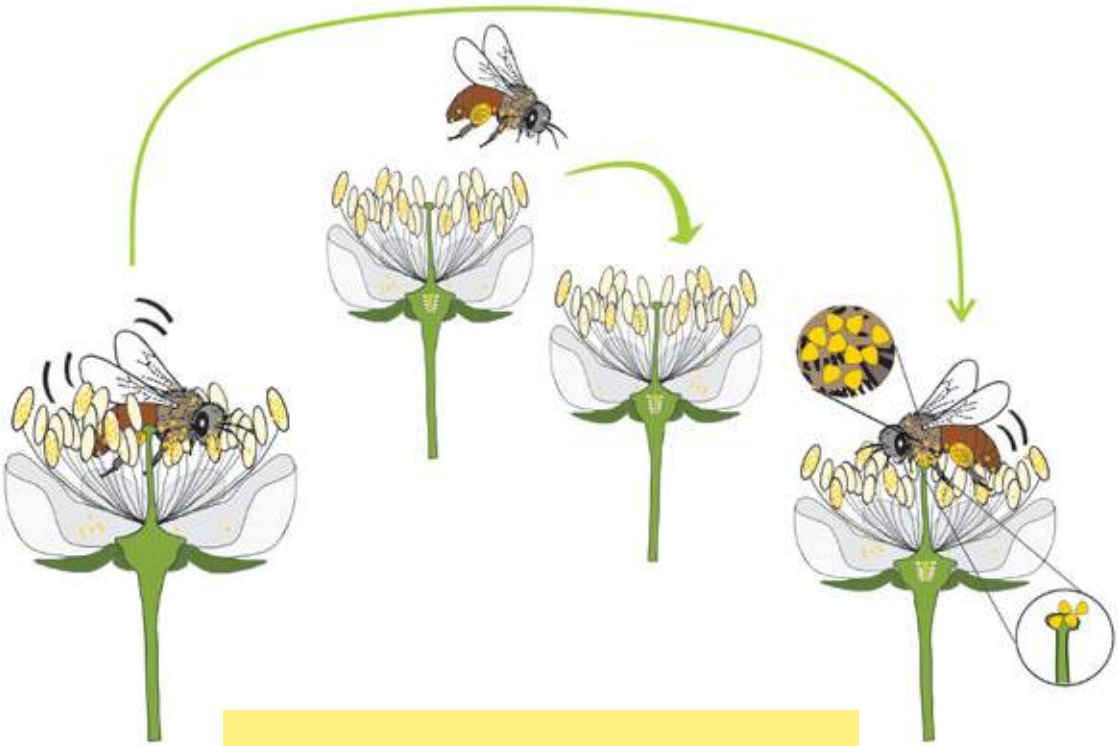


Según este cálculo, las abejas más importantes para la polinización de chamba son *Apis mellifera* y varias especies del género *Melipona*. Estas especies realizan las visitas más cortas por flor y por lo tanto visitan el mayor número de flores por minuto con respecto a otros visitantes.



Otra ventaja es que tienen un tamaño adecuado para acoplarse con la flor y por ejemplo las especies de *Melipona* sobresalen por su capacidad de hacer vibrar los músculos del tórax y así hacer un zumbido que saca el polen de las anteras, lo cual le facilita su recolección.

Actividad de un visitante floral que poliniza chamba



Las abejas de mayor tamaño se impregnan de más polen en cada visita floral y lo transportan a otras flores, además tienen contacto con el estigma por lo cual favorecen la polinización.

Actividad de un visitante floral de la chamba, que no la poliniza



Algunas abejas solamente tienen contacto con las anteras o son oportunistas y recogen el polen que cae a los pétalos, se impregnan de poco polen, no alcanzan a tocar el estigma y no polinizan.



Es importante tener en cuenta que una sola visita floral de una abeja no asegura la formación de frutos



Para que haya una polinización adecuada es necesaria la acción de las abejas en conjunto.

A continuación se presentan las abejas visitantes de la chamba en orden de importancia para la producción de frutos.

Abeja común (*Apis mellifera*)

Es una especie no nativa, introducida desde Europa para la producción de miel.Es una abeja social, es decir, que vive en colonias donde hay una reina, obreras y machos. Además hay panales y las obreras cuidan la cría.

Las obreras que visitan la chamba recolectan el polen en estructuras especializadas que tienen en sus patas posteriores llamadas "corbículas". *Apis mellifera* es la especie que visita las flores de chamba con mayor frecuencia en la región, y es ampliamente manejada por los apicultores en la zona de estudio.





Melipona (*Melipona eburnea*, *Melipona* sp.)

Son abejas sin aguijón. Son sociales y también poseen corbícula para transportar el polen.

Tienen la capacidad de hacer vibrar sus músculos del tórax y con este zumbido hacen salir el polen de las anteras de ciertas especies vegetales. Plantas como las solanáceas (familia del tomate, el ají pimentón y la berenjena) poseen anteras con un poro en su extremo superior por donde sale el polen impulsado por el movimiento que la vibración de las abejas les transmite. Aunque la chamba no tiene ese tipo de anteras, libera más fácilmente el polen con este comportamiento.

Estas abejas hacen nidos en árboles vivos y cavidades; las entradas son de barro y tienen forma de trompeta.









Partamona sp.

Son abejas nativas sin aguijón que forman colonias y hacen nidos en cavidades preexistentes, semejantes a termiteros por fuera. Para transportar el polen usan la corbícula, que es muy ensanchada y aunque son muy defensivas son importantes polinizadoras.

Scaptotrigona sp.

Son abejas nativas sin aguijón, de comportamiento social y poseen corbícula para transportar el polen. Son defensivas con sus nidos que construyen en cavidades preexistentes en muros y árboles, y cuyas entradas son tubos oscuros hechos con cera y resinas.



Tetragonisca angustula

Es una abeja nativa, social, sin aguijón. Se conoce como "angelita" o "virginita", se puede criar en cajas racionales y su miel se usa en medicina popular. Hace nidos cubiertos en casi cualquier cavidad y en la región es común encontrar nidos en la base de los árboles, las entradas son tubos delgados de cera clara y porosa.





Otras especies de abejas importantes para la chamba pertenecen a los géneros Geotrigona y Trigona. Ambas son especies nativas de abejas sin aguijón y son sociales. Geotrigona es un género de abejas que hacen sus nidos en el suelo. Trigona incluye especies que forman colonias numerosas y son muy defensivas ante las perturbaciones en sus nidos.

Valor de la polinización

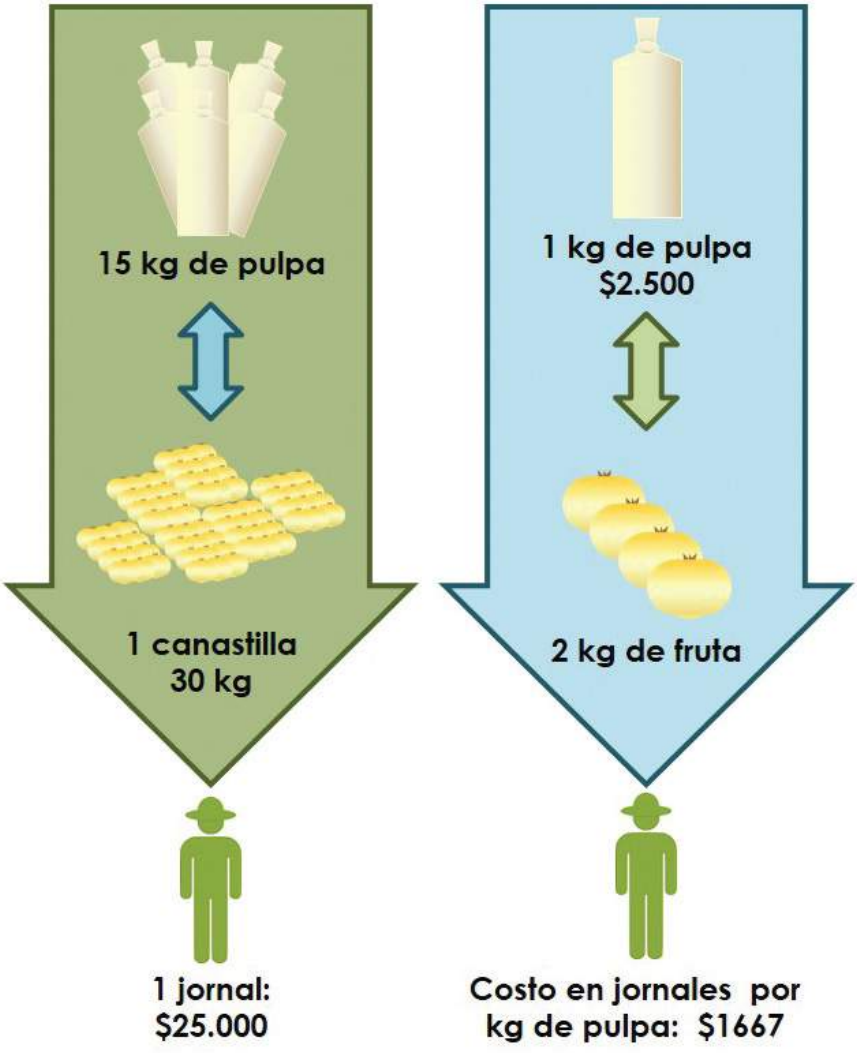
La polinización es una función de los ecosistemas de la que nos beneficiamos tanto los humanos como los demás organismos.
Tomar conciencia de su valor y ayudar a conservarla es deber de todos.



Para tener idea de uno de los efectos de la polinización se puede calcular su valor en un cultivo en términos económicos.

Una manera simplificada se hace restando el valor de los costos de producción de los valores de la cosecha.

Para la chamba encontramos que lo que se comercializa es la pulpa. Para obtener 1 kg de pulpa se necesitan aproximadamente 2 kg de fruta fresca.

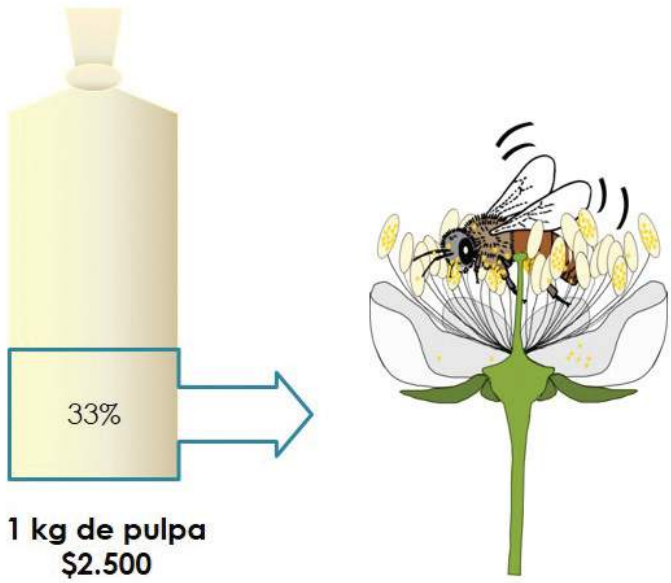


En una jornada de trabajo puede procesarse una canastilla que contiene en promedio 30 kg de fruta, a partir de la cual se obtienen 15 kg de pulpa.

Para obtener 1 kg de pulpa la principal inversión que se hace es el pago de personal en jornales para algunos cuidados de los árboles durante el año (poda, limpieza de plantas que crecen sobre las ramas, y aplicación de abonos ocasionalmente), recolección y procesamiento de la fruta.

Actualmente 1 bolsa de pulpa de 1 kg cuesta $2.500 en promedio. Un jornal se paga a $25.000.

Como vimos anteriormente los frutos de chamba se forman únicamente si las abejas intervienen con la polinización. Por lo tanto, si al valor del kilo de pulpa le restamos lo que se invierte para producirla, encontramos el valor de este servicio.

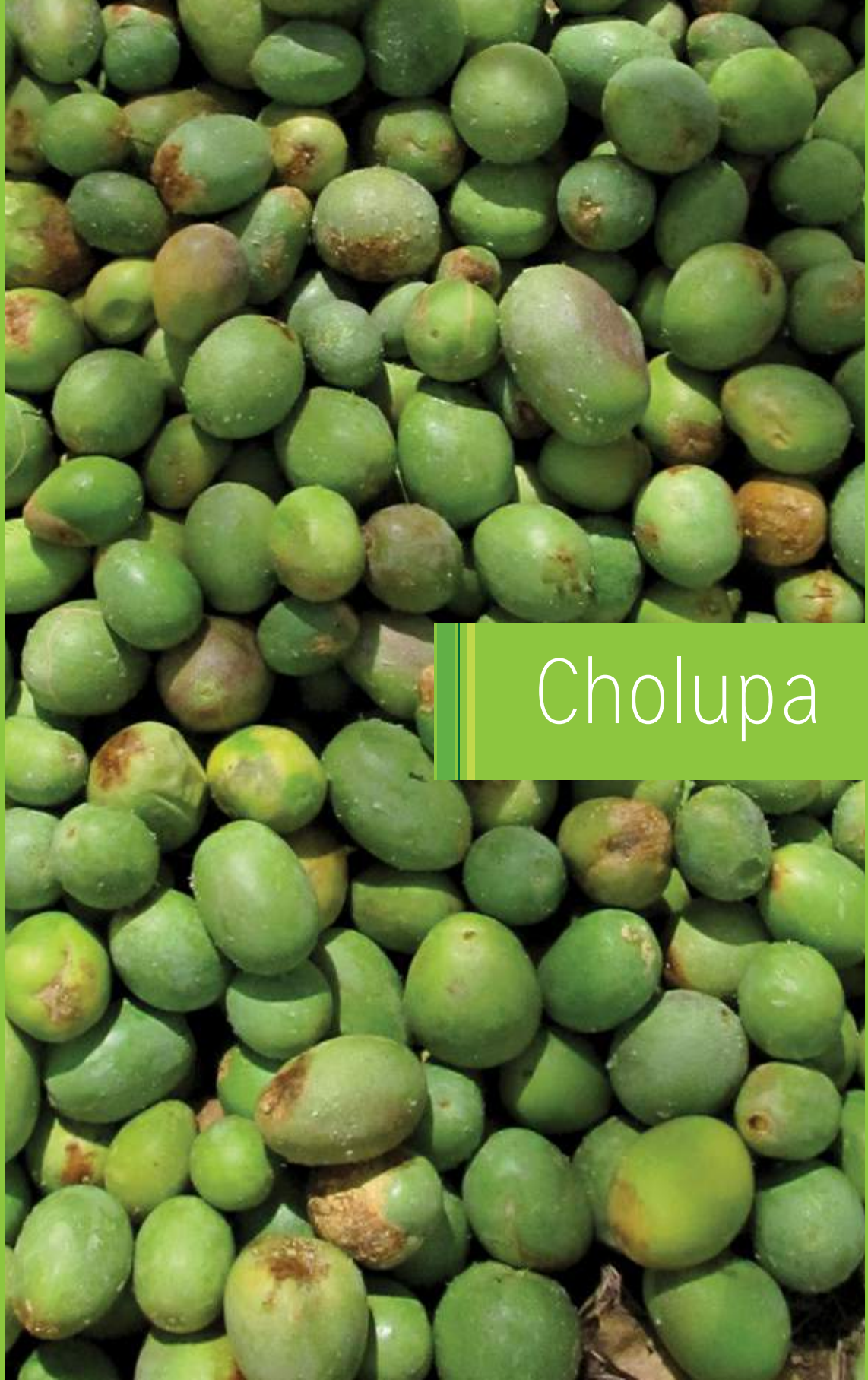


El beneficio económico por el trabajo de polinización es de $833 por cada kg de pulpa.
Es decir, la ganancia obtenida en cada bolsa de pulpa que disfrutamos se debe al trabajo realizado por las abejas y corresponde aproximadamente al 33% de la producción





CHO LU DA



Cholupa

CHOLUPA

Nombre científico: *Passiflora maliformis*

Se conoce con los nombres de cholupa, granadilla de piedra, cóngolo y gulupa (aunque este nombre lo recibe otra especie de fruto morado).
Pertenece a la familia Passifloraceae, es decir, la familia de la granadilla, la curuba, el maracuyá y la gulupa.

Descripción

Es un bejuco que trepa mediante zarcillos en forma de espiral, con hojas alternas, ovaladas, de hasta 14 cm de largo.
Las flores son colgantes, tienen unos 8 cm de diámetro cuando están abiertas.



Hojas y zarcillos



Vista al interior de un cultivo joven



Botón floral

Poseen un capuchón de color verde claro que las protege desde que están en botón y que permanece aún después de la formación del fruto.



Flor abierta

Las flores son vistosas y muy fragantes, poseen una estructura compleja y colorida para atraer polinizadores.
Las partes sexuales femenina y masculina se encuentran fusionadas en un solo eje.

Los frutos son redondos o alargados, de 5 a 9 cm de diámetro, de cáscara de color verdoso, aún durante la madurez, muy dura, con una cubierta fina y cerosa, y con numerosas semillas negras envueltas en una pulpa amarillo-anaranjada, dulce o ácida y agradablemente aromática.



Propiedades y usos

La cholupa se cosecha manualmente, se recogen los frutos que caen al suelo, los productores la comercializan en bolsas, de aproximadamente 10kg.

En el mercado se puede encontrar la fruta fresca o la pulpa.

Con la fruta se preparan jugos y postres. Dado que la cholupa es el único frutal con protección de denominación de origen en el país se está impulsando la idea de la exportación en forma de productos especiales como el polvo liofilizado.



Distribución

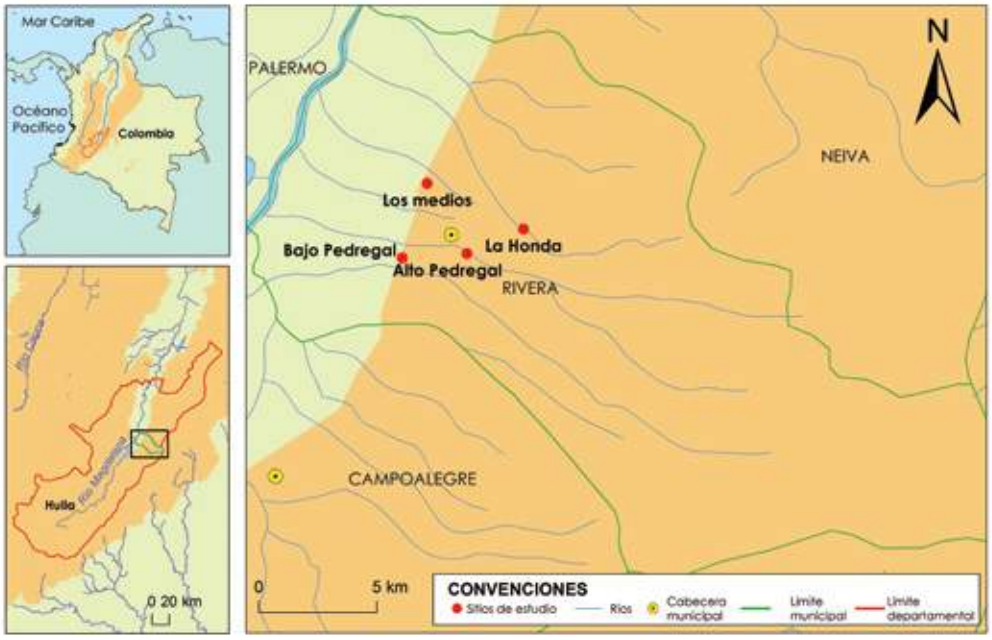
Se distribuye en las Antillas, Colombia, Venezuela y Ecuador.
En Colombia se encuentra entre los 0 y los 2.200 m de altitud, en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Nariño, Santander, Tolima, y Valle del Cauca.

La cholupa tiene denominación de origen para las zonas donde se cultiva: el norte del departamento del Huila, principalmente en los municipios de Rivera, Gigante, Baraya, Neiva, Colombia y Palermo.

Cultivo de cholupa en la vereda La Honda (Rivera – Huila)



Área de estudio



Este trabajo se desarrolló en el municipio de Rivera, ubicado en el nororiente del departamento del Huila, en las veredas Los Medios, Bajo pedregal, Alto pedregal y La Honda.

En la región se encuentran cultivos de cholupa en emparrado y generalmente de no más de 1 o 2 hectáreas.

Biología floral

Morfología

La flor de la cholupa tiene el cáliz y la corola compuestos de sépalos y pétalos de estructura y color similar, amarillo - verdoso con manchitas vinotinto.

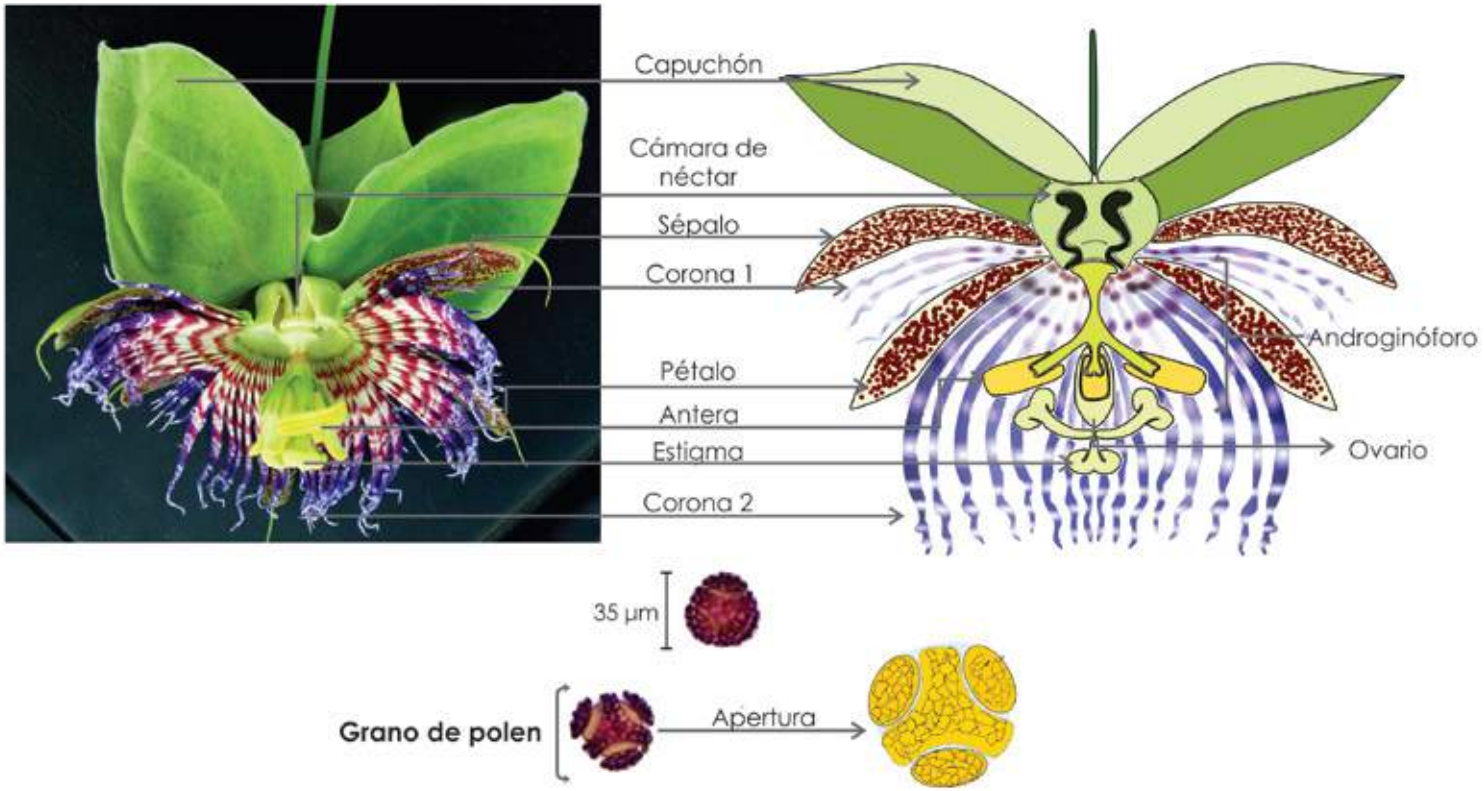
Dos series de filamentos forman dos coronas de color morado y blanco que se alternan y dan la apariencia de tener rayas.

EL eje central llamado androginóforo lleva las partes sexuales de la flor, la parte femenina compuesta por el ovario que tiene numerosos óvulos y la parte masculina contiene abundante polen de color amarillo en anteras que se abren longitudinalmente. Los granos de polen se presentan de manera individual, el polen de éste género de plantas tienen la superficie ornamentada de manera particular.

Atrayentes

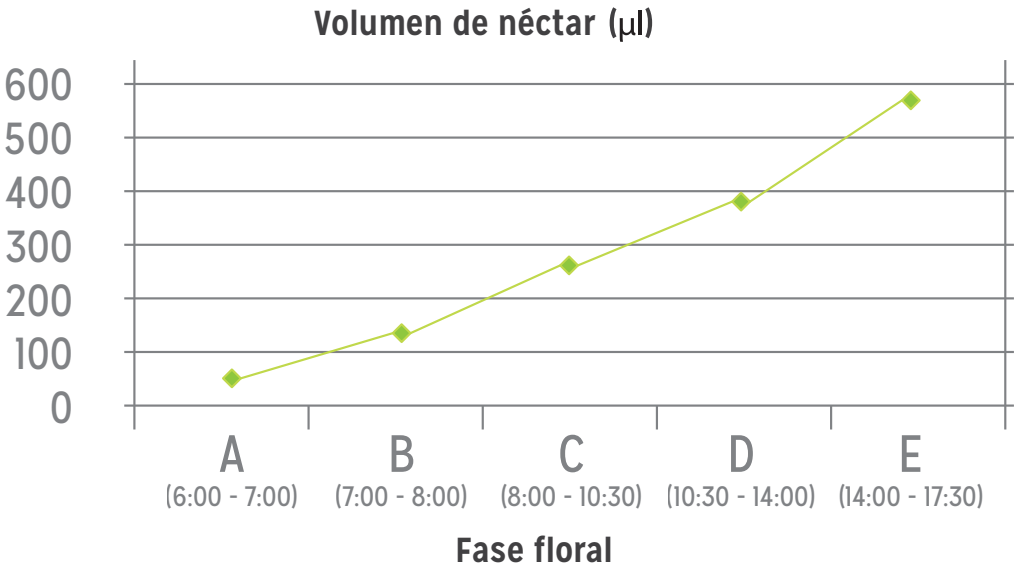
La cholupa puede atraer sus polinizadores con el aroma y el color.
Ofrece como recompensa polen y néctar.

Flor de la Cholupa



Recompensas

El néctar es la principal recompensa para los visitantes florales de la Cholupa.

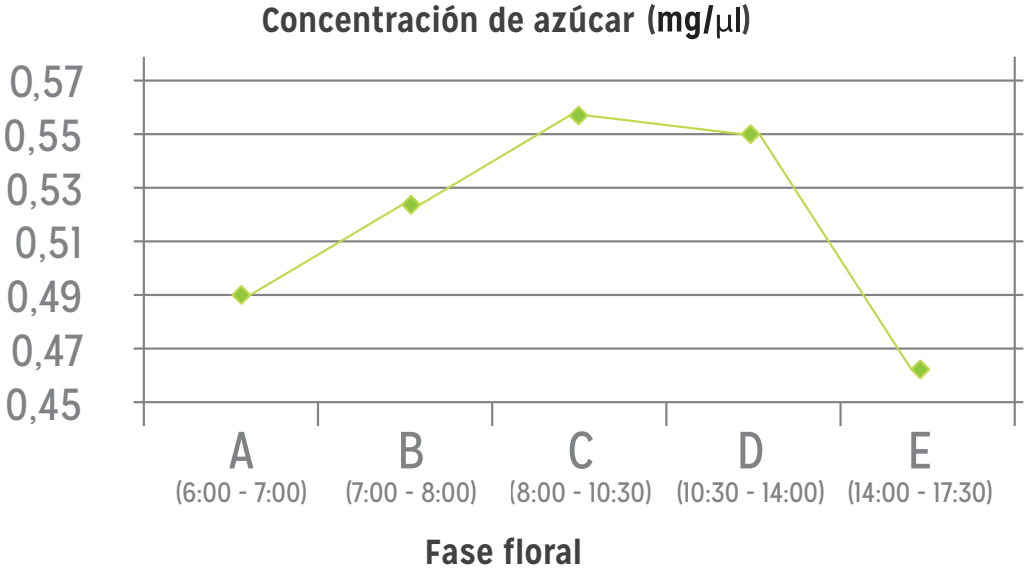




Abeja de la miel robando néctar por un agujero hecho por una avispa.

Éste se produce continuamente desde la apertura de la flor y su volumen va aumentando con el transcurso del día.
Algunos insectos acceden a la flor de manera ilegítima y toman el néctar por fuera, por lo tanto no polinizan.

La concentración de azúcares es mayor cuando la flor está lista para la polinización. Al final del día la concentración disminuye.



Otro recurso floral es el polen, el cual es aprovechado principalmente por abejas sociales como la abeja común y las abejas sin aguijón. Está disponible desde que la flor abre.

Es muy apreciado por las obreras de *Apis mellifera*, la abeja común, quienes dedican las primeras horas de la mañana a su recolección.



Abeja de la miel recogiendo polen.

Fenología

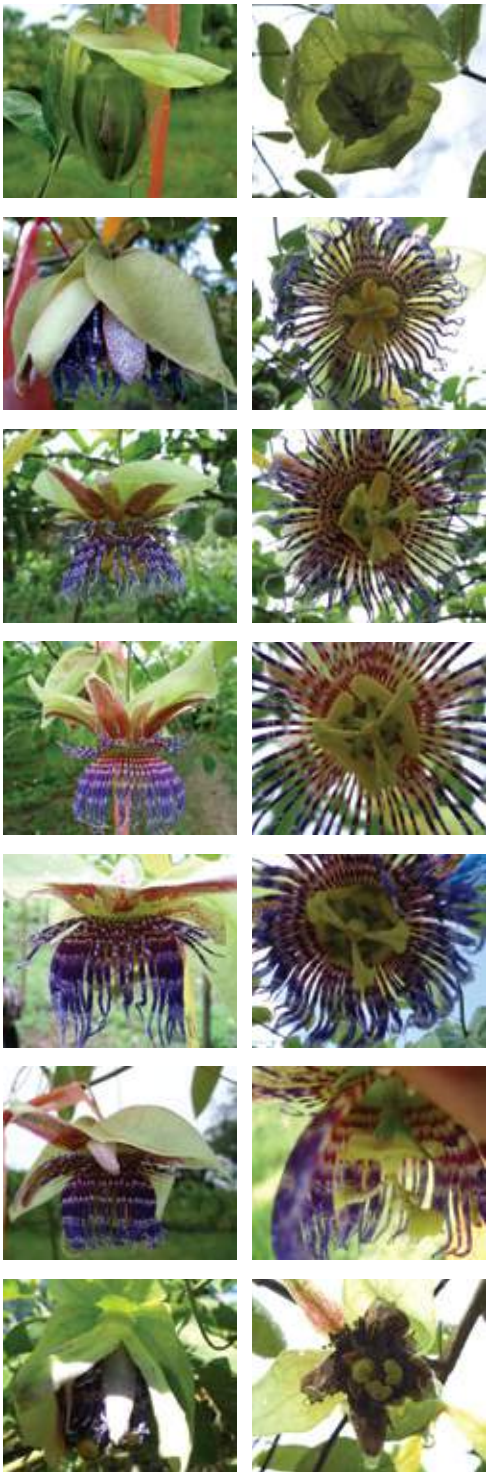
La flor de cholupa abre entre 6 y 7 de la mañana, dura entre 10 y 12 horas y en este tiempo pasa por siete fases que se ilustran en la siguiente página.

Cada fase tiene algunos cambios morfológicos importantes, la imagen superior muestra la flor en botón, a punto de abrir, en las siguientes fases se puede observar cómo el capuchón, la corola y el cáliz se van abriendo, también hay un giro de las partes reproductivas y despliegue de las coronas.

Las anteras inician verticales y dando la cara al centro, luego van girando para quedar horizontales y mirando hacia afuera. Los estigmas inician verticales y cambian de ángulo para quedar completamente horizontales o incluso mirando hacia arriba, finalmente regresan a la posición vertical.

En la cuarta fase que se ilustra ocurren los cambios más importantes, la flor alcanza la máxima apertura, el polen posee los valores más altos de viabilidad, el estigma es más receptivo y el néctar tiene más azúcar.
En las fases que siguen comienza el cierre de la flor y finalmente se observan los signos de la marchitez hasta que la flor queda nuevamente cerrada.

Fases de la flor de cholupa



6:00 a.m.
Botón

6:30 a.m.
A

7:30 a.m.
B

9:30 a.m.
C

11:30 a.m.
D

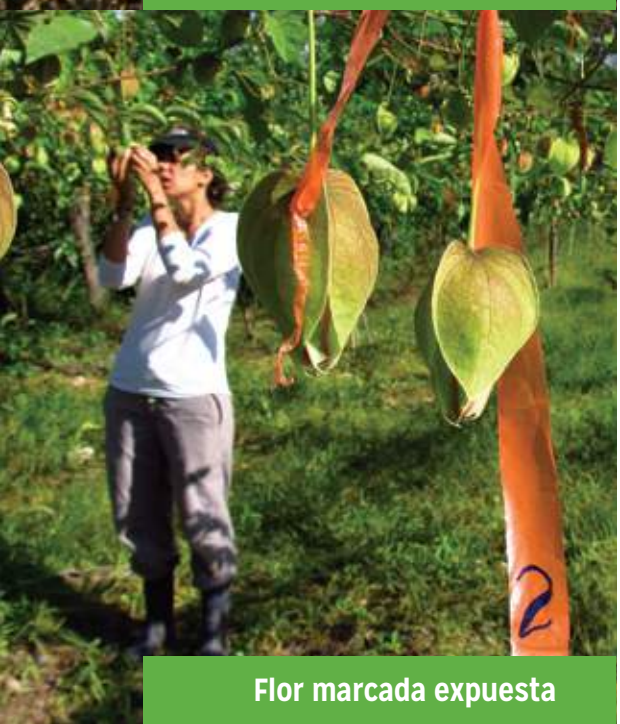
16:30 p.m.
E

17:30 p.m.
Flor marchita

Dependencia de polinizadores



Flor marcada embolsada

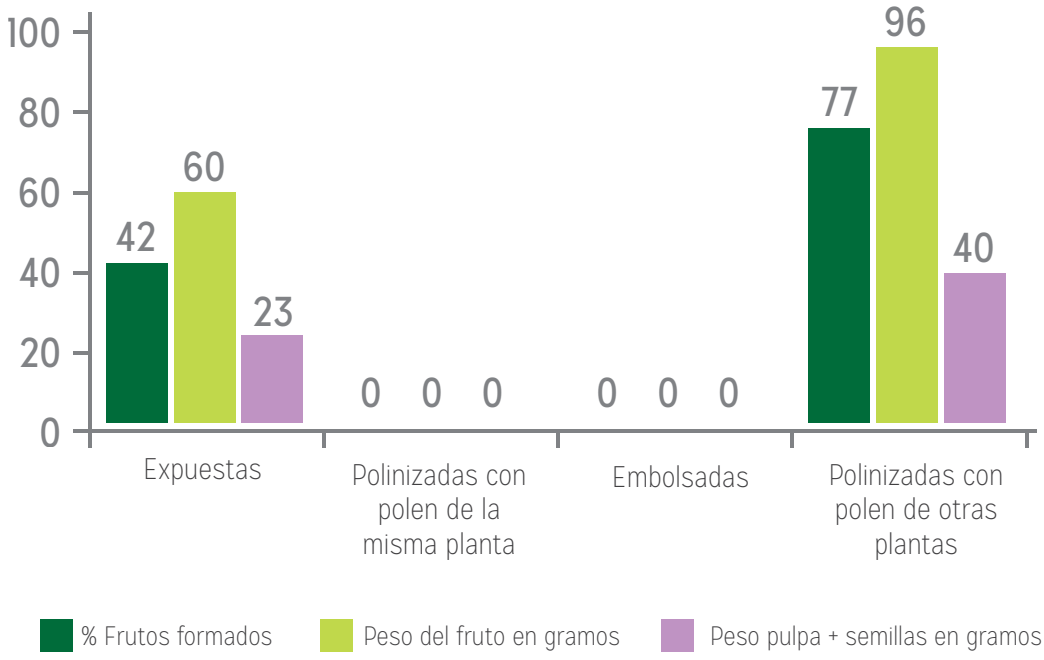


Flor marcada expuesta

No todas las flores de cholupa de un cultivo llegan a convertirse en fruto, en promedio el 40 % de las flores se cae, aunque esto depende en buena medida del manejo del cultivo, algunas no son polinizadas por lo cual no hay cuajamiento

Al comparar los resultados de experimentos en los que se dejaron flores expuestas, excluidas (embolsadas), polinizadas manualmente con polen de la misma planta y otras polinizadas con polen de plantas alejadas, se obtuvieron los resultados que se muestran en la gráfica:

Porcentaje y características de frutos formados con diferentes tratamientos de polinización.



Las flores que se embolsan no producen frutos y aproximadamente el 42 % de las que se dejan expuestas a la acción de los polinizadores llegan al cuajamiento.

Las flores polinizadas con polen de la misma planta no producen frutos y los resultados al polinizar con polen de plantas distantes son mejores en cuanto a porcentaje de formación de frutos, peso del fruto y peso de la pulpa más semillas (en g)

Visitantes florales

Las flores de cholupa ofrecen recursos a diferentes organismos, los principales visitantes son abejas, otros insectos y colibríes.

Frecuencia de visitas según el tipo de visitante



Abejas del sudor **0,2%**



Cucarrones **0,4%**



Colibríes **1,2%**



Abejas carpinteras **1,6%**



Abejas sin aguijón **2,7%**



Abejas recolectoras de aceite **3,1%**



Abejas de las orquídeas **4,6%**



Abeja de la miel (*Apis mellifera*) **86,1%**

Polinizadores



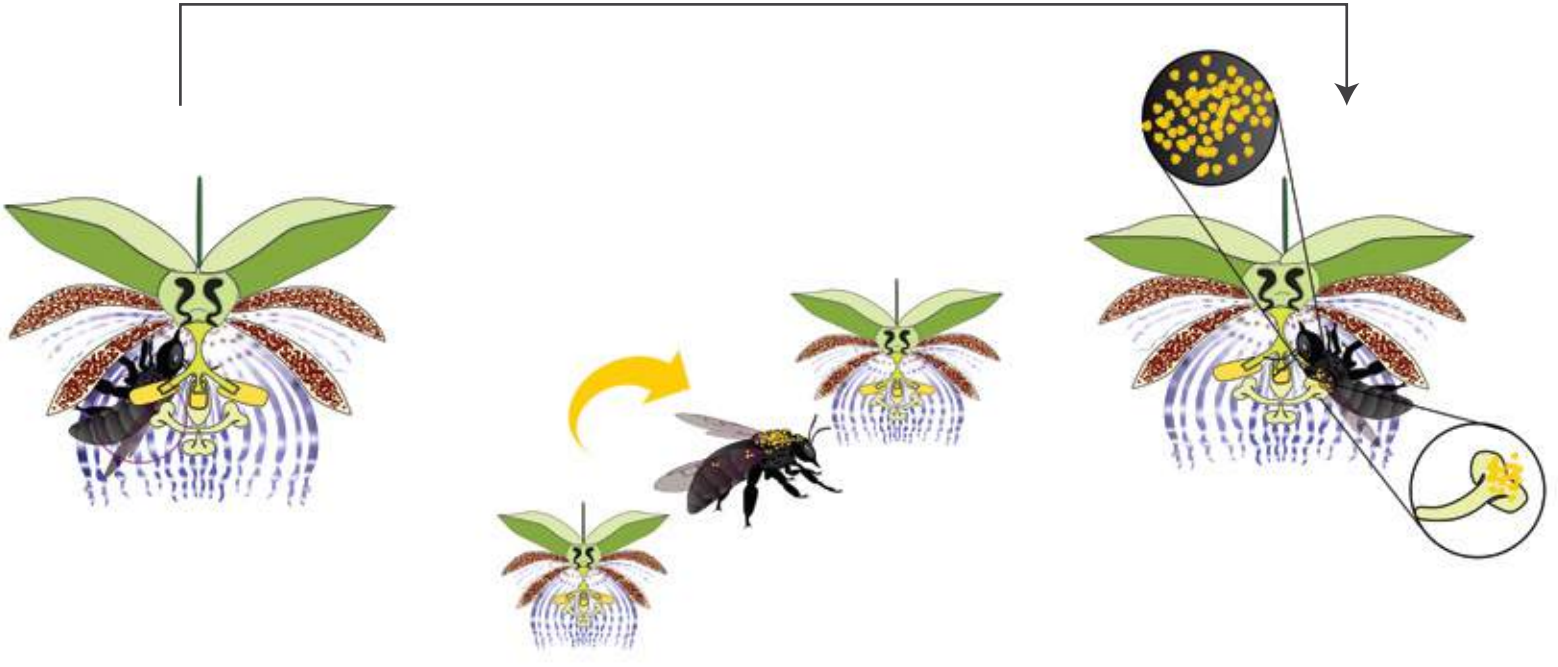
Obreras de abeja de la miel tomando néctar sin tocar las partes reproductivas de la flor.

No todos los visitantes de las flores de cholupa son polinizadores, algunos únicamente toman el néctar y en estas visitas no tocan las partes femeninas de la flor o no transportan suficiente polen ya sea porque son muy pequeños o por su comportamiento en la flor.

Los principales polinizadores de la cholupa son las abejas.

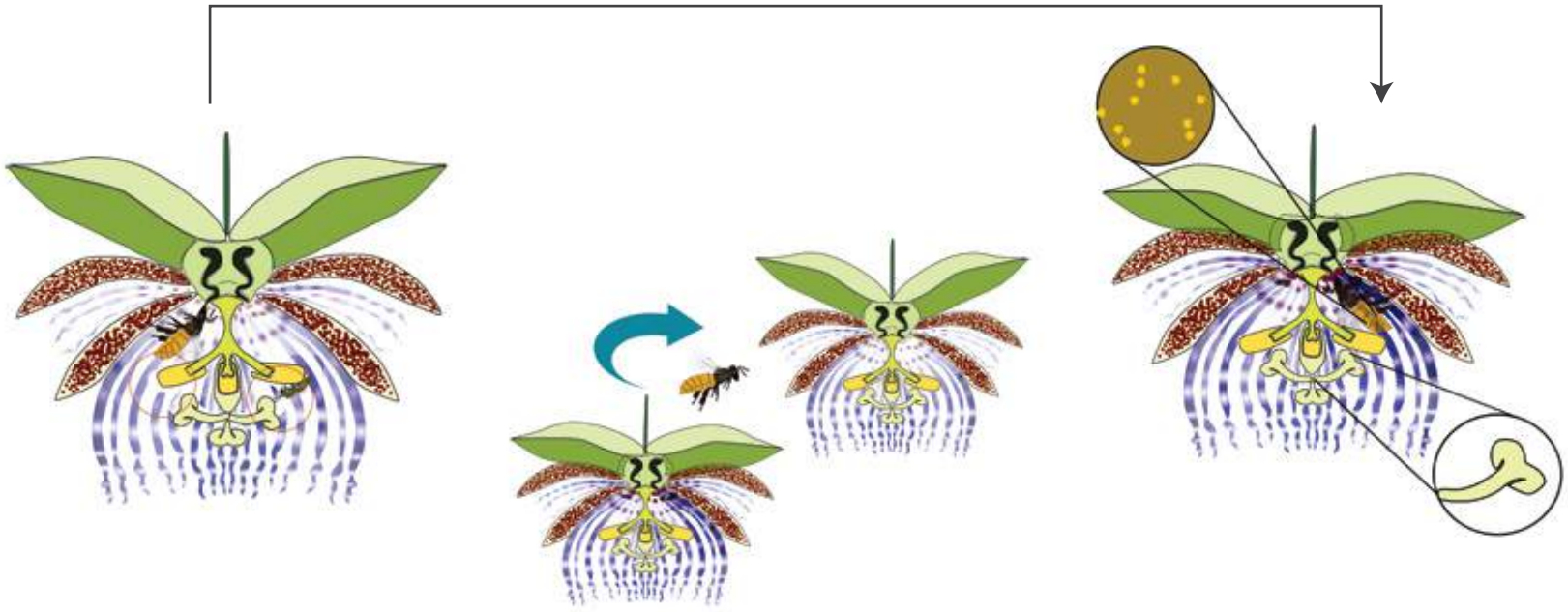
La importancia de los diferentes grupos de abejas se puede evidenciar con la cantidad de polen que transportan en su cuerpo, con la frecuencia de visitas y con la coincidencia en el tiempo de mayor receptividad de la flor y el pico de visitas.

Visita de una abeja que poliniza la cholupa



Abejas de porte grande pueden transportar importantes cantidades de polen, suficiente para transferirlo a una o varias flores. Las partes del cuerpo que quedan impregnadas generalmente tienen contacto con las partes femeninas de las flores, así se asegura la polinización.

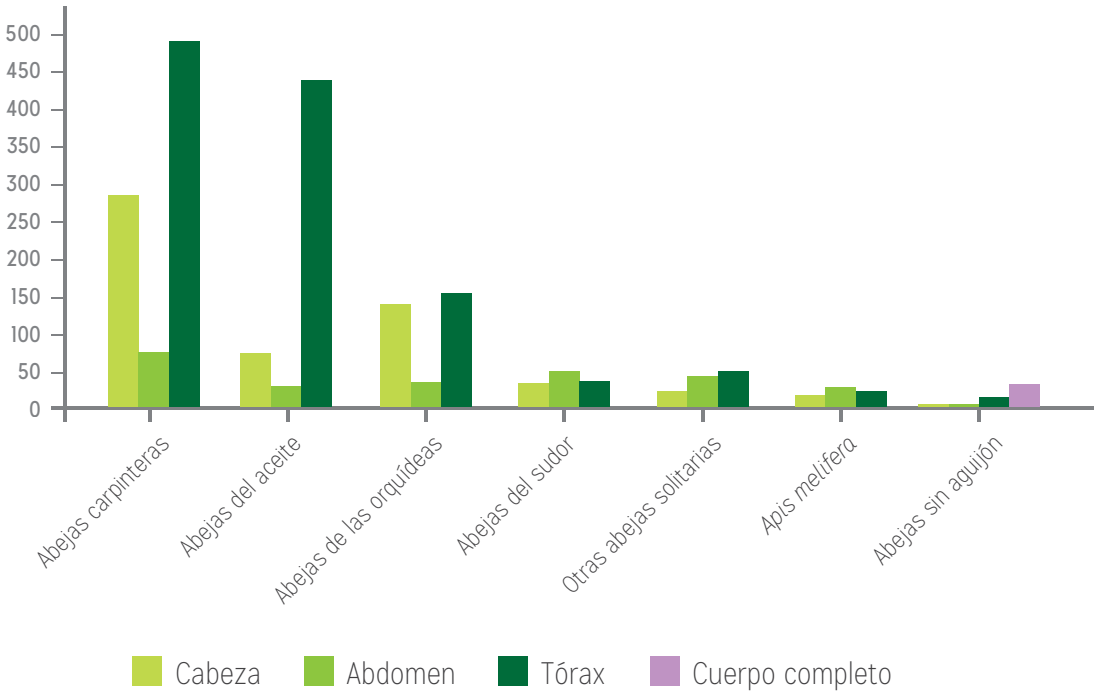
Visita de abejas que no polinizan la cholupa



Abejas de tamaño menor a 2 cm pueden tomar néctar y polen sin tocar las partes reproductivas, algunas veces logran tocar las anteras y transportar solamente pequeñas cantidades de polen a otra flor, pero no siempre lo transfieren a un estigma.

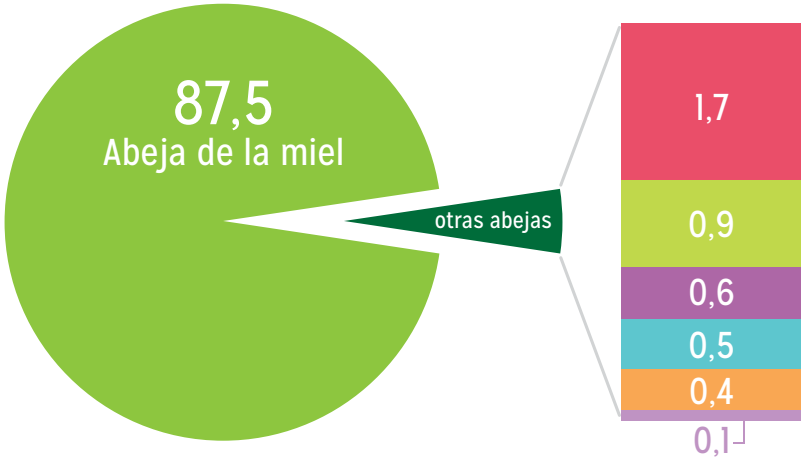
Las abejas grandes (de más de 2,5 cm) tienen un acople de forma y tamaño que favorece la polinización de la cholupa, ya que al entrar y salir de la flor tocan las partes reproductivas, se impregnan de polen y transfieren polen que traen de otras flores.

Cantidad de granos de polen transportada por los visitantes de cholupa en diferentes partes del cuerpo



Por ejemplo, los abejones o abejorros cargan más polen porque la superficie de contacto con las anteras es mayor, principalmente en el tórax y la cabeza, una abeja común puede cargar polen, pero en menor proporción, las abejas pequeñas, como algunas abejas sin aguijón, llevan en todo su cuerpo, menos polen del que puede transportar una abeja mediana en la superficie del abdomen y solamente lo transfiere si ocasionalmente aterriza o camina por el estigma.

Porcentaje de visitas de abejas a las flores de cholupa



- Abejas carpinteras
- Abejas de las orquídeas
- Abejas sin aguijón
- Otras solitarias
- Abejas recolectoras de aceites
- Abejas del sudor

La especie de abeja que visita con más frecuencia a la cholupa es la abeja de la miel, por la cantidad de obreras que visita las flores y eventualmente transfiere polen, es importante en la polinización.

Las abejas grandes como las abejas carpinteras, las recolectoras de aceite y las de las orquídeas, aunque son menos numerosas, transportan más polen, además son especies nativas importantes para la polinización de las plantas propias de la región.

Algunas veces una única visita de un abejón o abejorro es suficiente para lograr la polinización y formación de un fruto. Estas abejas tienden a visitar flores más alejadas entre sí por lo cual pueden aportar polen que contribuye a la polinización cruzada.

Una única visita de la abeja de la miel difícilmente resulta en la formación de frutos, pero algunas veces sí se logra con varias visitas o cuando varias abejas acuden a la vez a una misma flor. Esta especie compensa la baja cantidad de polen transferido con la frecuencia de visitas y abundancia de individuos por tratarse de una especie que vive en colonias de alta población.

A continuación se presentan los grupos de abejas visitantes de la cholupa más importantes para la producción de frutos.



Abejas carpinteras









Pertenecen al género *Xylocopa* son abejas grandes y robustas, que pueden alcanzar hasta 3 cm de longitud corporal, las hembras son generalmente de color negro y los machos de varias especies son amarillos. El abdomen es lustroso y tienen en las patas una estructura a manera de cepillo para cargar el polen que recibe el nombre de escopa.

Son nativas, solitarias, hacen nidos en madera muerta, donde excavan galerías con varias ramificaciones y orificios de salida. Son conocidas popularmente en nuestro país como abejorros, abejones (a veces se confunden con los abejorros sociales del género *Bombus*), abejones toro, cucarrones, o abejorros del maracuya.

Abejas recolectoras de aceite



Centris flavifrons



Centris insignis



Centris vittata



Epicharis sp.

Pertenecen a dos géneros de abejas nativas, *Centris* y *Epicharis*.

Son un grupo de abejas robustas, de tamaño mediano a grande (2 a 3,5 cm de longitud corporal), pueden ser negras, algunas son de colores llamativos, y las hembras tienen las patas muy peludas formando una estructura que les sirve para recolectar aceites y polen, y se llama escopa.

Este grupo de abejas en lugar de néctar obtienen energía de los aceites que producen algunas plantas.

Son solitarias, algunas especies construyen nidos en el suelo y otras en agujeros en la madera.

Abejas de las orquídeas



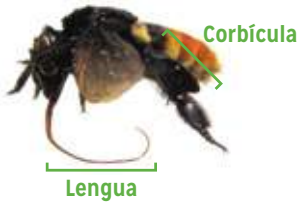
Eulaema nigrita



Eulaema cf. *polychroma*



Eulaema cingulata

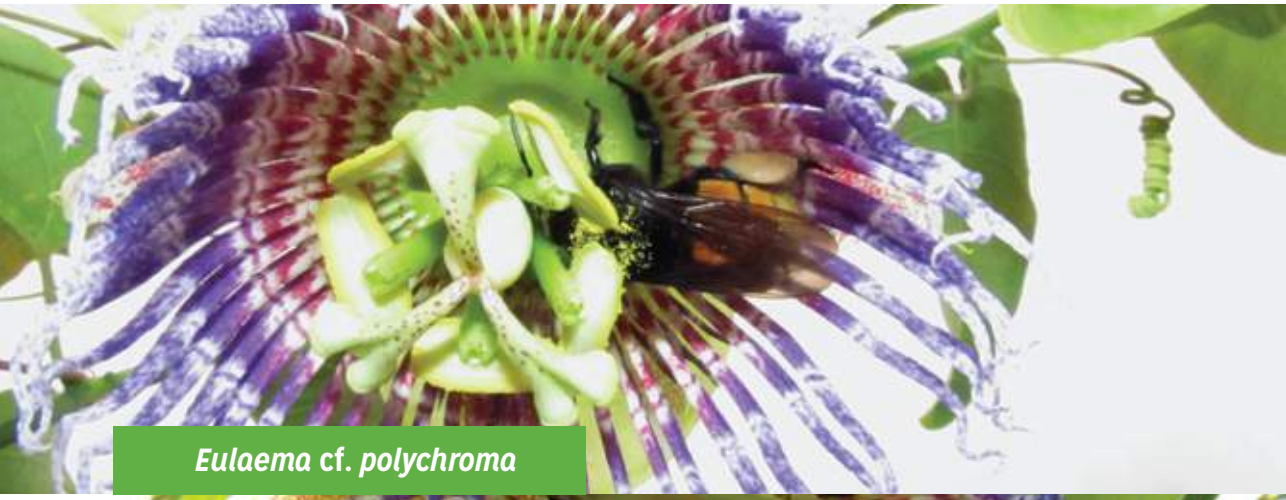


Las abejas que componen este grupo de visitantes de la cholupa pertenecen al género Eulaema y son nativas.

Son abejorros grandes, de color negro o negro con amarillo, con tonalidades metálicas en el abdomen y una lengua muy larga.

Los machos tienen las patas traseras abultadas y son importantes en la polinización de orquídeas, las hembras tienen una estructura aplanada llamada corbícula, que les sirve para transportar polen y resinas.

Son abejas solitarias y hacen nidos en la tierra o grietas en la madera o piedras.



Eulaema cf. *polychroma*



Xylocopa frontalis



Centris flavifrons

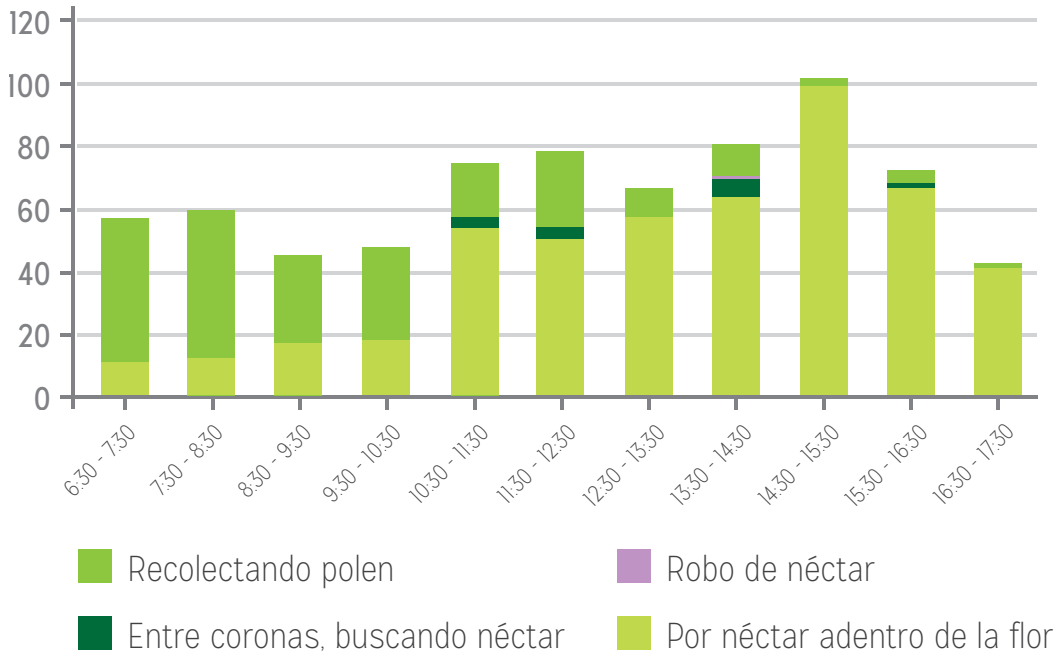
Abeja de la miel (*Apis mellifera*)



También se conoce como abeja común o abeja del apicultor. Es una especie no nativa traída de Europa para la producción de miel.
Es social, es decir, que vive en colonias donde hay una reina, obreras y machos. Además hay cuidado de la cría.

La abeja común visita la cholupa para obtener polen y néctar, en la mañana recolecta polen activamente y hacia medio día y en la tarde toma néctar.

Visitas de la abeja de la miel a lo largo del día.



Valor de la polinización

La polinización es una función de los ecosistemas de la que nos beneficiamos tanto los humanos como los demás organismos. Tomar conciencia de su valor y ayudar a conservarla es deber de todos.

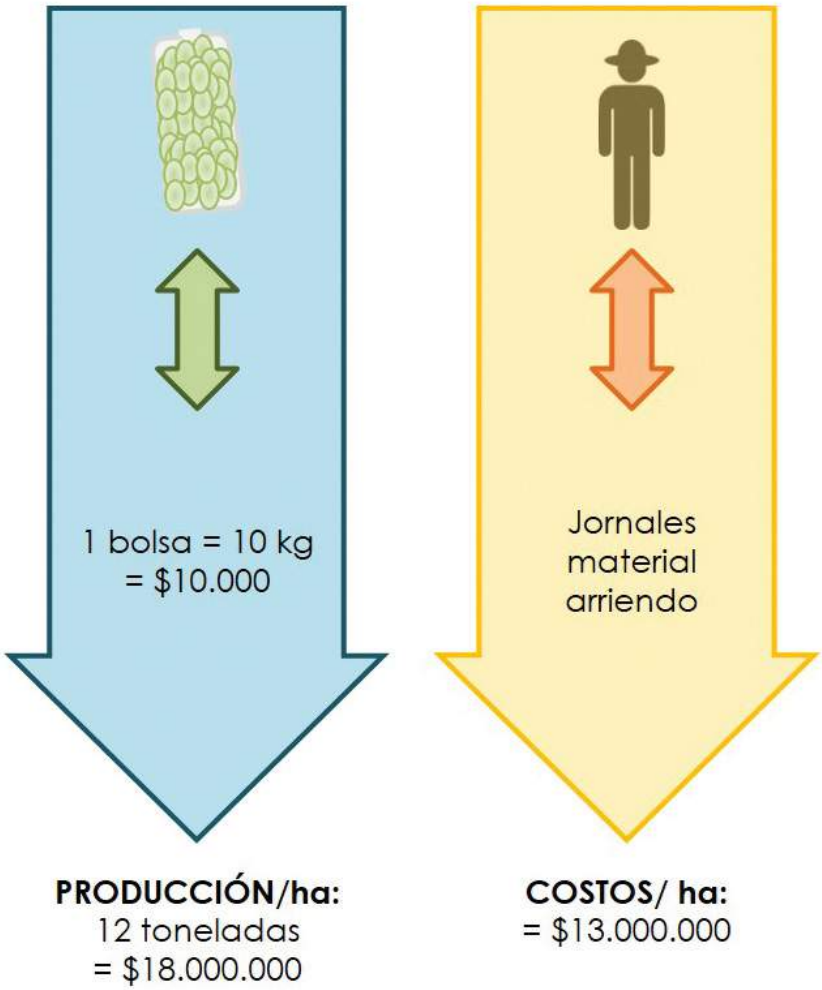


Para tener idea de uno de los efectos de la polinización se puede calcular su valor en un cultivo en términos económicos.

Una manera simplificada se hace restando el valor de los costos de producción de los valores de la cosecha.

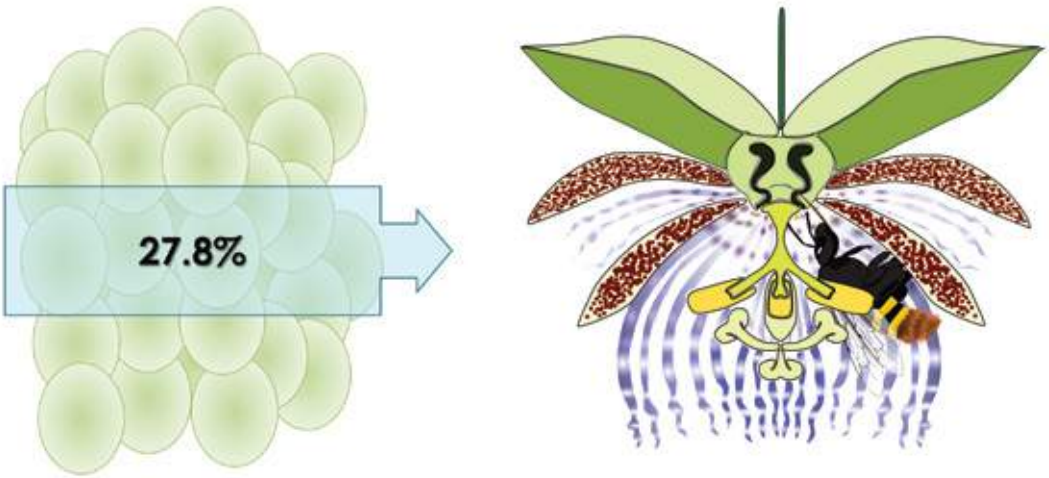
Para la cholupa encontramos que los productores comercializan el fruto en bolsas de aproximadamente 10 kg que en promedio se venden a $15.000 cada una, entonces una tonelada de fruta se comercializa en $1.500.000.

La producción por hectárea es de 12 toneladas, por lo tanto el precio de la producción es de $18.000.000.



Los gastos de producción incluyen los jornales y materiales para el cuidado del cultivo (emparrado, limpieza, abono, control de plagas, podas, riego), para 1 ha de cultivo oscilan entre $12.000.000 y $14.000.000.

Si tenemos en cuenta que solamente se forman frutos de cholupa por la acción de los polinizadores, podemos decir que restándole el costo de producción al valor de la producción obtenemos el valor del servicio de polinización que realizan las abejas.



$18.000.000 - $13.000.000 = $5.000.000

Es decir, la ganancia que se obtiene de la producción equivale a un 27.8% y se debe al trabajo de las abejas.





Recomendaciones



Recomendaciones



¿Cómo proteger los polinizadores de nuestros cultivos?

Recomendaciones importantes

Como ya se mencionó, es necesario tener en cuenta a los polinizadores en el momento de planificar o implementar cualquier práctica de manejo del cultivo que pueda afectarlos. Esto, dado que ya conocemos el papel predominante que cumplen en la producción y en el soporte de la vegetación circundante a las fincas de cada uno de los cultivos promisorios presentados.

Hay tres aspectos críticos que pueden afectar a las abejas, y por lo tanto, la función que cumplen dentro de los cultivos:



Alimento



Agroquímicos



Sitios para nidos

Forraje para los polinizadores

En plantas con épocas de floración marcada en el año, como la chamba, el agraz y la cholupa, las abejas cuentan con una gran cantidad de alimento disponible y son muy atraídas mientras el cultivo está florecido.
Sin embargo, cuando las plantas se encuentran en otros estados y no tienen flores, las distintas especies de abejas deben buscar recursos alternativos.

Para garantizar la permanencia de los nidos cerca al cultivo es importante sembrar plantas cuya floración se dé mientras el cultivo no está en flor.

La diversificación de la vegetación dentro de la finca, además de favorecer a los polinizadores puede reducir la necesidad de utilizar pesticidas pues generalmente las enfermedades no adquirirán resistencia si encuentran una gran diversidad. Además es una buena forma de generar ingresos adicionales si las plantaciones alternativas tienen también potencial económico.



Se recomienda la siembra de leguminosas, como el fríjol o las arvejas, por ejemplo, en cercanías al cultivo, ya que generalmente están asociadas a brindar alimento a las abejas solitarias (*Xylocopa*) visitantes importantes de la cholupa. Además, estas plantas tienen la capacidad de fijar eficientemente el nitrógeno en el suelo y así podrían evitar el uso de fertilizantes dirigidos a suplir la carencia de este elemento.

También es importante mantener las pequeñas hierbas y bejucos asociadas al cultivo o que se encuentran en los bordes de estos, ya que suplen las necesidades de polen y otros recursos como aceites que requieren las abejas para sus nidos. Las asteráceas (familia botánica del diente de león, botón de oro) y fabáceas (leguminosas), son buena fuente de polen y néctar. Las malpigiáceas, muy comunes en las cercas y bordes de bosque, son una buena fuente de aceites, específicamente para abejas solitarias del género *Centris*.



Plantas que proveen recursos a los polinizadores de la cholupa



Otros cultivos: Melón





Plantas productoras de aceite





Leguminosas

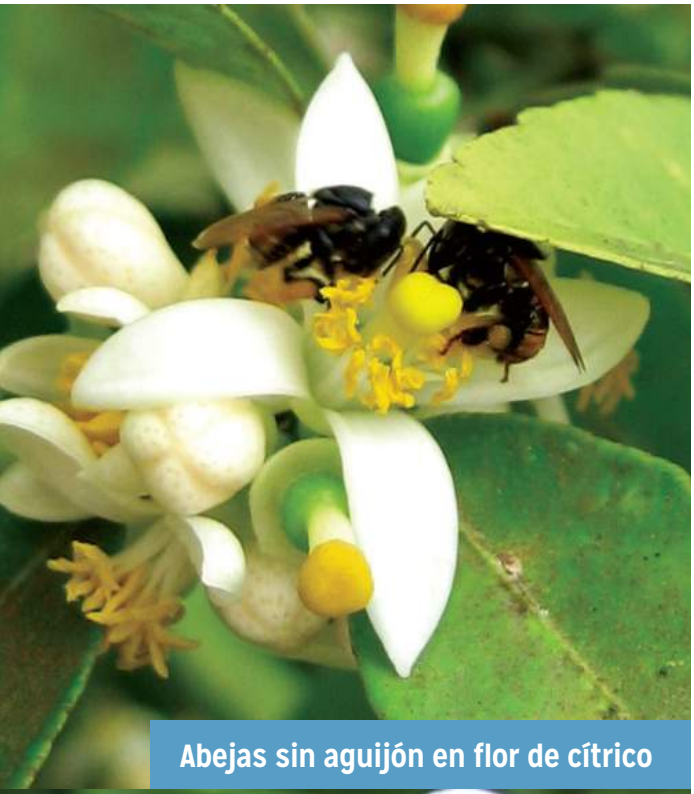


Bejucos en cercos vivos





Otras pasifloras silvestres



Abejas sin aguijón en flor de cítrico



Abeja común en florde café

En el caso de la chamba, otras fuentes de néctar, son el café y los cítricos, que ocupan un importante renglón en la economía de la región de Lengupá además de otras plantas de la misma familia de la chamba (Myrtaceae) como el arrayán, pomarroso y eucalipto que son fuentes importantes de alimento sobre todo para las abejas sin aguijón del género Melipona.

Teniendo en cuenta que estos últimos hacen parte de la vegetación nativa de la zona (excepto el eucalipto), lo más adecuado para garantizar fuentes diversas del recurso de interés es proteger las zonas de rastrojos y remanentes de bosques donde las abejas, encontrarán la diversidad que requieren.

En zonas de producción de agraz, los recursos necesarios para mantener los pequeños nidos de abejorros (género *Bombus*) y las colmenas de abejas melíferas, se encuentran principalmente en la vegetación natural.

Por lo tanto, no se debe eliminar árboles, arbustos, rastrojos o podar en su totalidad las zonas donde hay plantas de agraz puesto que esto disminuye la capacidad del ecosistema de responder a plagas o enfermedades, debilita el suelo y disminuye los recursos que necesitan las abejas no sólo para alimentarse sino también para construir sus nidos.

Matorrales donde crece el agraz



Plantas que proveen recursos a los polinizadores del agraz



Tuno esmeraldo
(*Miconia squamulosa*)



Mora silvestre
(Rubus sp.*)*



Tagua
(Gaiadendron punctatum)



Encenillo
(Weinmannia tomentosa)



Queso fresco
(Symplocos theiformis)

Uso de agroquímicos

La cholupa es el único de los cultivos promisorios estudiados que es manejado con una cantidad importante de agroquímicos para controlar plagas tales como trips, ácaros y moscas. La fumigación con este tipo de productos sobre todo en los períodos de floración del cultivo, tiene un efecto repelente y peligroso no sólo para las plagas que se quieren controlar sino también para las abejas polinizadoras, otros insectos benéficos, animales silvestres y para las personas.



La principal recomendación es reducir la frecuencia de aplicación y la cantidad de productos aplicados, hasta donde sea posible. Si bien una reducción en este tipo de controles, puede disminuir la producción, se pueden obtener frutos un poco más limpios y con mayor valor de mercado por contar con una mejor polinización.

Siempre que se cuente con la asistencia técnica y la experiencia en el cultivo específico, utilizar repelentes naturales de plagas fabricados con extractos de plantas es una opción para evitar los químicos fuertes que tienen efectos nocivos en las abejas.

Si los agroquímicos son la única opción para producir una buena cosecha y una vez se hayan disminuido al máximo posible la dosis y frecuencia de aplicación y se estén siguiendo las recomendaciones mínimas dispuestas en la etiqueta, es necesaria una aplicación responsable en momentos del día cuando los polinizadores no estén forrajeando, como altas horas de la tarde o muy temprano en la mañana. Esto evita que se realice una aplicación directa sobre las abejas en vuelo y reduce el riesgo de muerte. Si se aplica en la noche se puede garantizar un medio menos contaminado al día siguiente cuando las abejas regresen al cultivo. Se deben evitar los sprays en polvo o microencapsulados pues las abejas pueden captarlos más fácilmente en sus pelos o confundirlos con el polen que recolectan y transportar trazas de estos químicos a los nidos.





Nido de angelita
(*Tetragonisca angustula*)
en el muro de una casa

Manejo de sitios de nidificación

Específicamente, para las abejas del género *Melipona*, los nidos serán encontrados cerca al suelo en troncos gruesos de árboles grandes. La entrada a sus nidos es fácil de reconocer por tener la forma de una boca de sapo y estar hecha de un material muy resistente. Dado que estas abejas tienen colonias muy numerosas y en tamaño y apariencia se pueden asemejar a la abeja melífera, es importante no eliminar sus nidos, (pues no son para nada agresivas y no poseen aguijón), ni tampoco tratar de trasladarlas sin asistencia o conocimiento técnico, a cajas racionales para producción de miel. Aunque se conozca un potencial importante de estas abejas para dicha actividad, no se ha realizado una caracterización completa de sus mieles ni se tienen manuales consolidados del manejo de esta especie en cada región particular. Es por esto, que mantenerlas en estado silvestre protege sus poblaciones y garantiza que no desaparezcan.



Otro grupo de visitantes ocasionales en chamba pero más frecuentes y eficientes en cholupa, son las abejas solitarias (abejas recolectoras de aceite de los géneros *Centris* y *Epicharis*, y abejas de las orquídeas del género *Eulaema*). Algunas de estas construyen sus nidos en el suelo y requieren de especial atención, principalmente debido a que las prácticas agrícolas están muy relacionadas con el manejo del suelo. Se recomienda entonces, ser cuidadoso en las prácticas de arado y evitar la irrigación por inundación de los cultivos.

Otros grupos de abejas solitarias nidifican en cavidades hechas generalmente en troncos secos. Este es el caso de las abejas carpinteras (género *Xylocopa*) que son unos de los visitantes más eficientes de flores de cholupa.



En este cultivo y en sus alrededores es necesario dejar en pie troncos secos de árboles muertos donde por lo general estas abejas hacen galerías donde tienen sus crías. También será común verlas en las vigas de madera de las casas y las cercas de las fincas. Del mismo modo, abejas cortadoras de hojas y otras solitarias pueden llegar a troncos de bambú o cañas predispuestas, para construir sus nidos.

“Hoteles para abejas”. Se dispone un bloque de varias cañitas en diferentes sitios de la finca y alrededor de la misma, para que las abejas se establezcan allí.





Abejorro del maracuyá
en la entrada de su nido en una viga.

Finalmente, en el caso del agraz, las abejas nativas que más lo visitan son distintas especies de abejorros (género *Bombus*). Estos, forman agregados en el suelo, generalmente entre los pastizales o potreros. Aunque es muy difícil encontrar sus nidos y por lo general se da por accidente, es indispensable estar atento en los matorrales y no podar la vegetación rasante para evitar eliminar algunos de estos nidos.

Matorrales donde se pueden encontrar nidos de abejorros




Fuentes



Fuentes de información

BALAGUERA-LÓPEZ H. 2011. Estudio del crecimiento y desarrollo del fruto de champa y determinación del punto óptimo de cosecha. Tesis de Maestría. Bogotá: Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. 53 p.

BERNAL R, GALEANO G, RODRÍGUEZ A, SARMIENTO H, GUTIÉRREZ M. Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. [Citado 10 Enero 2014]. Disponible en: http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/.

BONILLA A, DUQUE C, GARZÓN C, TAKAISHI Y, YAMAGUCHI K, HARA N, FUJIMOTO Y. 2005. Champanones, yellow pigments from the seeds of champa (Campomanesia lineatifolia). Phytochemistry 66: 1736- 1740.

CALDERON- ACERO LV, NATES-PARRA G. 2013. Visitantes y potenciales polinizadores de chamba *Campomanesia lineatifolia* (Myrtaceae) en la provincia de Lengupá, Boyacá, Colombia. En memorias del VIII Congreso mesoamericano de abejas nativas. p 72-79.

CALDERON L.V. 2012. Visitantes florales y posibles polinizadores de champa, *Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav. (Myrtaceae) en cuatro localidades de la provincia de Lengupá, Boyacá. Trabajo de Grado. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 53 p.

CHAMORRO FJ. 2014. Influencia de la polinización por abejas sobre la producción y características de frutos y semillas de *Vaccinium meridionale* Sw. (Ericaceae) en los Andes Orientales de Colombia [Tesis de Maestría]. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. 83 p.

CRUZ MP. 2014. Protocolo de aprovechamiento de la chamba (Campomanesia lineatifolia) en San Eduardo, Boyacá. En: Torres MC, Casas L (Eds.). Protocolos de aprovechamiento para flora silvestre no maderable. Metodología, estudios de caso y recomendaciones técnicas. Bogotá, D.C.: Fondo Biocomercio - Fundación Natura. 141 p.

DAFNI A, KEVAN PG, HUSBAND BC (Eds.). 2005. Practical pollination ecology. Cambridge (Ontario, Canada): Enviroquest Ltd. 590 p.

ECHEVERRY A, TORO JL. 2009. Conozcamos y usemos el mortiño. 3ra Ed. Medellín: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia). 28 p.

GONZÁLEZ VH, OSPINA M, BENNETT DJ. 2006. Abejas altoandinas de Colombia, Guía de Campo. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 80 p.

GRIEG-GRAN M, GEMMILL-HERREN B. 2011. Handbook for Participatory Socioeconomic Evaluation of Pollinator-Friendly Practices. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 65 p.

HENAO M. 2014. Biología Floral y Reproductiva de la Cholupa. *Passiflora maliformis* (Passifloraceae). Trabajo de Grado. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 41 p.

KLEIN AM, VAISSIERE BE, CANE JH, STEFFAN-DEWENTER I, CUNNINGHAM SA, KREMEN C, TSCHARNTKE T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274: 303–313.

LIGARRETO GA. (Ed). 2009. Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño. (*Vaccinium meridionale* Swartz) en la zona altoandina de Colombia. Bogotá: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia y COLCIENCIAS. 134 p.

LÓPEZ M, RODRÍGUEZ J. 1995. Diagnóstico del mercadeo de la champa en el Municipio de Miraflores Boyacá. Trabajo de grado. Tunja: Tecnología en Mercadeo, Instituto de Educación Abierta y a distancia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 86 p.

MONTEALEGRE R. 2013. Experiencia exitosa en el sistema productivo de cholupa (*Passiflora maliformis* L.) Memorias II Congreso Latinoamericano de Pasiflora. Neiva-Huila-Colombia. p 146.

NATES-PARRA G. Abejas corbiculadas de Colombia (Hymenoptera:Apidae). Bogotá: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 158 p.

PINILLA MS. 2013. Visitantes florales y polinizadores potenciales del agraz (*Vaccinium meridionale*) en Cundinamarca y Boyacá. Tesis de pregrado. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada. 51 p.

RODRÍGUEZ-C A, OSPINA R, NATES-PARRA G. 2013. Importancia de las abejas para Cholupa (*Passiflora maliformis* L.) en Rivera Huila Colombia. Memorias II Congreso Latinoamericano de Pasiflora. Neiva-Huila-Colombia. p 96.

VÉLEZ E.D. Revisión del género *Centris Fabricius*, 1804 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) en Colombia. Tesis de maestría. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 281 p.



Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*)
se terminó de imprimir en enero de 2015 por Escala S.A., Calle 30 No. 17-52, Bogotá, D.C. Se imprimió un tiraje de 500 ejemplares con las fuentes tipográficas Mission Gothic. Se utilizó papel propalcote de 90 gramos para las páginas internas y propalcote de 320 gramos para la carátula, plastificada en mate por una cara.
Se encuadernó en rústico cosido con hilo.



978-958-775-3189