

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE *Apis mellifera* L. Y OTROS
INSECTOS ASOCIADOS A LA FLORACIÓN DEL PALTO
(*Persea americana* Mill.) cv. HASS EN DOS LOCALIDADES
DE LA V REGIÓN (QUILLOTA Y LA LIGUA).**

CAROLINA ANDREA VALDÉS IBARRA

**QUILLOTA CHILE
2002**

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Situación actual de la producción de palto
 - 2.1.1. Situación mundial
 - 2.1.2. Situación nacional
 - 2.2. Antecedentes de la especie
 - 2.3. Floración de palto
 - 2.3.1. Comportamiento floral
 - 2.3.2. Agrupación de tipos florales
 - 2.4. Importancia de la polinización
 - 2.5. Tipos de polinización
 - 2.5.1. Autopolinización
 - 2.5.2. Polinización cruzada
 - 2.6. Transporte del polen
 - 2.6.1. Polinización anemófila
 - 2.6.2. Polinización entomófila
 - 2.7. Insectos polinizantes
 - 2.8. Clasificación de los insectos polinizantes
 - 2.9. Condiciones climáticas que afectan el desarrollo de las comunidades de insectos
 - 2.9.1. Temperatura
 - 2.9.2. Humedad
 - 2.9.3. Luz
 - 2.9.4. Viento
 - 2.10. Polinización del palto
 - 2.10.1. Insectos polinizadores del palto
 - 2.11. La abeja melífera (*Apis mellifera* L.) como polinizador del palto
 - 2.12. Atributos de un buen polinizador
3. MATERIALES Y MÉTODO
 - 3.1. Ubicación y época del estudio
 - 3.2. Caracterización climatológica de las zonas de estudio
 - 3.3. Material vegetal utilizado
 - 3.4. Determinación de insectos que visitan las flores de palto (*Persea americana* Mil.) cv. Hass
 - 3.5. Identificación de insectos asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mili.) cv. Hass
 - 3.6. Medición de la intensidad de floración

- 3.7. Estudio del comportamiento de los insectos que más frecuentan las flores de palto
 - 3.8. Registro de factores ambientales
 - 3.9. Análisis Estadístico
 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. Identificación de insectos que visitan las flores de palto en los huertos de Quillota y La Ligua, V región
 - 4.2. Cuantificación y características de los insectos que visitan las flores de palto
 - 4.3. Comportamiento de los principales insectos que frecuentan las flores de palto
 - 4.3.1. Comportamiento de *Apis mellifera L.* como polinizador de palto
 - 4.3.2. Comportamiento de otros insectos como potenciales polinizadores de palto
 - 4.3.3. Frecuencia de visitas a las flores de palto de los principales insectos identificados
 - 4.4. Influencia de los parámetros ambientales y del número de flores sobre la visita de los principales insectos
 - 4.4.1. Influencia en el número de abejas
 - 4.4.2. Influencia en el número de insectos distintos a la abeja melífera.
 - 4.5. Intensidad de floración
 - 4.6. Evaluación de la actividad de los insectos como polinizadores de palto
 - 4.6.1. Modelo de evaluación de los insectos como polinizadores
 - 4.6.2. Variables de evaluación de los insectos
 - 4.6.2.1. Número de individuos/m² (A)
 - 4.6.2.2. Presencia en las flores (B)
 - 4.6.2.3. Tipo de recolección del insecto (C)
 - 4.6.2.4. Frecuencia de visita a las flores (D)
 - 4.6.3. Asignación del valor como polinizadores (VP)
 - 4.6.4. Importancia de los insectos en la polinización de los cultivos
 5. CONCLUSIONES
 6. RESUMEN
 7. LITERATURA CITADA
- ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.), es una especie que ha liderado el proceso de expansión de los frutales de hoja persistente en nuestro país, debido a la gran rentabilidad que presenta el cultivo, el alto consumo nacional, y las posibilidades de venta que brindan los mercados extranjeros, lo que trae consigo un aumento de las exportaciones chilenas.

Por esta razón, la superficie ha crecido en forma exponencial, así como las producciones, lo cual plantea desafíos en la búsqueda de nuevos mercados para evitar la saturación del mercado interno y la alta dependencia del mercado de los Estados Unidos. Tanto en el ámbito nacional como en mercados del centro y norte de Europa, Estados Unidos y más recientemente América Latina, el consumo ha ido en aumento, razón por la cual el palto sigue siendo plantado en nuestro país (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

Es una especie frutícola que posee ciertos problemas de polinización referidos al particular comportamiento de floración que posee, el cual a pesar de poseer flores completas, presenta el fenómeno de dicogamia protogínea, madurando a destiempo los verticilios sexuales, lo que se traduce en una menor posibilidad de autopolinización de las flores. Sumado a esto se debe considerar que el palto presenta dos patrones de floración, presentándose cultivares de tipo A y de tipo B, los cuales se diferencian en los momentos de apertura floral, siendo los dos tipos de cultivares complementarios para lograr una adecuada polinización.

En países como Israel, Sudáfrica, Estados Unidos, Australia y Chile, se realizan plantaciones con cultivares A y B para propiciar sincronía floral; sin embargo, se hace poco énfasis sobre los agentes polinizadores como los insectos, los cuales corresponden al único medio de transporte de polen de palto, ya que éste, al ser

muy pesado y pegajoso no puede ser llevado por el viento (VISSCHER y SHERMANN, 1998).

La abeja melífera (*Apis mellifera* L.) es considerada el principal agente polinizante en palto, y a pesar de que las flores son pequeñas y de escaso colorido, ofrecen abundante cantidad de néctar y polen (CAUTÍN, 1996).

Sin embargo, pese a lo anterior, las abejas no trabajan tan eficientemente en las flores del palto como en la de otros frutales, ya que son atraídas por flores de malezas que crecen en los huertos (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993). Por esta razón, y por el hecho de que en nuestro país no existen estudios relacionados con este tema, es necesario determinar si existen insectos distintos a las abejas que podrían estar contribuyendo a la polinización del palto.

Por lo tanto la hipótesis de esta investigación es la siguiente:

En las localidades de Quillota y La Ligua, V región, se espera que existan insectos, distintos a la abeja melífera (*Apis mellifera* L.), que estarían asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, y que la especie más importante corresponda a *Apis mellifera* L.

Tomando en cuenta estos antecedentes, se han planteado los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la actividad polinizadora de *Apis mellifera* L. y de otros insectos como potenciales polinizadores del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Identificar los insectos asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.

Determinar el comportamiento polinizador de *Apis mellifera* L. y otros insectos asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass

Relacionar la visita de los insectos a las flores de palto (*Persea americana* Mili.) cv. Hass, con factores climáticos del lugar en observación.

Determinar un modelo para evaluar a los insectos como polinizadores, de acuerdo a su comportamiento en las flores de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación actual de la producción de palto:

2.1.1. Situación mundial

El continente americano, aporta aproximadamente el 87% de la producción mundial de paltas, destacando México como el principal país productor con una superficie de 93.315 hectáreas y una producción de 828.900 toneladas para el año 2000. Estados Unidos es el segundo país productor con 26.850 hectáreas y 179.000 toneladas de producción. Chile ocupa el tercer lugar con 18.330 hectáreas y una producción de 70.000 toneladas. El resto de la producción se distribuye en países de Asia, Europa y África (FIA, 2000).

Israel y Sudáfrica destacan en el entorno internacional, pues gran parte de su producción se destina para la exportación a países de la Comunidad Económica Europea, teniendo como ventaja los factores geográficos que los ubican en lugares estratégicos, y la inversión en investigación que estos países realizan para hacer más rentable el cultivo de palto (ORTÚZAR, 1996).

Los principales países importadores de paltas son los de la Unión Europea, en particular Francia y Reino Unido. En relación con el consumo, existen grandes diferencias; en México el consumo promedio oscila alrededor de los 10 kg per cápita, mientras que en Japón sólo es de 100 gr (CASTAÑEDA, 2000).

Los frutos de palto se destinan principalmente para el consumo en fresco, y aunque existe un importante crecimiento de la utilización agroindustrial de la palta, la fracción que se industrializa es pequeña (5%) y se destina a la elaboración de cosméticos, farmacéutica y extracción de aceites (ORTÚZAR, 1996).

2.1.2. Situación nacional

Actualmente, Chile ocupa el tercer lugar a escala mundial en superficie dedicada al cultivo del palto, aumentando ésta de 8.000 hectáreas en 1989 a 18.330 en 1999. Este aumento se debe principalmente a su alta rentabilidad y sus bajos costos de producción (FIA, 2000).

Más del 80% de la superficie nacional está concentrada en la V región y en la región metropolitana, debido a las buenas condiciones de clima que presentan estas zonas (FIA, 2000).

En la actualidad, los principales mercados para la palta chilena son el nacional y Estados Unidos. Sin embargo, entre los importadores crecientes de alto interés para Chile se encuentran Europa, Argentina y Japón (FIA, 2000).

La principal variedad de palta, tanto en Chile como a nivel mundial, es Hass. Es de una cosecha muy amplia, encontrándose casi todo el año en el mercado. De la superficie nacional, más del 70% corresponde a esta variedad y actualmente sigue siendo la más plantada (FIA, 2000).

La tecnología utilizada en las nuevas plantaciones, como es el caso del riego tecnificado, ha permitido plantar en cerros con una elevada pendiente, incorporándose una gran superficie productiva. Esto además es posible debido a las ventajas que presenta el cultivo, tales como su baja necesidad de pulverizaciones, su fácil cosecha y su sistema radicular superficial (FIA, 2000).

El rendimiento por hectárea es de aproximadamente 5 toneladas, lo cual es bajo debido a que el promedio nacional debería ser de 8 a 10 ton/ha. La polinización es uno de los factores posibles de mejorar, si se considera que en Chile no existen muchos problemas sanitarios que afecten seriamente la producción (ORTÚZAR, 1996).

2.2. Antecedentes de la especie:

El palto (*Persea americana* Mili.) es una especie de hoja persistente, perteneciente al género *Persea*, familia de las Lauráceas, del suborden Magnoliáceas, orden Ranales. Es una especie, al parecer, nativa de México, Centro y Sudamérica (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

Las variedades o tipos pueden agruparse según una serie de caracteres, como lo son entre otros, su altura, tamaño, color del follaje, y la adaptación que presenta a las condiciones de clima en donde surgió como híbrido natural (CAUTÍN, 1996).

De esta forma, los paltos pueden ser clasificados en tres razas o variedades botánicas, según la zona en que supuestamente se originaron, estas son: mexicanas, guatemaltecas y antillanas. En Chile se cultivan variedades mexicanas, guatemaltecas e híbridos de éstas (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

No se conoce exactamente cómo llegó esta especie a Chile, aunque sí se tienen datos que fue en la zona de Quillota y Los Andes a mediados del siglo pasado (CAUTÍN, 1996).

2.3. Floración de palto:

2.3.1. Comportamiento floral

Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimo de racimos), que puede ser axilar o terminal; se estiman unas 200 flores por panícula (RODRÍGUEZ, 1982).

La inflorescencia termina normalmente en una yema vegetativa, la cual, salvo que el brote sea muy débil o que el árbol se haya debilitado después de la floración empezará a crecer emitiendo hojas (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

Las flores son completas o perfectas, es decir, poseen androceo, gineceo, cáliz y corola, son pequeñas, miden 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando están completamente abiertas, de color verde amarillento y densamente pubescentes (CALABRESE, 1992; GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

El palto presenta un comportamiento floral muy particular conocido como dicogamia protógina de sincronización diurna, que implica que las partes femeninas y masculinas maduran a destiempo, siendo el pistilo el que madura antes que los estambres. En general, esta dicogamia tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios (GARDIAZÁBAL, 1998).

NIRODY (1922), citado por GANDOLFO (1995), estudió el comportamiento de las flores del palto, observando que éstas presentan doble apertura (diantesis); en una de las aperturas, las flores se comportan como femeninas en un tiempo y en otro como masculinas.

2.3.2. Agrupación de tipos florales

Actualmente se tienen bien identificados los tipos florales presentes en los distintos cultivares de palto cultivados en todo el mundo, agrupándolos de acuerdo al tipo de apertura floral en tipos A y B, cuya sincronización de estados masculinos y femeninos permite que ocurra una polinización cruzada. Esta clasificación es válida sólo bajo ciertas temperaturas, y se basa en el comportamiento de las flores en relación con el tiempo en que las flores presentan la dehiscencia de las anteras y la receptividad del estigma (CAUTÍN, 1996).

En las variedades tipo A, las flores abren primero al estado femenino en la mañana (primera apertura floral), actuando exclusivamente como hembras con su estigma receptivo y las anteras sin producir polen. El pistilo está erecto y sobresaliente y el estigma o superficie receptiva del polen está brillante, blanco y receptivo en apariencia. En este momento, la polinización puede realizarse con polen de

cultivares del grupo B (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1991). Luego cierran completamente y reabren en el estado masculino en la tarde del día siguiente, presentando en ese momento el pistilo no receptivo (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

En los cultivares tipo B, las flores abren primero al estado femenino en la tarde, estando su estigma receptivo, pero las anteras no producen polen. La polinización es posible con polen de cultivares tipo A. Luego cierran al final de la tarde y reabren en el estado masculino en la siguiente mañana, actuando solamente como macho, ya que el estigma no está receptivo (GARDIAZÁBAL Y ROSENBERG, 1991). En varios países recomiendan intercalar cultivares tipo A y B, y el empleo de colmenas de abejas durante el período de floración para mejorar el porcentaje de polinización (DE LA CUADRA, 1999).

La dicogamia del palto es dependiente de la temperatura, y la sensibilidad varía de acuerdo al cultivar. Con días nublados o fríos, y noches con niebla o lluvia, la dicogamia de los cultivares tipo A presenta un comportamiento exactamente inverso, el polen es liberado durante la mañana y la fase femenina se presenta por la tarde. Por otra parte, los cultivares tipo B, bajo condiciones ambientales similares, no tienen el estado femenino y la flor no abre completamente (BERGH, 1969).

2.4. Importancia de la polinización:

La polinización se define como un acto mecánico de transferencia de polen a las partes femeninas de una flor (ROOT, 1976). También se describe como el acto de llevar el grano de polen desde la antera de una flor a los pistilos de otras flores, sean o no pertenecientes al mismo pie de planta (RALLO, 1986).

La polinización es, portante, el preludio de la fecundación (RALLO, 1986), términos que a menudo se confunden. Este último comprende la actividad que tiene lugar después que el polen es puesto en contacto con la superficie del estigma hasta la

fusión de los gametos femenino y masculino, pasando por la formación del tubo polínico (ROOT, 1976).

En la mayoría de las especies frutales, la presencia de semillas es indispensable para que el fruto cuaje, crezca y llegue a madurar. De modo que si no hay polinización y posterior fecundación de los óvulos, la flor o el frutito muy pequeño aborta y cae (RAZETO, 1999).

De esta manera la reproducción sexual y el desarrollo de la semilla dependen de la polinización y éste es el requerimiento previo al cuajado en la mayoría de los frutos, lográndose además a través de estos procesos maximizar la producción (Mc GREGOR, 1976).

2.5. Tipos de polinización:

2.5.1. Autopolinización

Es la transferencia del polen al estigma de la misma flor o a estigmas de otras flores del mismo pie de la planta o a flores de diferente pie de plantas pero del mismo genotipo (ROOT, 1976).

Es así como la polinización puede ser realizada sin la intervención de un agente externo, pero este sistema es generalmente deficiente y limitado (Mc GREGOR, 1976).

Según RALLO (1986), las plantas, a lo largo de su evolución, han intentado evitar la autopolinización como procedimiento para obtener semillas y perpetuar la especie, ya que este mecanismo conduce a un elevado grado de consanguinidad genética que puede acarrear la manifestación de numerosas taras congénitas.

2.5.2. Polinización cruzada

ROOT (1976) la define como la transferencia del polen desde la flor de un cultivar, a otra planta de un cultivar diferente. Es decir, cuando la procedencia del polen a una flor es de otro pie de planta genéticamente diferente.

Las plantas que requieren de polinización cruzada deben presentar uno o más factores de atracción que la hagan ser visitada por los insectos polinizadores, tales como la abundancia de néctar, polen o ambos (RALLO, 1986), además de poseer medios llamativos (color, olor, etc.) y polen viscoso que asegure su adherencia al visitante logrando llegar al estigma de otras flores (Mc GREGOR, 1976).

NEIRA et al. (1997) señalan que el atractivo que ejerce un cultivo sobre los insectos estaría basado en el color de las flores, aroma, volumen del néctar, concentración y tipo de sus azúcares. Además es importante la cantidad de flores disponibles durante el período de floración.

2.6. Transporte del polen:

Existen dos vías principales de transporte de polen desde la antera al estigma de la flor. Puede ser llevado por los insectos (polinización entomófila), o bien puede ser conducido por el viento (polinización anemófila) (WESTWOOD, 1982). Según Mc GREGOR (1976), ambas son las más importantes para la mayoría de las plantas.

2.6.1. Polinización anemófila

El transporte de polen se produce por medio del aire. Es un tipo de polinización poco segura, y las plantas deben producir grandes cantidades de polen para tener posibilidades de que algún grano llegue hasta el estigma de otra flor de distinta planta (RALLO, 1986).

2.6.2. Polinización entomófila

El polen es transferido por medio de insectos. En este caso el transporte de polen alcanza un radio de acción más reducido, que depende de la conducta del vector (RALLO, 1986).

2.7. Insectos polinizantes:

ROOT (1976) señala que en la apreciación de los insectos polinizantes, es necesario considerar que hay dos grupos:

-Insectos polinizantes silvestres, sobre los cuales el hombre no tiene influencia.

-Insectos polinizantes domesticados, sobre los cuales se tiene un control y están representados principalmente por abeja melífera, (*Apis mellifera* L.) y algunos Bómbidos.

El Cuadro 1 muestra la importancia porcentual de estos insectos en la polinización de los cultivos.

CUADRO 1: Importancia porcentual de dos grupos de insectos que visitan los cultivos.

TIPO DE INSECTO	% DE VISITAS
Insectos domésticos: Abejas	73-88%
Insectos silvestres: Abejorros y abejas silvestres,	6-21 %
Moscas, mosquitos, escarabajos, mariposas, polillas etc.	6-14 %

Fuente: RALLO (1986)

Las abejas en algunos casos serían las más eficientes, pues visitan las flores metódicamente colectando polen y néctar, sin dañar las flores al alimentarse, contribuyendo eficazmente a la polinización (ROOT, 1976).

Al respecto, RAZETO (1999) señala que en la gran mayoría de las especies, el polen es transferido por medio de las abejas, aunque a veces también hay otros insectos polinizadores como abejorros, moscas y coleópteros. En estos frutales, el polen es pesado y pegajoso, características que lo hacen poco móvil a través del viento pero sí adherente al cuerpo y patas de los insectos.

En Chile, LÓPEZ y ROJAS (1992) encontraron que las flores del chirimoyo son visitadas por una gran cantidad de artrópodos de la clase Insecta y Arachnida, de los cuales las especies *Carpophilus hemipterus* y *Colopterus* sp., insectos de la familia Nitidulidae, han sido citados en la literatura extranjera como polinizadores de especies de la familia Annonaceae, que incluye al chirimoyo. Debido a esto, los autores suponen que ambos insectos, sean los responsables, a lo menos en parte, de la polinización natural que ocurre en muchos huertos comerciales.

En kiwi, la intervención de los insectos, principalmente de las abejas, es fundamental para conseguir una buena fecundación la cual está en estrecha relación con el tamaño de los frutos (ZUCCHERELLI y ZUCCHERELLI, 1987).

En especies como manzano, almendro, la polinización cruzada la realizan las abejas melíferas directamente durante el vuelo de pecoreo e indirectamente, por medio de la transferencia de polen a través del contacto del cuerpo de las abejas al interior de la colmena (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993).

En España se demostró que *Osmia comuta* Ltr., abeja solitaria de la familia Megachilidae (Hymenóptera), puede ser empleada como polinizador en peral, como alternativa a *Apis mellifera* L, ya que su efectividad como polinizador es casi del 100% (flores polinizadas x 100 / flores visitadas), visita más flores por unidad de

tiempo y es menos dependiente de condiciones ambientales. Además, permanece activa durante más horas y muestra una clara preferencia por recolectar en flores de peral (MONZÓN, 1998).

LOBOS (1995) y ULLOA (1997), en frambueso (*Rubus idaeus L.*) y arándano (*Vaccinium corymbosum*), respectivamente, en Chile señalan a los órdenes Hymenóptera, Díptera y Coleóptera como los más abundantes, destacando a las especies *Apis mellifera L.*, y los abejorros *Bombus ruderatus* y *Bombus dahalbomii* (Hymenóptera) como los polinizadores más importantes.

BUZETA (1997) menciona a los abejorros como los principales insectos polinizadores en el caso del Lingonberry (*Vaccinium vitisidaea*), frutal que a pesar de ser autofértil, aumenta de un 30% a un 60% su porcentaje de cuaja al realizar polinización cruzada utilizando estos insectos.

2.8. Clasificación de los insectos polinizantes:

Debido a la gran cantidad de insectos que visitan las flores, diversos autores los clasifican y agrupan de acuerdo a sus características, es así como ROOT (1976), les ha agrupado en:

Grupo 1: En él se encuentran las especies menos importantes, con efecto polinizante muy limitado, ya que su acercamiento al polen o néctar estaría determinado por la única y exclusiva necesidad de satisfacer requerimientos alimenticios, que luego de ser satisfechos se alejan, además carecen de estructuras adaptadas para polinización. Entre los insectos que se agrupan aquí están trips, escarabajos, mariposas, polillas y moscas. Por lo tanto, toda polinización es casual.

Grupo 2: Comprende abejas solitarias de muchas especies, ellas se aprovisionan de alimentos para su descendencia en desarrollo. La ventaja que presentan frente al grupo 1, es su abundante pilosidad y adaptaciones especiales para llevar polen. Un

factor que limita su efecto polinizador, es la incapacidad de la reina de tener abundante postura, lo cual reduce su población, a esto se agrega la desventaja de tener un número reducido de generaciones al año.

Grupo 3: Corresponden a insectos más evolucionados representados por los abejorros (*Bombus sp*), los cuales se caracterizan por acopiar alimentos, guardando los excedentes en sus nidos. Tienen organización social, donde la reina es protegida por las obreras. La intensidad de visitas de los abejorros a las flores es muy pronunciada; por su tamaño y características físicas pueden llevar grandes cantidades de néctar y polen, pero éstas también son una desventaja, ya que las flores pequeñas no soportan su peso.

Grupo 4: Insectos altamente evolucionados, su representante máximo es la abeja melífera (*Apis mellifera L.*); aventaja a los otros insectos por su desarrollada vida social, que le permite perdurar a través del tiempo, sobreviviendo el invierno como unidad social compacta. En la compleja estructura social, la reina es la única que ovipone, haciéndolo en forma abundante. Son consideradas como el principal insecto polinizador por su inclinación al acopio de polen y néctar.

2.9. Condiciones climáticas que afectan el desarrollo de las comunidades de insectos:

Las condiciones climáticas en períodos cortos de tiempo son más incidentes que un promedio de condiciones a mediano o largo plazo (clima), dado que éste ya ha determinado los tipos de ecosistemas en regiones extensas. Toda la comunidad de un ecosistema se ve afectada directa o indirectamente por condiciones climáticas tales como temperatura, humedad, luz y vientos (APABLAZA, 2000).

2.9.1. Temperatura

Es un factor que afecta directamente la mortalidad, tasa de desarrollo y grado de actividad de los insectos, e indirectamente afecta su relación con los alimentos

disponibles. Sólo unos pocos insectos pueden influenciar la temperatura ambiental. Es el caso de la abeja melífera, que en días calurosos, refresca la colmena con un aleteo continuo que evapora el agua acarreada con tal propósito. En días fríos, las abejas se agrupan y consumen alimento, cuya oxidación también contribuye a elevar la temperatura (APABLAZA, 2000).

Cada especie tiene un mínimo, óptimo y máximo de temperatura en el cual se desenvuelve. El rango entre el mínimo y máximo es su tolerancia ambiental ecológica, término válido también para humedad y otros factores fisicoquímicos. El insecto no puede sobrevivir cuando el agua de sus tejidos se congela. Es decir, la temperatura letal inferior (TLI) para muchos insectos será algo menos de 0° C. También es común que un valor cercano a 10° C represente una temperatura umbral inferior o temperatura base (TB), bajo la cual no hay desarrollo y la actividad decrece. Lo mismo ocurre con una temperatura umbral superior (TUS), sobre los 30° C. Generalmente entre 10 y 30° C hay actividad y desarrollo normal, lo que se conoce como rango óptimo, y a medida que la temperatura sube, el desarrollo es más rápido. Por sobre los 30° C se produce una detención de actividad y desarrollo, y el insecto alcanza la temperatura letal superior (TLS) aproximadamente a los 40° C, dependiendo del tiempo de exposición (APABLAZA, 2000).

2.9.2. Humedad

La humedad atmosférica es el segundo factor en importancia. El efecto directo sobre los procesos fisiológicos de los insectos no es tan crítico como el de la temperatura, pero ambos factores juntos ejercen una notable influencia sobre la biología y también sobre la distribución de insectos, al afectar a plantas y animales (APABLAZA, 2000).

2.9.3. Luz

La luz tiene un efecto directo sobre el comportamiento de los insectos, e indirecto al intervenir en la fotosíntesis de plantas verdes. El fotoperíodo puede inducir diapausa o hibernación. La luz determina la actividad de los insectos diurnos, crepusculares y nocturnos. También influye en el apareamiento de algunos insectos, y en la estimulación del desarrollo, que tiende a ser más lento en insectos subterráneos y taladradores de madera. Los colores ayudan para ubicar los alimentos (APABLAZA, 2000).

2.9.4. Viento

Los vientos afectan indirectamente a los insectos al influenciar la evaporación, humedad y temperatura. Su mayor importancia radica en la diseminación de insectos. Cuando son de alta intensidad pueden causar gran mortalidad. Los vientos suaves pueden favorecer vuelos de dispersión (APABLAZA, 2000).

En relación con la abeja melífera (*Apis mellifera* L.), RALLO (1986) señala que su actividad se ve influenciada por el viento, la temperatura y la luminosidad. A partir de velocidades de viento superiores a 18 km por hora, el pecoreo disminuye ostensiblemente, cesando casi por completo al alcanzar 30 km por hora. El factor temperatura reduce los vuelos de pecoreo drásticamente cuando ésta desciende de un mínimo de 13°C. Con temperaturas entre 15 y 26°C las abejas desarrollan una mayor actividad, la cual decrece al disminuir las temperaturas. Por debajo de los 10°C la actividad es nula, y sobre los 32°C las abejas orientan su actividad al acarreo de agua para ventilar la colmena. En condiciones de vientos dominantes, bajas temperaturas y escasa iluminación, el trabajo de la colmena se desarrolla a escasos metros de la misma.

2.10. Polinización del palto:

La polinización conduce a la fertilización, y ésta determina el éxito en la formación de fruta en la mayoría de los cultivos. De esta forma, en cultivos tales como el palto, donde existe un definitivo mecanismo de polinización abierta, la falta de polinización puede limitar seriamente la formación de fruta. Por otro lado, un aumento en la polinización puede brindar un aumento en la producción del cultivo (VITHANAGE, 1990).

Los factores ambientales ejercen una gran influencia en la polinización del palto. En Florida, DAVENPORT *et al.* (1994) mencionaron a la autopolinización en el estado II como fuente primaria de polinización y descartan a los insectos como vehículos de transporte de polen. Contrariamente, en países como Israel, Sudáfrica, Australia, España y California (USA) la autopolinización es descartada dando paso a la polinización cruzada realizada por insectos, principalmente por las abejas melíferas (VITHANAGHE, 1990; ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998b).

El centro de origen de palto se ubica desde México hasta Centroamérica; sin embargo, hay mucho desconocimiento sobre los agentes involucrados en la polinización, si se considera que esta especie ha evolucionado por miles de años sin la presencia de abejas melíferas, es probable que numerosas especies de insectos nativos sean eficientes polinizadores de este frutal (CASTAÑEDA *et al.*, 1999).

ISH-AM *et al.* (1999), concluyeron que el palto aún en su centro de origen (México y Centroamérica) requiere de polinización entomófila, y reportan a las abejas silvestres (Apidae: Meliponinae) como polinizadores eficientes de paltos silvestres que crecen en las regiones boscosas de Chiapas, Veracruz, Puebla, y Guatemala.

2.10.1 Insectos polinizadores del palto

Actualmente el cultivo del palto se ha introducido en varias regiones de América, Europa, África, Asia y Oceanía, y la abeja melífera en orden de importancia es la especie más numerosa y trascendental para realizar la polinización (VITHANAGE, 1986).

Mc GREGOR (1976) señala que varios agentes polinizantes visitan las flores de palto por néctar y polen. Estos incluyen la abeja melífera, varias especies de abejas salvajes, avispas, moscas y colibríes.

Según estudios realizados por CASTAÑEDA *et al.* (2000), en México, las flores del palto son visitadas por un gran número de especies de insectos, pero la abeja melífera resultó ser la especie más abundante durante todo el período de floración y el principal agente polinizante.

VITHANAGE (1990) reportó en estudios realizados en Australia que las moscas de la familia Syrphidae y Calliphoridae transportan altas cantidades de granos de polen de palto y complementan la polinización de este frutal, ya que la abeja es el polinizador más eficiente.

Observaciones de campo conducidas en Trinidad y Tobago por PAPADEMETRIOU (1976), determinaron que las avispas del género *Polistes* juegan un papel importante en la polinización del palto, referente a los cultivares de origen Antillano comúnmente cultivadas en las regiones del Caribe.

En Sudáfrica fueron reportadas 49 especies de insectos que visitan flores de palto. La mayor diversidad de familias y especies correspondió a los órdenes Díptera e Hymenóptera. *Allodapes microsticta* (Hymenóptera: Anthophoridae) y *Rhyncomya forcipata* (Díptera: Calliphoridae) resultaron ser, dentro de las especies nativas, las más interesantes debido a su capacidad de transportar polen. La abeja europea

(*Apis mellifera* L.) presentó el mayor número de individuos colectados (EARDLEY y MANSELL, 1993,1994).

En Israel, se ha estudiado a una especie local de abejorro (*Bombus terrestris*), como polinizador de palto. En casos de baja actividad de abejas, y también en lugares con árboles donantes de polen distantes (mayor a 12 m), se encontró que los abejorros aumentan significativamente la producción (ISH-AM y EILON, 2001).

En Chile, FRIED (1999) estudió la actividad de *Bombus terrestris* y *Apis mellifera* L. como polinizadores del palto y concluyó que en días nublados, la actividad de las abejas disminuye, en cambio, la actividad de abejorros se mantiene constante e incluso se ve aumentada.

GARDIAZÁBAL (2000) * señala que los *Bombus* presentan la ventaja de trabajar en días nublados y fríos (3-4°C), tienen un radio de acción pequeño y son diez veces más eficientes que las abejas, ya que visitan el doble de flores y llevan cinco veces más polen, sin embargo el principal problema es su mayor costo.

2.11. La abeja melífera (*Apis mellifera* L.) como polinizador del palto:

Las abejas melíferas son el principal agente polinizante en paltos (VITHANAGE, 1990; AVILAN y RODRÍGUEZ, 1995; ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998b; CASTAÑEDA *et al.* 2000) descartando la posibilidad que se dé por gravedad o por el viento.

El polen de palto es demasiado pesado y pegajoso y puede ser transportado únicamente por insectos (VISSCHER y SHERMANN, 1998).

* GARDIAZÁBAL, F. Ing. Agr. 2002. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal

La presencia de abejas en los huertos de paltos es necesaria para lograr una adecuada cosecha, tanto en huertos donde hay una sola variedad que fructifique por sí sola, como donde se tienen dos que se complementan en su polinización (CAUTÍN, 1996).

LESLEY y BRINGHURST (1951), citado por GANDOLFO (1995), reportan que, bajo condiciones de California, las abejas melíferas son muy importantes para la cuaja y su actividad es muy afectada por condiciones de humedad. Además, las bajas temperaturas son desfavorables tanto para su actividad como para la adecuada secuencia de apertura floral.

Las abejas son de gran ayuda en la polinización del palto, principalmente si hay traslape en el ciclo floral. Las abejas son más frecuentes en los árboles de palto desde las 11:00 a las 14:00 hr, que es el tiempo en que el estado masculino y femenino de las flores tienen más probabilidades de traslape (CAUTÍN, 1996).

ISH-AM y EISIKOWITCH (1993) llegaron a la conclusión de que en ausencia de flores más atractivas que las de palto, la abeja es el principal polinizador, y sugieren que la polinización se realiza durante el traslape de estados femenino y masculino, durante el cual las abejas colectan polen y néctar moviéndose libremente entre flores pistiladas y estaminadas.

Además, se ha visto que el polen tiene una viabilidad cercana a las 72 hr, lo cual permite que, aunque no hubiese coincidencia de flores femeninas con masculinas a la misma hora, las abejas puedan polinizar flores femeninas con polen que recolectan de flores en estado macho en otras horas del día (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

El hecho de que la abeja melífera es el mayor polinizador facilita la manipulación de la polinización por medio de la provisión de colmenas durante la floración. Sin

embargo, esto no parece ser un avance tan directo como en otros cultivos donde las flores son altamente atractivas (VITHANAGE, 1990).

VITHANAGE (1990) señala que las flores del palto son relativamente poco atractivas, y su color verde-amarillo las confunde con el follaje. Este autor ha demostrado que al colocar colmenas en los huertos de palto, las abejas prefieren otras flores más atractivas como las de cítricos. De esta forma, es importante considerar este aspecto cuando se introducen colmenas de abejas en los huertos.

Se recomienda colocar las colmenas cuando la floración ya ha comenzado, de manera que cuando las abejas lleguen al huerto, habrá una gran cantidad de flores y acudirán a ellas para buscar su alimento, sin distraerse en otras flores en las cercanías. De esta manera la polinización es más eficiente (DE LA CUADRA, 2001),

Además, es importante el estado general del cultivo, presencia de malezas, desinfecciones realizadas, presencia y distribución de variedades polinizantes, y estado general de las colmenas de insectos polinizadores, entre otros (VITHANAGE, 1990; ISH.AM y EISIKOWITCH, 1998b; DE LA CUADRA, 1998).

DE LA CUADRA (1998) señala que para el caso del palto, en Chile normalmente se colocan seis a ocho colmenas por hectárea, y la floración tiene un período muy prolongado, de dos a tres meses, entre los meses de septiembre y noviembre, según la variedad.

2.12. Atributos de un buen polinizador:

Un insecto polinizador debe reunir una serie de condiciones, tales como ser una especie gregaria, preferir las flores de un cultivo intensivo concreto a otros, así como a la flora espontánea, coincidir su actividad máxima con la plena floración de ese cultivo, ser fácilmente manejables, y ser resistentes a parásitos y enfermedades (RALLO, 1986).

VISSCHER y SHERMAN (1998) señalan como polinizador ideal del palto a aquel que existe en la misma área donde crecen los árboles, es activo en la época de floración, visita las flores tanto en su fase femenina como masculina, entrando en contacto con las partes sexuales, además de presentar un cuerpo piloso donde se logren fijar los granos de polen.

ISH-AM y EISIKOWITCH (1998a) concluyeron que la movilidad de las abejas tiene una fuerte influencia en el éxito de la polinización cruzada del palto. El porcentaje de polinización decrece cuando se incrementa la distancia de la fuente de polen.

CASTAÑEDA (2000), en un estudio realizado en México, concluye que tres especies de insectos nativos de la familia Calliphoridae (Díptera), Vespidae y Apidae (Hymenóptera), tienen una capacidad de transportar polen en su cuerpo mayor a las abejas melíferas, propiciándoles características de buenos polinizadores de palto.

ISH-AM y EISIKOWITCH (1993) mencionan que las abejas transportan polen de palto en todo el cuerpo, pero únicamente el vértex y la probóscide están en contacto directo con las anteras y estigma de las flores, y es probable su influencia como responsables de transportar el polen proveniente de flores masculinas hacia flores en estado femenino.

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Ubicación y época del estudio:

El estudio se realizó en el Fundo "La Palma" propiedad de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicado en el sector La Palma, provincia de Quillota (32° 50' latitud sur y 71° 13' longitud oeste) y en el Fundo "La Higuera" ubicado en el sector del mismo nombre en La Ligua, provincia de Petorca, ambos en la V región, Chile. Las observaciones se realizaron durante la última semana de septiembre, y los meses de octubre y noviembre del año 2001.

3.2. Caracterización climatológica de las zonas de estudio:

El fundo La Palma se encuentra ubicado en el valle de Quillota, el cual posee un clima mediterráneo y se ubica en la región de los valles transversales que se caracterizan por tener veranos secos y cálidos, afectados por vientos alisios o subtropicales variables. Los inviernos se presentan lluviosos debido a la acción del frente polar (MARTÍNEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3°C, con una máxima media del mes más cálido (enero), de 27°C y una mínima del mes más frío (julio) de 5,5°C (NOVOA et al., 1989).

En la zona de Quillota se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno. Estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de especies frutales y hortícolas susceptibles a bajas temperaturas (MARTÍNEZ, 1981). La humedad relativa en la zona es más bien alta, siendo uniforme durante el año y presentándose más alta en los meses de invierno y durante las primeras horas de la mañana (MARTÍNEZ, 1981).

El agroclima La Ligua, en el cual se encuentra ubicado el Fundo La Higuera posee un clima mediterráneo subtropical semiárido. Se extiende entre los paralelos 31° y 32°50'S.

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 14,4°C, con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 26,5°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 4,5°C. La temperatura media mensual se mantiene sobre los 10°C entre enero y diciembre (NOVOA *et al.*, 1989).

3.3. Material vegetal utilizado:

En el Fundo La Palma, las observaciones se realizaron en un sector de paltos cv. Hass, injertados sobre un patrón de semilla Mexícola, plantados en el año 1993, a una distancia de 6 x 6 m. El sector abarca una superficie de 3,51 ha, con un total de 970 plantas. Se encuentra rodeado por otros sectores, también de paltos cv. Hass.

El Fundo La Higuera posee un total de 30 ha de paltos, y el estudio se realizó en un sector de aproximadamente 18 ha del cv. Hass. Los árboles se encuentran injertados sobre patrón Mexícola, en camellones, y fueron plantados el año 1991 a una distancia de 6 x 6 m.

Las observaciones se realizaron en ocho árboles del cv. Hass, elegidos al azar en cada uno de los huertos. Para lograr muestras homogéneas se evaluaron las condiciones en que se encontraban los árboles como estado sanitario, tamaño medio medido como altura, y porcentaje de floración al iniciar el estudio. Además, se tomó en cuenta la ubicación de las colmenas, eligiendo aquellos árboles equidistantes de éstas para no afectar la medición de la densidad de abejas por árbol.

En el Fundo La Palma se usaron seis colmenas por hectárea, y en La Higuera la densidad fue de once colmenas por hectárea, las cuales fueron distribuidas homogéneamente en el huerto.

3.4. Determinación de insectos que visitan las flores de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass:

Se realizaron las observaciones dos veces por semana en cada uno de los huertos, durante el período de floración del cultivo, en dos horarios diferentes, desde las 10:00 hr hasta las 12:00 hr en la mañana, y desde las 15:00 hr hasta las 17:00 hr en la tarde, con una duración de diez minutos por árbol.

La superficie de observación correspondió a dos áreas, de 1 m² cada una, ubicadas en la cara norte y cara sur de cada uno de los árboles, a una altura aproximada de 1,5 m, las cuales se marcaron con alambre galvanizado. Se cuantificaron todos los insectos que visitaban la superficie marcada, a una distancia de 1,5 m aproximadamente para evitar distraerlos.

Las observaciones de insectos se llevaron a cabo durante cinco minutos en la cara norte, y cinco minutos en la cara sur, lo que da como resultado una permanencia de diez minutos en cada uno de los árboles seleccionados para el estudio, realizándose el mismo procedimiento tanto en la mañana como en la tarde.

3.5. Identificación de insectos asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass:

Para la identificación de los insectos observados visitando las flores de palto, se procedió a la captura de un ejemplar de cada una de las especies encontradas, usando una red entomológica, o acercando un frasco a la flor en que se encontraba el insecto. Se depositaron en un frasco etiquetado con la fecha de captura. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio de Entomología del Servicio Agrícola y Ganadero en la ciudad de Valparaíso, donde se solicitó la

colaboración a especialistas para la clasificación en orden, familia, género y especie en los casos que fue posible llegar a esta última.

3.6. Medición de la intensidad de floración:

La intensidad de floración se determinó visualmente, una vez por semana, durante todo el período de mediciones. Para esto se usó una escala de floración subjetiva expresada como el porcentaje de la copa que se encuentra florecida con respecto al total de ésta (Cuadro 2).

CUADRO 2. Escala de floración:

1	0-20 % de la copa florecida
2	21-40 % de la copa florecida
3	41-60 % de la copa florecida
4	61-80 % de la copa florecida
5	81-100% de la copa florecida

Además se determinó el número de flores abiertas en una superficie de 0.25 x 0.25 m, a medida que avanzó la floración, en los mismos árboles seleccionados, tanto en la cara norte como en la cara sur y en ambos períodos de observación, mañana y tarde, para relacionarlo con la cantidad de insectos encontrados. Para este fin se usó un contador manual. Esta superficie estaba incluida en el m² de observación en cada árbol, y se marcó también con alambre galvanizado. Durante este conteo de flores, se registró el estado en que éstas se encontraban.

3.7. Estudio del comportamiento de los insectos que más frecuentan las flores de palto:

En este punto se determinó el número de flores visitadas por los principales insectos durante un minuto, en los huertos de Quillota y La Ligua. Esta medición se realizó una vez por semana, durante todo el período de la floración de palto. Además, se

observaron características más específicas de su visita como el tipo de recolección, determinando visualmente si recolectaban néctar y/o polen, horarios de visita y de máxima actividad.

3.8. Registro de factores ambientales:

En el Fundo La Palma, los datos se obtuvieron de termómetros (Temttale 4) ubicados en el huerto, programados para que cada diez minutos registraran el comportamiento de la temperatura, y de un sensor de humedad relativa (Temttale H3). Los datos se recuperaron con el programa de computación Excel. La información de viento se solicitó a la estación meteorológica de la Estación Experimental de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en el mismo sector de La Palma. En La Higuera se usó un higrotermómetro digital (RYAN) para el registro de temperaturas y humedad relativa. Además se registró la condición climática al momento de las observaciones (nublado, parcial o despejado).

3.9. Análisis estadístico:

Se realizó un Análisis de Regresión Lineal, usando el coeficiente de correlación para determinar la relación entre el número de abejas (*Apis mellifera L*), y de otros insectos, con parámetros ambientales de temperatura, humedad relativa, viento, y con el número de flores abiertas en el área delimitada (0,25 x 0,25 m). Para la realización del análisis estadístico se utilizó un nivel de significación del 5%.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Identificación de insectos que visitan las flores de palto en los huertos de Quillota y La Ligua, V región:

Existe una gran diversidad de especies de insectos presentes durante la floración del palto (*Persea americana* Mill.). En el Cuadro 3 se muestran los insectos identificados, colectados en los dos lugares de estudio. Se encontraron trece especies del orden Díptera, distribuidas en las familias Syrphidae, Lauxaniidae, Tephritidae, Mycetophilidae, Mydidae, Sarcophagidae, Bombyliidae, Bibionidae, Muscidae, y Rhagionidae. Dentro de Hymenoptera se identificaron catorce especies ubicadas en las familias Ichneumonidae, Colletidae, Vespidae, Sphecidae, Halictidae, Pompilidae, Andrenidae y Apidae. Se encontraron trece especies del orden Coleóptera pertenecientes a las familias Lampyridae, Buprestidae, Coccinellidae, Cantharidae, Mordellidae, Cleridae, Bostrichidae, Peltidae y Cerambycidae. Del orden Hemíptera se identificaron tres especies de las familias Rhopalidae y Miridae, y del orden Lepidóptera se encontró una especie de la familia Pyralidae.

CUADRO 3. Lista de insectos colectados durante el período de floración del palto en los huertos de Quillota, y La Ligua, en el año 2001.

Orden	Familia	Especie	Lugar
HEMÍPTERA	Rhopalidae	<i>Liorhyssus lineaventris</i> (Spinola)	L
		<i>Arhyssus tricostatus</i> (Spinola)	L
	Miridae	No identificada	L
LEPIDÓPTERA	Pyralidae	No identificada	L y Q

L= La Ligua; Q= Quillota

Orden	Familia	Especie	Lugar
HYMENOPTERA	Ichneumonidae	No identificada	Q
	Formicidae	<i>Iridomyrmex humilis</i>	Ly Q
	Colletidae	<i>Colletes seminitidus</i>	Ly Q
	Vespidae	<i>Polystes buyssoni</i> Brethes	L
		No identificada	Ly Q
	Sphecidae	<i>Nisson sp.</i>	Ly Q
	Halictidae	<i>Caenohalictus monilicornis</i>	Ly Q
		<i>Corynura corynura chilensis</i>	L
		<i>Corynura chloris</i>	Ly Q
	Pompilidae	No identificada	L
		No identificada	Ly Q
	Andrenidae	<i>Acamptopoeum hirsutulum</i>	Q
		<i>Protandrena hirsutulum</i>	L
		<i>Acamptopoeum submetallicum</i>	L
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.	Ly Q

L= La Ligua; Q= Quillota

Orden	Familia	Especie	Lugar
DIPTERA	Syrphidae	<i>Allograpta pulchra</i> (Shan)	Ly Q
		<i>Allograpta sp</i>	Ly Q
		<i>Eristalis tenax</i> Linn	Ly Q
		<i>Syrphus octomaculata</i> Walk	Ly Q
	Lauxaniidae	<i>Sapromyza sp.</i>	Ly Q
	Tephritidae	<i>Trypanea sp.</i>	L
	Mycetophilidae	No identificada	Ly Q
	Mydidae	No identificada	L
	Sarcophagidae	No identificada	Ly Q
	Bombyliidae	<i>Villa sp</i>	Ly Q
	Bibionidae	No identificada	Q
	Muscidae	<i>Fannia sp</i>	Ly Q
	Rhagionidae	No identificada	Q

L=La Ligua; Q= Quillota

Orden	Familia	Especie	Lugar
COLEÓPTERA	Lampyridae	<i>Pyraconema sp</i>	Q
	Buprestidae	<i>Anthaxia concina</i> Mannerheim	Ly Q
		<i>Ectinogonia buqueti</i>	L
	Coccinellidae	<i>Adalia deficiens</i> (Muls)	Ly Q
		<i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	Ly Q
		<i>Cryptolaemus monstruozeri</i> (Muls)	Ly Q
		<i>Eriopis connexa</i> (Germar)	Ly Q
	Cantharidae	<i>Haplous sp.</i>	L
	Mordellidae	<i>Mordella luctuosa</i> Solier	L
	Cleridae	No identificada	Ly Q
	Bostrichidae	<i>Micrapate scabrata</i> (Er.)	Q
	Peltidae	<i>Decamerus sp</i>	L
	Cerambycidae	<i>Callideriphus laetus</i> Bl	L

L=La Ligua; Q=Quillota

Los resultados obtenidos concuerdan con los previamente reportados por CASTAÑEDA (2000), en México, quien concluye que los ordenes Hymenóptera, Díptera y Coleóptera fueron los más abundantes, y que los insectos visitantes de las flores de palto corresponden, en su mayoría, a especies nativas presentes en cada una de las regiones productoras del cultivo.

En La Ligua la abundancia y diversidad de especies fue alta (39 especies); esto se atribuye a la presencia en los alrededores de áreas con bastante vegetación natural que proporciona refugio a muchos de los insectos identificados, además éstos son atraídos por malezas que presentan flores más atractivas que las de palto, y que se encontraron también en forma abundante alrededor del huerto durante el período de floración del cultivo. Otro factor que influye es el uso menos frecuente de agroquímicos. Lo contrario ocurrió en Quillota, donde la abundancia de especies fue menor.

Los mismos resultados fueron previamente reportados por CASTAÑEDA (2000). Este autor señaló que en México, el cultivar que registró la mayor diversidad y abundancia de insectos fue el más cercano a una parcela con bastante vegetación natural.

El primer grupo predominante fue Hymenoptera, siendo *Aphis mellifera* L. la especie más abundante en ambos huertos en estudio, clasificada según ROOT (1976) como perteneciente al grupo cuatro, que corresponden a los principales insectos polinizadores (Cuadros 4 y 5).

Este resultado concuerda con CASTAÑEDA (2000) e ISH-AM *et al.* (1999) en México, y VITHANAGE (1990) en Australia, quienes reportaron a la abeja melífera como la especie más abundante y el principal polinizador durante todo el período de la floración. Sin embargo, en la región de origen del palto, México, CASTAÑEDA (2000) también señala que el primer grupo predominante fue Díptera.

La principal razón del alto número poblacional de abejas melíferas en los sitios en estudio, se debe a la existencia de colmenas en los huertos, propiciando su abundancia durante el período de floración. La manipulación de las abejas en el cultivo del palto es trascendental para la producción. Según VITHANAGE (1990), al introducir colmenas en los huertos, hay un significativo aumento del número de frutos por árbol.

Por otra parte, existe mucha incertidumbre acerca de la eficiencia de las abejas como polinizadores. ISH-AM *et al.* (1999) señalan que éstas abandonan las flores de palto para coleccionar néctar y polen de flores competidoras cercanas, información que concuerda con lo observado en el huerto de La Ligua donde las abejas visitaron en altas densidades otras flores más atractivas de malezas que se encontraban en los alrededores.

VITHANAGE (1990) señaló que la abeja melífera es un excelente polinizador del palto debido a la gran cantidad de polen que transporta en su cuerpo, sin embargo, esta especie transporta además de polen de palto, grandes cantidades de polen de otras especies que coinciden con la presencia de flores de palto.

Por otra parte, CASTAÑEDA (2000) señala que *Apis mellifera* L. transporta menos polen de palto que dos especies de himenópteros nativos de México, pero que la virtud de la abeja melífera es la de ser predominante sobre el resto de los demás insectos identificados y que su población fue muy alta durante todo el período de floración.

4.2. Cuantificación y características de los insectos que visitan las flores de palto:

Los Cuadros 4 y 5 muestran el porcentaje y el número de individuos totales encontrados en Quillota y La Ligua, respectivamente, durante todo el período de observaciones. En general el número de insectos distintos a la abeja melífera es bajo si se compara con ésta, sin embargo para evaluarlos como un posible agente polinizador, se toman en cuenta otros factores relacionados con la visita a las flores y características físicas de cada grupo.

En los Cuadros 4 y 5 se observa que del total de insectos recolectados durante el período de observaciones, el mayor porcentaje correspondió al orden Hymenoptera en ambas localidades, con un 79.3% en Quillota y un 54.2% en La Ligua. El orden Díptera fue el segundo en importancia porcentual con un 16.7% en Quillota y 31.7% en La Ligua y el orden Coleóptera ocupó el tercer lugar con un 2.7% en Quillota, y un porcentaje mayor de 13.55% en La Ligua.

Los órdenes Hemíptera y Lepidóptera representaron un porcentaje muy bajo en ambas localidades (se encontró sólo tres especies de Hemíptera en La Ligua), y además, son individuos fitófagos o depredadores que no se observaron en las flores y por lo tanto no se consideran como potenciales polinizadores.

CUADRO 4. Número y porcentaje total de insectos detectados durante la floración de palto (*Persea americana* Mill.) en Quillota, V región.

ORDEN	FAMILIA	GENERO-ESPECIE	N° DE INDIVIDUOS TOTALES	%
HYMENOPTERA	Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.	742	57.9
	Formicidae	<i>Iridomyrmex humilis</i>	126	9.8
	Colletidae	<i>Colletes seminitidus</i>	80	6.2
	Halictidae	<i>Corynura chloris</i>	33	2.6
		<i>Caenohaictus monilicornis</i>	5	0.4
	Vespidae	No identificada	16	1.3
	Sphecidae	<i>Nisson sp</i>	9	0.7
	Ichneumonidae	No identificada	3	0.2
	Andrenidae	<i>Acampopoeum hirsutulum</i>	1	0.1
	Pompilidae	No identificada	1	0.1
Subtotal			1016	79.3
DIPTERA	Syrphidae	varias especies	85	6.6
	Sarcophagidae y Muscidae	No identificada	119	9.3
	Mycetophilidae	No identificada	4	0.3
	Lauxaniidae	<i>Sapromyza sp</i>	4	0.3
	Bombyliidae	<i>Villa sp</i>	1	0.1
	Bibionidae	No identificada	1	0.1
	Subtotal			214
COLEOPTERA	Coccinellidae	varias especies	27	2.1
	Cleridae	No identificada	3	0.2
	Lampyridae	<i>Pyrectonema sp</i>	2	0.2
	Buprestidae	<i>Anthaxia concina</i>	1	0.1
	Bostrichidae	<i>Micrapate scabrata</i>	1	0.1
Subtotal			34	2.7
LEPIDOPTERA	Pyalidae	No identificada	17	1.3
Subtotal			17	1.3
TOTAL			1281	100

CUADRO 5. Número y porcentaje total de insectos detectados durante la floración de palto (*Persea americana* Mili.) en La Ligua, V región.

ORDEN	FAMILIA	GENERO-ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS TOTALES	%	
HYMENOPTERA	Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.	487	28.1	
	Formicidae	<i>Iridomyrmex humilis</i>	306	17.7	
	Colletidae	<i>Colletes seminitidus</i>	29	1.7	
	Halictidae	<i>Corynura chloris</i>	26	1.5	
		<i>Corynura corynura chilensis</i>	1	0.05	
		<i>Caenohalictus monilicornis</i>	8	0.5	
	Vespidae	No identificada	21	1.2	
	Sphecidae	<i>Nisson sp</i>	53	3.1	
	Andrenidae	<i>Protandrena hirsutulum</i>	1	0.05	
		<i>Acamptopoeum submetallicum</i>	1	0.05	
	Pompilidae	No identificada	3	0.2	
	Subtotal			936	54.2
	DÍPTERA	Syrphidae	varias especies	141	8.1
Sarcophagidae y Muscidae		No identificada	331	19.1	
Mycetophilidae		No identificada	24	1.4	
Lauxaniidae		<i>Sapromyza sp</i>	5	0.3	
Bombyliidae		<i>Villa sp</i>	3	0.2	
Tephritidae		<i>Trypanea sp</i>	45	2.6	
Subtotal			549	31.7	
COLEOPTERA	Coccinellidae	varias especies	156	9	
	Cleridae	No identificada	42	2.4	
	Cantharidae	<i>Haplous sp</i>	1	0.05	
	Buprestidae	<i>Anthaxia concina</i>	26	1.5	
		<i>Ectinogonia buqueti</i>	1	0.05	
	Mordellidae	<i>Mordella luctuosa</i> Solier	5	0.3	
	Peltidae	<i>Decamerus sp</i>	1	0.05	
	Cerambycidae	<i>Callideriphus laetus</i> Bl	3	0.2	
Subtotal			235	13.55	
LEPIDÓPTERA	Pyralidae	No identificada	7	0.4	
Subtotal			7	0.4	
HEMÍPTERA	Rhopalidae	<i>Liorhyssus lineiventris</i>	1	0.05	
		<i>Arhyssus tricostatus</i>	1	0.05	
	Miridae	No identificada	1	0.05	
Subtotal			3	0.16	
TOTAL			1730	100	

Como muestran los Cuadros 4 y 5, las hormigas representaron un 9,8% en Quillota, y un 17,7% en La Ligua, sin embargo, pese a su alto porcentaje de aparición, no tienen ninguna participación en la transferencia de polen, ya que su presencia en las flores se debe exclusivamente a la búsqueda de sustancias dulces, en este caso néctar de palto (APABLAZA, 2000; GONZÁLEZ, 1989), y no entran en contacto con las partes reproductivas de la flor.

Lo anterior concuerda con LÓPEZ y ROJAS (1992), que en un estudio realizado en chirimoyos, en Quillota, las hormigas representaron un 62,8% del total de insectos recolectados, sin embargo, no se les atribuye una acción polinizadora al no poseer estructuras que les permitan trasladar polen de una flor a otra, y a la estrecha asociación que presentan con homópteros que tienen al chirimoyo como hospedero.

Las familias Ichneumonidae, Vespidae, Sphecidae, Pompilidae y Andrenidae, del orden Hymenóptera, tienen un potencial como polinizadores limitado, debido a su presencia reducida (a excepción de Sphecidae en La Ligua), y a su tipo de alimentación, que para el caso de las familias Vespidae, Pompilidae y Sphecidae corresponde a insectos o arañas capturados para alimentar a sus larvas (PEÑA, 1986; APABLAZA, 2000).

Los andrenidos son abejas pertenecientes a la Super familia Apoidea, que generalmente visitan flores para obtener néctar y polen. Su cuerpo es piloso y poseen un aparato colector de polen (PEÑA, 1986). Sin embargo, pese a que se identificaron tres especies, sólo se observó un individuo de cada una de ellas, lo cual, por su bajo número poblacional, los excluye como polinizadores relevantes del palto

De la familia Colletidae se identificó la especie *Golletes seminitidus*. Corresponden a abejas solitarias que visitan las flores para obtener néctar y polen. Presentan abundante pilosidad y adaptaciones especiales para llevar polen, características fundamentales que debe presentar un insecto polinizador.

La familia Halictidae, de la superfamilia Apoidea, son abejas que van en busca de néctar, visitando flores y a la vez para extraer el polen. También existen algunas parásitas de otras abejas. Entre los géneros más representativos está *Caenohalictus*, con una veintena de especies y *Corynura*. PEÑA (1986) señala que *Caenohalictus* es común en las provincias centrales y *Corynura* habita entre La Serena y Valdivia.

En estudios realizados en arándano (*Vaccinium corymbosum*) por ULLOA (1997), en mora (*Rubus fruticosus* L) por NIGOEVIC (1996), en frambueso (*Rubus idaeus* L.) por LOBOS (1995) y en alforfón (*Fagopyrum esculentum* Moench) por DE LIGARTE (1991), en el sur de nuestro país se registró la presencia de *Corynura chlorís* visitando las flores, ocupando el primer lugar en número de visitas para el caso de alforfón (*Fagopyrum esculentum*). Esta especie también se registró en el presente estudio visitando las flores de palto.

Díptera fue el segundo grupo predominante. Las familias más abundantes fueron Sarcophagidae y Muscidae en ambas localidades, y Tephritidae en La Ligua, sin embargo son insectos que no se observaron en las flores y por lo tanto no se les considera como polinizadores. Esto no concuerda con CASTAÑEDA (2000), quien en México sí observó individuos de la familia Muscidae y Sarcophagidae visitando flores de palto.

De la familia Syrphidae, comúnmente llamadas moscas de las flores, se identificaron cuatro especies tanto en La Ligua como en Quillota, sin embargo en terreno se registró a los individuos sólo al nivel de familia ya que son muy similares. Las más abundantes fueron *Allograpta* sp. y *Syrphus octomaculata* Walk. Son insectos que viven en variados hábitats, y los adultos frecuentan flores sosteniéndose en el aire como picaflores; en este caso, fueron los únicos dípteros que visitaron las flores de palto.

LLORENS (1990) señala que los sírfidos adultos son muy activos ya que vuelan durante el día entre las flores, succionando néctar, siendo importantes insectos polinizadores. Las proteínas del polen les son necesarias para la maduración de las gónadas y por tanto para realizar la puesta que puede alcanzar los 1000 huevos por hembra adulta. Esto implica que después de los himenópteros, algunos dípteros de la familia Syrphidae son polinizadores potenciales, debido a su abundancia, mayor diversidad y movilidad.

Estos resultados concuerdan con VITHANAGE (1990), que en un estudio realizado en Australia, reportó varias especies de dípteros relacionados con la floración del palto, sin embargo, este autor señala que pocas especies son consideradas como polinizadores, el resto de las especies son consideradas como visitantes ocasionales que se alimentan del néctar secretado por los nectareos y estaminodios.

ISH-AM *et al.* (1999) reportan que en México, muchas especies del orden Díptera fueron colectadas visitando flores de palto, a veces en altas densidades, las cuales hacían efectivos contactos con estambres y estigma, sin embargo, su eficiencia polinizadora no fue alta porque la proporción de visitas a las flores fue baja.

Por otro lado, también en México, CASTAÑEDA (2000) mide la eficiencia de los insectos como polinizadores a través de la cuantificación de granos de polen presentes en sus cuerpos, y concluye que una especie del orden Díptera, junto con otras del orden Hymenoptera, superan a las abejas melíferas en su capacidad de transporte de polen, propiciándoles características de buenos polinizadores de palto.

Otro orden importante encontrado fue Coleóptera, el cual reúne la mayor cantidad de especies de la clase insecta. La alimentación tanto de adultos como de sus larvas es muy variable, pudiendo ser ésta a base de hongos, fecas, pasto, raíces, hojas, maderas, flores, polen, néctar, restos de vegetales y animales, etc. Muchas especies son benéficas, pues polinizan (PEÑA, 1986).

La familia Coccinellidae se observó principalmente en flores y hojas. Las chinitas son coleópteros circulares y pequeños, algunos ovalados. Se encuentran en diversos ambientes, tales como follaje, bajo piedras y palos, etc. Las larvas de ciertas especies se alimentan de pulgones (Aphidae) o de coccidos (Coccoidea), siendo excelentes controles para destruir estos insectos dañinos.

Hay muchas otras que son fitófagas. En Chile hay cerca de 50 especies distribuidas en más de 20 géneros. La *Eríopis conexa* Germ., es una de las chinitas más típicas, y habita desde las altas cordilleras del norte hasta Magallanes. Otra especie bien conocida es *Adalia bipunctata* Linn., que es de color rojizo, teniendo dos manchas negras, una en cada élitro (PEÑA; 1986).

Se encontró un total de cuatro especies de estos insectos benéficos asociados a la flor. *Adalia* y *Eríopis* son predadores de áfidos (Aphidae), y su presencia puede estar relacionada con la existencia de sus presas en el árbol, y su visita a las flores obedecer a la búsqueda de la presa o a la búsqueda de polen para alimentarse. Detecciones de coccinélidos fueron también hechas en chirimoyo por LÓPEZ y ROJAS (1992) en Quillota.

En general, los enemigos naturales colectados carecen de estructuras que puedan servir como importantes acarreadores de polen, como para asignarles algún efecto en la polinización entomófila.

Se observó una especie no identificada de la familia Cleridae, que visitó principalmente las flores de palto. Es un pequeño coleóptero de color negro que frecuenta flores de diversas plantas, buscando néctar, y además presenta un cuerpo muy piloso, razón por la cual podría ser considerada como un potencial polinizador. (SAIZ, SOLERVICENS y OJEDA, 1989).

Otra especie que se observó visitando las flores de palto fue *Anthaxia deficiens*. *Anthaxia* es un género con varias especies visitantes de flores; algunas son de color verde metálico, como es el caso de la identificada en este estudio. Es una especie que por su comportamiento, podría tener importancia como polinizador, sin embargo su población fue muy baja y además no presenta pilosidad en su cuerpo (TORELLI, 2001)*

4.3 Comportamiento de los principales insectos que frecuentan las flores de palto: 4.3.1.

Comportamiento de *Apis mellifera* L. como polinizador del palto

El número de abejas sobre los árboles fue muy variable. En La Ligua no se registró su presencia durante las dos primeras semanas de observación, debido a que aún no se instalaban colmenas en el huerto. En cambio, en Quillota las abejas estuvieron presentes durante todo el período de observaciones, debido a que las colmenas ya estaban instaladas al momento de comenzar el estudio.

Las abejas melíferas (Anexo 1) abundaron a lo largo del día y fue el más constante polinizador, en ambos huertos en estudio. Su presencia se registró tanto en el período de la mañana (10:00 a 12:00 hr), como en el de la tarde (15:00 a 17:00 hr). En el Cuadro 6 se observan el número y porcentaje total de abejas observadas en flores de palto durante todo el período de observaciones.

El Cuadro 6 muestra que en Quillota, la mayoría de las abejas (61%) visitó las flores de palto en la tarde, con un máximo de actividades entre las 15:00 y las 16:00 hr; en tanto que en La Ligua el porcentaje de abejas observado en ambos períodos fue similar, siendo levemente mayor entre las 16:00 hr y las 17:00 hr.

* TORELLI, L. Ing. Agr. Entomólogo 2001. Servicio Agrícola y Ganadero.
Comunicación personal.

CUADRO 6: Número y porcentaje total de abejas (*Apis mellifera L.*) encontradas en ambos períodos de observación (mañana y tarde), durante todo el período de floración de palto, en Quillota y La Ligua.

	NÚMERO DE ABEJAS				TOTAL
	MAÑANA		TARDE		
HORARIO	10:00-11:00 hrs	11:00-12:00 hrs	15:00-16:00 hrs	16:00-17:00 hrs	
QUILLOTA	160	132	272	178	742
Porcentaje	39,0%		61,0%		100%
LA LIGUA	125	122	110	130	487
Porcentaje	51,0%		49,0%		100%

Se observó que la gran mayoría de las abejas colectan únicamente néctar, no se presencié la colecta de polen, sin embargo visitan las flores tanto en su etapa femenina como en su etapa masculina. Además se observó abejas visitando flores cerradas, sobre las cuales insertaron la probóscide con el fin de alcanzar el néctar. Este comportamiento fue descrito también por ISH-AM y EISIKOWITCH (1993), quienes observaron esta forma cerrada de las flores antes de la fase femenina, posterior a la fase masculina y entre ambas etapas.

En su búsqueda de néctar sobre las flores, las abejas lo ingirieron succionándolo de los nectareos y estaminodios, labor que favorece la adhesión de polen. Esta información concuerda con CASTAÑEDA (2000), quien además señala que las abejas realizan contactos efectivos con las anteras y el estigma, y que el polen adherido accidentalmente en el cuerpo sirve para la polinización.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el mayor porcentaje de abejas se registró en la cara norte de los árboles, correspondiendo a un 67% del total de visitas en Quillota, y a un 66% en La Ligua (Figuras 1 y 2). Estos resultados concuerdan con CASTAÑEDA (2000) quien señala que las abejas prefieren colectar néctar en partes del árbol más expuestas a la luz solar, y por lo tanto con un mayor número de flores, retardándose en las partes más sombreadas y frías.

En La Ligua se observó a muchas abejas visitando flores competidoras más atractivas que la flor de palto, esto explicaría el bajo porcentaje en que se encontró la abeja en esta localidad, llegando sólo a un 28,1% (Cuadro 5), mientras que en Quillota, donde la existencia de flores más atractivas fue menor, el porcentaje de abejas fue de un 57,9% (Cuadro 4).

Este comportamiento fue mencionado también en Israel por ISH-AM y EISIKOWITCH (1993), quienes encontraron abejas visitando flores competidoras durante gran parte de la floración dejando al palto sin ser visitado ni polinizado.

Además, en Israel hay competencia por la polinización con numerosas especies, ya que si bien las flores de palto proporcionan a las abejas néctar y polen con un alto valor nutritivo, éstas lo rechazan al descubrir fuentes de alimento más atractivas nutricionalmente (ISH-AM y EISIKOWITCH 1998b).

Según los autores antes mencionados, las abejas desprecian los atributos nutritivos del palto porque no cumplen con las exigencias nutricionales que ellas requieren. Al respecto, GARDIAZÁBAL (2002)*, señala que el polen de palto es muy pegajoso y tiene un néctar con 90% de sacarosa, siendo ideal para las abejas un néctar de 40% de sacarosa. DE LA CUADRA (1999), en Chile recomendó colocar bastantes colmenas en los huertos (6 a 10), para asegurar la polinización e incrementar la producción de frutos de palto.

CASTAÑEDA (2000) señala que al contrario de lo que ocurre con las abejas, los insectos nativos encontrados en México como las abejas silvestres de la subfamilia Meliponinae, moscas y avispas son fieles a los atributos alimenticios proporcionados por las flores.

* GARDIAZÁBAL, F. Ing. Agr. 2002. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal

Hacia el final de la floración, que ocurrió aproximadamente entre el 19 y el 23 de noviembre, en ambas localidades el número de abejas decreció, lo que hace suponer que ellas despreciaron los árboles con escasas flores y prefieren buscar fuentes que les proporcionen alimento en mayor cantidad.

4.3.2. Comportamiento de otros insectos como potenciales polinizadores del palto

La familia Syrphidae (Díptera) (Anexo 2), Cleridae (Coleóptera) (Anexo 3), y las especies *Colletes seminitidus* (Anexo 4), y *Corynura chlorís* (Hymenóptera) (Anexo 5), fueron las que presentaron atributos como potenciales polinizadores del palto, al considerar factores tales como el número de individuos observados, además de otros relacionados con su comportamiento sobre las flores, su tipo de alimentación (polen y/o néctar) y la presencia de pilosidad en su cuerpo o estructuras adaptadas para acarrear polen.

Del orden Díptera, la familia Syrphidae fue la única observada visitando las flores de palto, convirtiéndose en el segundo grupo de insectos en importancia. Se identificaron cuatro especies en ambas localidades, siendo *Allograpta sp.* y *Syrphus octomaculata* Walk las más abundantes. Este grupo de insectos será analizado al nivel de familia, ya que durante las observaciones en terreno, no se identificó a cada especie debido a sus características físicas muy similares.

Las comúnmente llamadas moscas de las flores, fueron observadas durante todo el período de mediciones visitando flores de palto tanto en su fase femenina como masculina, para alimentarse exclusivamente de néctar. El Cuadro 7 muestra la fluctuación de los sírfidos encontrados durante el período de observaciones.

CUADRO 7. Número y porcentaje total de sílfidos (Díptera: Familia Syrphidae) encontrados en ambos períodos de observación (mañana y tarde), durante todo el período de floración de palto, en Quillota y La Ligua.

	NÚMERO TOTAL				TOTAL
	MAÑANA		TARDE		
HORARIO	10:00-11:00 hrs	11:00-12:00 hrs	15:00-16:00 hrs	16:00-17:00 hrs	
QUILLOTA	36	13	30	6	85
Porcentaje	57,6%		42,4%		100%
LA LIGUA	46	27	37	31	141
Porcentaje	51,8%		48,2%		100%

Como se observa en el Cuadro 7, los sílfidos se registraron en ambos períodos de observación (mañana y tarde), siendo su presencia mayor en la mañana. En Quillota un 57,6% de los individuos se observó visitando las flores en este período, mientras que en La Ligua, el porcentaje fue de 51,8%, y en ambas localidades el máximo de actividad ocurrió entre las 10:00 hr y las 11:00 hr.

Al igual que lo ocurrido con *Apis mellifera* L., hacia el final de la floración, el número de sílfidos decreció, y se les observó prefiriendo otras fuentes de alimento como flores de malezas que se encontraban en los alrededores del huerto.

Golletes seminitidus fue otro de los insectos que presentó atributos como potencial polinizador del palto. Corresponde a una abeja solitaria, de color negro, clasificada por ROOT (1976) como perteneciente al grupo 2, cuya ventaja es su abundante pilosidad y sus adaptaciones especiales para llevar polen.

Esta abeja fue observada visitando las flores de palto tanto en su fase femenina como masculina, y algunos individuos fueron detectados acarreando polen, sin embargo la mayoría de ellas recolectó sólo néctar.

La época de aparición de *Golletes seminitidus* fue de aproximadamente un mes, en ambas localidades. En Quillota su presencia se observó desde el inicio de las mediciones, correspondientes al mes de septiembre hasta comienzos del mes de

noviembre, y en La Ligua, se registraron visitas a las flores durante el mes de octubre, principalmente. El Cuadro 8 muestra su comportamiento en relación con el horario de visitas a las flores de palto.

CUADRO 8. Número y porcentaje total de la especie *Colletes seminitidus* (Hymenóptera: Colletidae) encontradas en ambos períodos de observación (mañana y tarde), durante todo el período de floración de palto, en Quillota y La Ligua.

	NÚMERO TOTAL				TOTAL
	MAÑANA		TARDE		
HORARIO	10:00-11:00 hrs	11:00-12:00 hrs	15:00-16:00 hrs	16:00-17:00 hrs	
QUILLOTA	21	19	25	16	81
Porcentaje	49,4%		50,6%		100%
LA LIGUA	12	3	8	6	29
Porcentaje	51,7%		48,3%		100%

Del Cuadro 8 se desprende que los porcentajes en que se encontró esta especie a lo largo del día son muy similares, y por lo tanto no mostró un "peak" de actividad en ningún período del día.

Corynura chloris es una abeja de color verde metálico, que visitó las flores en ambas fases en busca de néctar, aunque también se observaron algunos individuos que acarrearón polen en sus patas. Esta característica, y su tamaño relativamente pequeño le confiere virtudes propias de un buen polinizador.

El Cuadro 9 muestra el número total de individuos encontrados durante el período de observaciones y los horarios en los cuales visitaron las flores.

CUADRO 9. Número y porcentaje total de la especie *Corynura chloris* (Hymenóptera: Halictidae) encontradas en ambos períodos de observación (mañana y tarde), durante todo el período de floración de palto, en Quillota y La Ligua.

	NÚMERO TOTAL				TOTAL
	MAÑANA		TARDE		
HORARIO	10:00-11:00 hrs	11:00-12:00 hrs	15:00-16:00 hrs	16:00-17:00 hrs	
QUILLOTA	2	11	17	3	33
Porcentaje	39,4%		60,6%		100%
LA LIGUA	10	9	7	0	26
Porcentaje	73,1%		26,9%		100%

Como se observa en el Cuadro 9, en Quillota, la mayor parte de estas abejas frecuentó las flores de palto en la tarde, con un "peak" de visitas desde las 15:00 hr hasta las 16:00 hr, mientras que en La Ligua el comportamiento fue diferente, ya que el período de mayor frecuencia de visitas fue desde las 10:00 a las 12:00 hr.

Del orden Coleóptera, la única familia interesante fue Cleridae, y fue particularmente una especie no identificada la que presentó atributos como un posible agente polinizador, sin embargo en Quillota, numéricamente no tuvo ninguna relevancia ya que sólo se observaron tres individuos. Al igual que para el caso de la familia Syrphidae, el análisis de esta especie será como familia Cleridae, debido a que, en este caso, no se logró identificar la especie.

Su número y porcentaje en La Ligua (sin considerar a los Coccinélidos), fue el mayor de los Coleópteros (Cuadro 10). Es una especie pequeña, de color negro, y que frecuentó las flores femeninas y masculinas en busca de néctar, y permaneció en ellas por un tiempo mayor al de los otros insectos, lo que, sumado a su cuerpo muy piloso, favorece la adhesión de polen y le confiere características favorables como un potencial agente polinizador.

CUADRO 10. Número y porcentaje total de cléridos (Coleóptera: Familia Cleridae) encontradas en ambos períodos de observación (mañana y tarde), durante todo el período de floración de palto, en Quillota y La Ligua.

	NÚMERO TOTAL				TOTAL
	MAÑANA		TARDE		
HORARIO	10:00-11:00 hrs	11:00-12:00 hrs	15:00-16:00 hrs	16:00-17:00 hrs	
QUILLOTA	0	0	3	0	3
Porcentaje	0.0%		100.0%		100%
LA LIGUA	9	6	21	6	42
Porcentaje	35,7%		64,3%		100%

Como muestra el Cuadro 10, el porcentaje de aparición de esta especie en Quillota fue muy bajo, sólo tres individuos, a diferencia de lo ocurrido en La Ligua donde se registró un número mayor. Además se observa que la mayoría de los individuos visitaron las flores en la tarde, principalmente entre las 15:00 hr a 16:00 hr.

Como se observa en las Figuras 1 y 2, en ambos huertos se observó que tanto las abejas *Colletes seminitidus*, *Corynura chlorís*, así como las familias Syrphidae y Cleridae, y en general todos los insectos, prefirieron la cara norte de los árboles. La explicación a este comportamiento, al igual que para la abeja melífera, sería el mayor número de flores y por lo tanto la mayor fuente de néctar que presenta este sector, y la preferencia por lugares del árbol más expuestos a la luz solar.

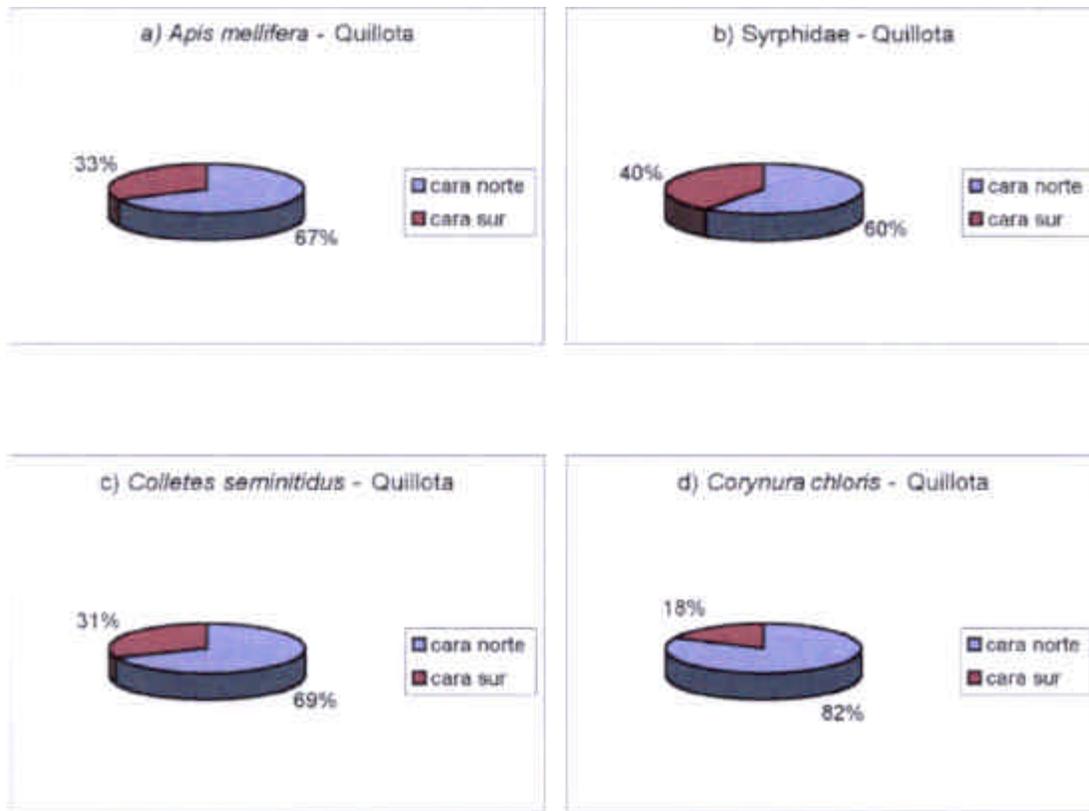


FIGURA 1. Porcentaje de los principales insectos observados en flores de palto cv. Hass en la cara norte y sur en Quillóla a) *Aphis mellifera*, b) Syrphidae, c) *Colletes seminitidus*, d) *Corynura chloris*.

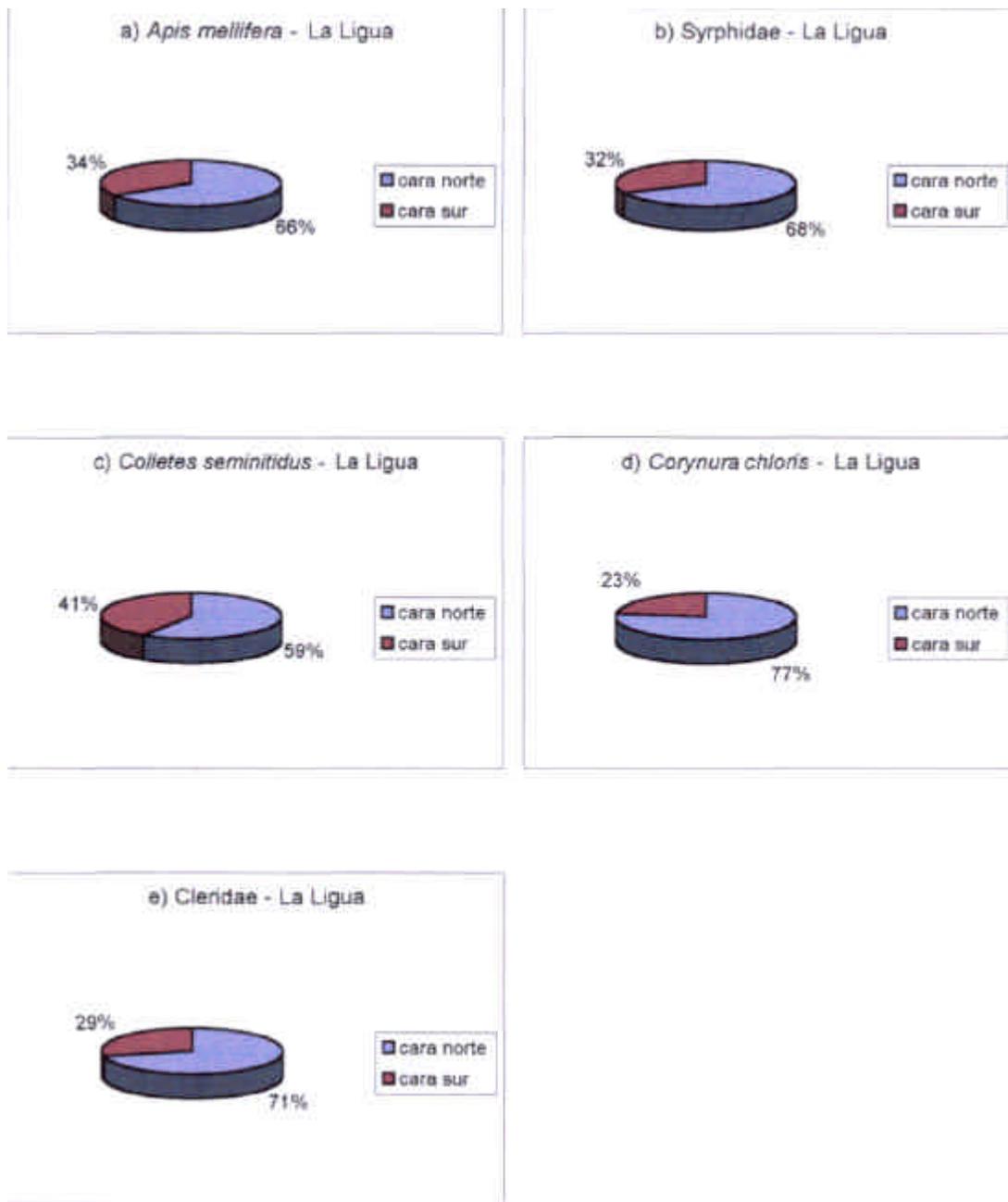


FIGURA 2. Porcentaje de los principales insectos observados en flores de palto cv. Hass en la cara norte y sur en La Ligua a) *Apis mellifera*, b) Syrphidae, c) *Golletes seminitidus*, d) *Corynura chloris*, e) Cleridae

4.3.3. Frecuencia de visitas a las flores de palto de los principales insectos identificados

Este registro es una información utilizada por diversos autores, en diferentes cultivos, como un parámetro para evaluar la eficacia polinizadora de los insectos (APABLAZA, 1981; VITHANAGE, 1990; LOBOS, 1995; NEIRA *et al.*, 1996; ULLOA, 1997; MONZÓN, 1998) Para ésto, en cada huerto se realizó un seguimiento de los principales individuos observados durante sus vuelos entre las flores de palto. (Cuadros 11 y 12).

CUADRO 11. Número de flores visitadas por los principales insectos a las flores de palto cv. Hass durante un minuto en Quillota, V región.

FECHA	<i>Apis mellifera</i>	<i>Corynura chloris</i>	<i>Colletes seminitidus</i>	Fam. Syrphidae
24/09/01	7	-	-	-
04/10/01	7	2	4	-
08/10/01	8	3	5	-
18/10/01	7	-	5	3
25/10/01	7	-	-	-
01/11/01	6	4	-	-
08/11/01	7	-	-	2
15/11/01	10	-	-	3
22/11/01	7	-	-	-
26/11/01	-*	-	-	-
PROMEDIO	7,3	3,0	4,7	2,7

*el guión indica que para esta fecha, no se realizó la medición.

Como se puede apreciar en los Cuadros 11 y 12, *Apis mellifera L.* presenta la mayor frecuencia de visitas, lo cual concuerda con estudios en palto realizados en México por NIETO (1984), quien señala que esta especie visita hasta doce flores en un minuto, mientras que el resto de los insectos visitan de una a dos flores en el mismo tiempo.

CUADRO 12. Número de flores visitadas por los principales insectos a las flores de palto cv. Hass durante un minuto en La Ligua, V región.

FECHA	<i>Apis mellifera</i>	<i>Corynura chloris</i>	<i>Colletes seminitidus</i>	Fam. Syrphidae	Fam. Cleridae
09/10/01	9	-	5	-	-
16/10/01	5	3	-	-	-
23/10/01	7	-	5	4	-
30/10/01	7	-	-	-	-
09/11/01	7	-	-	3	-
16/11/01	11	-	-	-	1
20/11/01	8	3	-	3	1
27/11/01	-*	-	-	3	-
Promedio	7,7	3,0	5,0	3,25	1,0

*el guión indica que para esta fecha, no se realizó la medición.

De los mismos Cuadros se desprende que el menor número de flores visitadas por abejas melíferas, ocurrió en Quillota el 01.11.01, y en La Ligua el 16.10.01, (seis y cinco flores por minuto respectivamente), fechas en las cuales la humedad relativa fue la más alta (76,7% en Quillota y 83,8% en La Ligua) (Anexos 6 y 7). Esto es explicado por CORBET *et al.* (1979), quienes afirman que los modelos de conducta de los insectos en relación con la visita de éstos a las flores, son influenciados por la concentración de azúcar del néctar, lo que depende del equilibrio con la humedad relativa del aire. De manera que si la humedad relativa del aire es alta, el néctar se encontrará más diluido, lo que hace a éste menos atractivo para las abejas. Además, los mismos autores señalan que la humedad relativa es el factor ambiental que más influye en las oscilaciones de la concentración de néctar en las especies vegetales.

Al relacionar los datos de las condiciones imperantes durante los días de muestreo (despejado, nublado, parcial) (Anexos 6 y 7), con la información de los Cuadros 11 y 12 se aprecia que las mayores frecuencias de visita de abejas melíferas a las flores, ocurrió en días despejados. Al respecto, RALLO (1986) señala que, independientemente de la temperatura, la secreción de néctar es mayor en días soleados que en días nublados, y que en aquellos días templados, de pleno sol, los

procesos propios de la planta producen, néctar, polen, aromas y colores atractivos, fundamentales atractivos para las abejas.

4.4. Influencia de los parámetros ambientales y del número de flores sobre la visita de los principales insectos:

El Análisis de Regresión lineal se utiliza para examinar las asociaciones cuantitativas entre un número de variables, y proporciona una relación numérica exacta o ecuación de predicción, a través de una función matemática. Este fue el método utilizado para relacionar el número de insectos observados, con los factores climáticos.

Además, se utilizó el coeficiente de determinación (R^2) que corresponde a una medida relativa del grado de asociación lineal entre ambas variables, con el fin de tener una cantidad que mida la proporción de la variación total de las observaciones con respecto a su media, la cual es atribuida a la recta estimada de regresión. Los valores que R^2 toma están siempre en el intervalo $0 = R^2 = 1$. Mientras más cercano a 1, mayor es el grado de asociación lineal que existe entre ambas variables (Anexo 10).

Los datos fueron divididos en número de abejas (*Apis mellifera* L), y número de otros insectos, grupo que incluye a las especies *Golletes seminitidus*, *Corynura chloris* (Hymenóptera) y a las familias Syrphidae (Díptera) y Cleridae (Coleóptera). Para las abejas melíferas, las regresiones se calcularon para cada una de las condiciones climáticas (nublado, parcial, despejado), por separado.

Los parámetros considerados son la temperatura, la humedad relativa, el viento (sólo para Quillota) (Anexos 6 y 7), y el número de flores observada en la superficie de 0,25 x 0,25 mt (Anexo 8 y 9). También se analizó el número de abejas y otros insectos en la cara norte y sur de los árboles, y en la mañana y en la tarde. El Anexo 10 muestra los modelos de regresión ajustados, además del coeficiente de determinación (R^2) y el valor-p correspondiente a la hipótesis nula ($H_0: \beta_1=0$).

4.4.1. Influencia en el número de abejas

En general se observó un predominio de días nublados, principalmente en la mañana, en los cuales hubo un retardo en la actividad de los insectos, cambiando la condición a despejado hacia el mediodía.

En Quillota, bajo la condición climática parcial, el número de abejas se correlaciona significativamente y en forma positiva, con el número de flores, con la temperatura y el viento. Esto último pudo ocurrir debido a que los vientos registrados durante el período de mediciones no fueron altos, siendo el valor máximo de 4,4 km/hr el día 22.11.01 (Anexo 6), y APABLAZA (2000), señala que vientos suaves pueden favorecer vuelos de dispersión de los insectos. También hay correlación con la humedad relativa, pero esta relación es inversa, esto quiere decir que a mayor humedad relativa, se observó un menor número de abejas ($\alpha=0,05$).

Cuando la condición imperante fue despejado, hubo correlación positiva ($\alpha=0,05$) con el número de flores y con la humedad relativa, y la relación con el viento fue inversa. Sin embargo, RALLO (1986) señala que a partir de velocidades de viento superiores a 18 km/hr, el pecoreo disminuye ostensiblemente, situación que no ocurrió durante las observaciones.

Además, el número de abejas observadas tanto en la cara norte como en la cara sur, se correlacionan significativamente ($\alpha=0,05$) con el número de flores, así, mientras mayor es el número de flores en el área delimitada, fue mayor el número de abejas en ambas caras del árbol. Lo mismo ocurrió al analizar el número de abejas en los períodos de la mañana y tarde.

El análisis para La Ligua indica, que bajo las condiciones nublado y parcial, el número de abejas se correlacionó significativamente ($\alpha=0,05$) con la temperatura y la humedad relativa, siendo la primera relación inversa, es decir, a mayor

temperatura se observó un menor número de abejas, en cambio a mayor humedad relativa, se observó un mayor número de abejas.

Por otro lado el número de abejas está correlacionada en forma significativa con el número de flores, y así a mayor número de flores, mayor fue también el número de abejas, tanto para las condiciones de día nublado, despejado y parcial.

Además, al igual que en Quillota, el número de abejas observadas tanto en la cara norte como en la cara sur, y también en la mañana, se correlacionan significativamente ($\alpha=0,05$) y en forma positiva con el número de flores; no así las abejas observadas en la tarde, que no se correlacionaron con ningún parámetro.

4.4.2. Influencia en el número de insectos distintos a la abeja melífera

En Quillota las únicas correlaciones significativas se obtuvieron entre el número de insectos totales y aquellos observados en la tarde, con la temperatura y el viento, y ambas relaciones fueron inversas.

En La Ligua, el número total de insectos y el número observado en la tarde, se correlacionaron positivamente con la temperatura, y el número de insectos observados en la mañana correlacionó positivamente con el número de flores.

Además, hubo una relación significativa ($\alpha=0,05$) e inversa, entre los insectos totales y aquellos observados en ambas caras de los árboles, con la humedad relativa.

De los resultados se desprende que no hay una tendencia muy marcada entre la conducta de los insectos y los factores de temperatura, humedad relativa y viento, debido a que por un lado, los factores no fueron extremos y por otro lado, aunque los modelos fueron significativos y existe una correlación, ésta no es lo suficientemente alta.

Como se observa en el Anexo 10, los coeficientes de determinación (R^2) oscilan entre 0,1 y 0,5, lo cual significa que el modelo explica sólo un 10% a un 50% de la variabilidad de los datos, el resto es explicado por el error. De esta manera, el grado de asociación lineal entre el número de insectos y los factores climáticos es bajo.

La relación más clara fue el comportamiento de los insectos frente al número de flores abiertas, ya que a medida que aumentó el número de flores, aumentó también el número de abejas melíferas y de otros insectos. Al respecto, KOHNE (1998) señala que la actividad de las abejas está relacionada a condiciones de clima, pero principalmente coincide con la apertura y cerrado de las flores de palto.

4.5. Intensidad de floración:

Se observó visualmente el grado de floración de los árboles seleccionados y se determinó, de acuerdo a la escala de nivel de floración, una curva en cada localidad (Figuras 3 y 4), la cual se relacionó con el número total de insectos. La correlación entre ambos fue muy alta, y a medida que aumenta el grado de floración, aumenta también el número de insectos. En Quillota se observa que el día 25.10.01 hay un descenso en el número de insectos, lo cual se explica principalmente por la baja cantidad de flores abiertas (Anexo 8), y además por la condición de día nublado (Anexo 6). Lo mismo ocurre en La Ligua el día 2.11.01, en el cual hay muy pocas flores abiertas (Anexo 9), y a esto se suma un descenso en la temperatura (Anexo 7).

Además, en la determinación del estado en que se encontraban las flores, se registró la presencia de ambos estados sexuales durante todo el día. Esta información también fue reportada por GARCÍA (1997), quien concluye que los patrones de dicogamia tipo A del cv. Hass no se cumplen en Quillota.

4.6. Evaluación de la actividad de los insectos como polinizadores de palto:

Para evaluar la actividad polinizadora de *Apis mellifera* L, y de otros insectos identificados en este estudio, como potenciales polinizadores de palto, se les asignó un valor de acuerdo al comportamiento que presentaron en su visita a los árboles. En estudios anteriores, se han utilizado diversos factores con el fin de lograr este objetivo.

VITHANAGE (1990), en un estudio en palto en Australia, combinó el número promedio de flores visitadas por cada uno de los insectos durante una visita al área de observación con el número promedio de granos de polen acarreados. Este componente se usó como " índice polinizador" para poner a los diferentes insectos, según su orden de importancia como polinizadores del cultivo.

Para esta evaluación se tomaron en cuenta factores tales como la presencia del insecto en la flor, el número de individuos encontrados, el tipo de recolección del insecto (néctar y/o polen), así como el contacto con los órganos reproductores de las flores, y la frecuencia de visitas a éstas. MONZÓN (1998) usó estas mismas variables para evaluar el comportamiento recolector de *Apis mellifera* L. y *Osmia cornuta* en perales en España, además de otros datos como la distancia entre árboles visitados consecutivamente por estas especies.

Se evaluó a *Apis mellifera* L, que fue la especie más abundante y que ha sido reconocida mundialmente como el principal polinizador en diferentes cultivos, y además se evaluó a aquellos insectos que por su comportamiento y características propias presentan atributos como posibles agentes polinizadores de palto. Estos son las familias Syrphidae (Díptera) (no diferenciados en terreno al nivel de especie), Cleridae (Coleóptera) (especie no identificada), y las abejas *Golletes seminitidus* y *Corynura chlorís* (Hymenóptera).

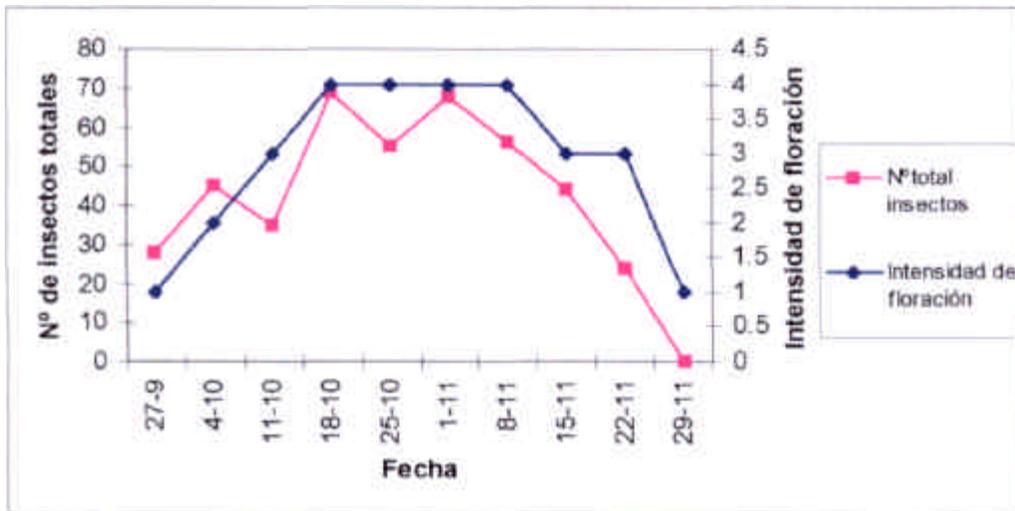


FIGURA 3. Relación entre la intensidad de floración y el número total de insectos en Quillota.

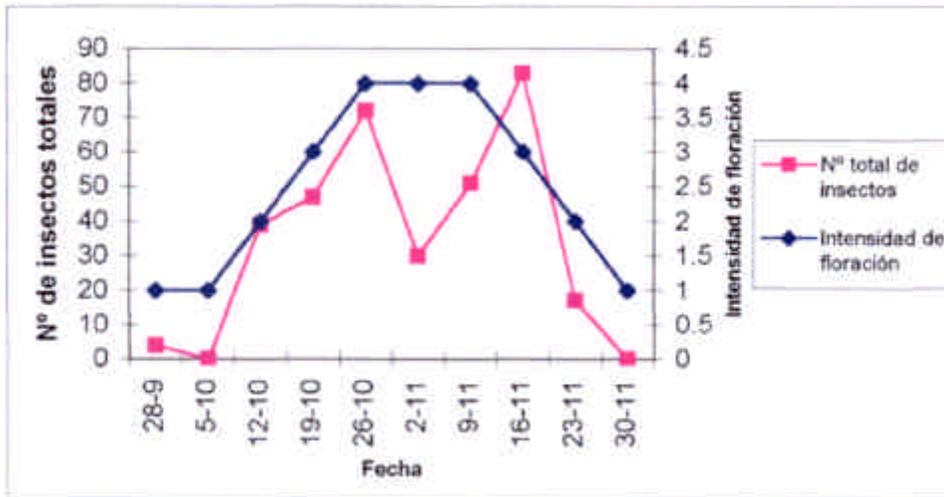


FIGURA 4. Relación entre la intensidad de floración y el número total de insectos en La Ligua.

4.6.1. Modelo de evaluación de los insectos como polinizadores

Con el fin de asignar a los insectos un valor como polinizadores, se confeccionó un modelo que incluye todas las variables del comportamiento de los insectos que se tomaron en cuenta para la evaluación. Así, el valor como polinizador (VP) se calculó de la siguiente manera:

$$VP = A \times B \times C \times D$$

Donde:

VP = Valor como polinizador

A = Número de individuos por m²

B = Presencia en las flores

C = Tipo de recolección del insecto (Néctar y/o Polen)

D = Frecuencia de visita a las flores

4.6.2 Variables de evaluación de los insectos

4.6.2.1. Número de individuos/m² (A)

Se registraron las visitas de los insectos a la superficie marcada (1 m²) de cada uno de los árboles, entre las 10:00 y 12:00 hr, y las 15:00 y 17:00 hr, durante un período de 9 semanas (24.09.01 al 30.11.01), en ambas localidades en estudio (Anexo 11 para Quillota, y Anexo 12 para La Ligua). A partir de esta información, se calculó el número promedio de insectos visitantes por m² (Cuadro 13), que es el valor que se usó para la evaluación.

CUADRO 13. Número promedio de individuos por m² durante todo el periodo de observaciones, para Quillota y La Ligua.

Nombre	Quillota	La Ligua
<i>Apis mellifera</i> L.	4,6	3,0
Familia Syrphidae	0,5	0,9
<i>Colletes seminitidus</i>	0,5	0,2
<i>Corynura chloris</i>	0,2	0,2
Familia Cleridae	-	0,3

4.6.2.2. Presencia en las flores (B)

El modelo de apertura floral en palto dicta la necesidad de agentes externos para causar una transferencia efectiva de polen. De esta manera la presencia de insectos durante el período de floración es fundamental, pero más importante aún es que éstos realmente visiten las flores.

Durante el estudio se observó que algunos insectos no visitaron las flores, sino otras partes del árbol tales como las hojas. Fue el caso de las moscas de las familias Sarcophagidae y Muscidae (Díptera), que pese a su alto porcentaje de aparición (Cuadros 4 y 5), no se observaron en las flores de palto.

De esta manera, para realizar la evaluación, se asignaron dos valores que representan ambos comportamientos observados en terreno: A aquellos insectos que no visitaron las flores se les asignó el valor 0, ya que no contribuyen en la polinización, y por lo tanto el valor como polinizadores (VP) también es 0, en cambio, los insectos que sí visitan las flores se evaluaron con el número 1, ya que sí podrían contribuir a la polinización. Sin embargo, todos los insectos incluidos en la evaluación sí fueron observados visitando las flores, y por lo tanto, el valor para cada uno de ellos en esta variable es de 1, como lo muestra el Cuadro 14.

CUADRO 14. Comportamiento de los principales insectos en relación con su presencia en las flores de palto cv. Hass, en Quillota y la Ligua, y asignación del valor correspondiente para la evaluación.

Nombre	visita la flor	B
		(presencia en las flores)
<i>Apis mellifera</i> L.	Sí	1,0
Familia Syrphidae	Sí	1,0
<i>Colletes seminitidus</i>	Sí	1,0
<i>Corynura chloris</i>	Sí	1,0
Familia Cleridae *	Sí	1,0

*La Ligua

B= presencia en las flores

No visita la flor B=0; Visita la flor B=1

4.6.2.3. Tipo de recolección del insecto (C)

Según RALLO (1986), las abejas recolectores de polen son, por lo general, polinizadoras más eficientes que las recolectoras de néctar. A su vez, LESSER (1995) señala que por regla general trabaja más diligentemente una abeja recolectora de polen que una de néctar. Sin embargo, en el caso del palto, la situación es diferente.

Al examinar la morfología de la flor de palto, ésta muestra similares estructuras tanto en la etapa pistilada como estaminada. Las abejas, al coleccionar néctar, o néctar y polen, visitan ambos estados florales, y debido a la estructura de la flor ellas están forzadas a tocar el pistilo y las anteras. Sólo sitios limitados del cuerpo de las abejas se contactan con las anteras, y estos "sitios de recolección" también se contactan con el estigma. La mayoría de los granos de polen de las abejas visitadoras de flores estaminadas se obtiene de los "sitios de recolección" y constituye el principal polen disponible para la polinización. Las observaciones sugieren que la polinización dentro de un cultivar la realizan las abejas durante la etapa de traslape de las flores pistiladas y estaminadas, en la cual coleccionan néctar de las primeras, y néctar y polen de las segundas, moviéndose libremente entre flores en etapa femenina y masculina (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993).

Sin embargo, en Israel, fueron observadas también las abejas que recolectaron sólo polen (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993). Estas visitaron casi exclusivamente flores estaminadas. Sus visitas fueron muy cortas y ellas entraron en contacto con las anteras en menos de un segundo. Por lo tanto, las abejas que colectan sólo polen usualmente no visitan las flores pistiladas y no contribuyen a la polinización.

Por lo tanto, con el fin de poder evaluar esta variable, se asignó un valor a cada comportamiento del tipo de recolección que se puede encontrar en las abejas visitadoras de flores de palto.

Abejas recolectoras de polen: Se les asignó el valor 0, porque recolectan polen sólo de flores en etapa masculina, y no visitan la flor femenina, por lo tanto no realizarían la polinización (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993).

Abejas recolectoras de néctar y recolectoras de néctar y polen: Se les asignó el valor 1, porque son éstas las que juegan el rol principal en la polinización de palto, presumiblemente por los siguientes factores:

- 1- La morfología de la flor abierta no permite el acceso de estas abejas sin que toquen los estigmas y anteras de flores pistiladas y estaminadas.
- 2- Las abejas visitantes tocan los estigmas y anteras con los mismos "sitios de recolección" de polen, y por lo tanto lo pueden transferir eficientemente.
- 3- Las recolectoras de néctar, y de néctar y polen, se mueven fácilmente entre flores estaminadas y pistiladas durante el pecoreo. Tal movimiento es esencial para la polinización de palto debido a la ausencia de fertilización dentro de la flor (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993).

Sin embargo, en otros cultivos, la situación puede ser diferente. Por ejemplo en peral, las visitas de *Apis mellifera L.* que recolectan sólo néctar se denominan

"visitas ilegítimas", ya que estas abejas suelen aterrizar sobre los pétalos y desde esta posición alcanzan los nectarios sin tocar los estigmas. Las recolectoras de polen también suelen aterrizar sobre los pétalos, pero debido a que raspan las anteras con las patas anteriores y medias, contactan con algún estigma más a menudo. De esta manera, el porcentaje de visitas legítimas es mucho más alto en el caso de las visitas de polen y néctar que en el de las de néctar sólo (MONZÓN, 1998). Por esta razón, los valores asignados a cada tipo de recolección de las abejas, cambia si se trata de otro cultivo.

En el presente estudio no se observó a ninguna abeja melífera acarreado polen en su cuerpo. Al respecto, DE LA CUADRA (1998) señala que un 75% de las abejas recolectoras buscan néctar, y sólo un 25% recolectan polen.

Para esta evaluación, los valores asignados del comportamiento de alimentación de las abejas melíferas se usaron también para el resto de los insectos, ya que por el tamaño y morfología de la flor de palto los insectos que buscan néctar o néctar y polen, pueden entrar en contacto con estambres y estigma. El Cuadro 15 muestra los valores asignados a cada insecto, de acuerdo al tipo de recolección que presentaron en las flores.

4.6.2.4. Frecuencia de visita a las flores (D)

En diversos estudios relacionados con insectos se ha utilizado la frecuencia de visitas a las flores como un buen indicador de la eficiencia de éstos como agentes transportadores de polen. Este factor está influenciado por factores climáticos, por la especie, la variedad, el tamaño del polen, la cantidad y concentración del néctar, por la calidad y cantidad de flores y por las necesidades de la colmena (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993; LESSER, 1995).

CUADRO 15. Tipo de recolección de los principales insectos en las flores de palto cv. Hass, en Quillota y La Ligua, y asignación del valor correspondiente para la evaluación.

Nombre	Tipo de recolección	C (Tipo de recolección)
<i>Apis mellifera</i>	Néctar	1,0
Familia Syrphidae	Néctar	1,0
<i>Colletes seminitidus</i>	Néctar y polen	1,0
<i>Corynura chloris</i>	Néctar y polen	1,0
Familia Cleridae*	Néctar	1,0

*La Ligua
C=Tipo de recolección
polen=0;néctar y polen1

En el caso del palto, VITHANAGE (1990) señala que la cantidad de polen acarreada por los insectos y su número de visitas a las flores, son parámetros que permiten clasificar a los diferentes polinizadores según su orden de importancia.

En España, MONZÓN (1998) estudió el comportamiento de *Osmia cornuta* como polinizador del peral, y durante el seguimiento registró una serie de datos entre los cuales se menciona el número de flores visitadas por minuto como una medida de la contribución que hace el insecto a la polinización.

NEIRA *et al.* (1996), también en peral, evaluaron la actividad de las abejas considerando la frecuencia de sus visitas a las flores a través del número de abejas presentes por ramillete floral en el tiempo de un minuto y la permanencia de las abejas sobre las flores, lo que se determinó cronometrando este tiempo.

A partir de todos estos antecedentes, se incluyó esta variable en la evaluación, ya que a medida que un insecto visite más flores por minuto, existe la posibilidad de una mayor transferencia de polen. Así lo señala NIETO (1984), quien en un estudio en palto, en México, mencionó a *Apis mellifera* L. como principal polinizador, ya que visitó más flores por minuto que otros insectos, en el mismo tiempo.

La información se obtuvo de los Cuadros 11 y 12, donde se indica el número de flores visitadas por los principales insectos a las flores de palto cv. Hass durante un minuto en Quillota y La Ligua. Para la evaluación se usó el promedio, el cual se presenta en el Cuadro 16.

CUADRO 16. Número promedio de flores visitadas por los principales insectos a las flores de palto cv. Hass durante un minuto, por todo el período de mediciones, en Quillota y La Ligua, V región.

Nombre	Quillota	La Ligua
<i>Apis mellifera</i> L.	7,3	7,7
<i>Colletes seminitidus</i>	5,0	5,0
<i>Corynura chloris</i>	3,0	3,0
Familia Syrphidae	3,0	3,25
Familia Cleridae	-	1,0

4.6.3. Asignación del valor como polinizadores (VP)

Con la información de los Cuadros 13, 14, 15 y 16, referida a las variables consideradas para evaluar a cada uno de los insectos, los Cuadros 17 y 18 muestran el valor como polinizadores (VP) asignado a cada uno de ellos. La variable presencia en las flores (B), y tipo de recolección del insecto (C) no se incluyen en los siguientes Cuadros, ya que para todos los casos el valor de estas variables es 1.

CUADRO 17. Valor como polinizadores (VP) de los principales insectos que visitan las flores de palto cv. Hass en Quillota.

Nombre	A	D	VP	%
	Nº de individuos (promedio/árbol)	Frecuencia de visitas (flores/min)	Valor como polinizador	
<i>Apis mellifera</i>	4,6	7,3	33,6	88
<i>Colletes seminitidus</i>	0,5	5,0	2,5	6,5
<i>Corynura chloris</i>	0,2	3,0	0,6	1,6
Familia Syrphidae	0,5	3,0	1,5	3,9
			VPT= 38.2	100

VPT= valor como polinizador total *N=néctar;NyP=néctar y polen

%=(100/VPT)*VP

CUADRO 18. Valor como polinizadores (VP) de los principales insectos que visitan las flores de palto cv. Hass en La Ligua.

Nombre	A	D	VP	%
	Nº de individuos (promedio/árbol)	Frecuencia de visitas (flores/min)	Valor como polinizador	
<i>Apis mellifera</i>	3,0	7,7	23,1	82,8
<i>Colletes seminitidus</i>	0,2	5,0	1,0	3,6
<i>Corynura chloris</i>	0,2	3,0	0,6	2,2
Familia Syrphidae	0,9	3,25	2,9	10,4
Familia Cleridae	0,3	1,0	0,3	1,1
VPT= valor como polinizador total. *N=néctar;NyP=néctar y polen			VPT= 27,9	100

$$\%=(100/VPT)*VP$$

Como se observa en los Cuadros 17 y 18, el valor como polinizador de *Apis mellifera* L. es significativamente más alto que el resto de los insectos, tanto en Quillota como en La Ligua, lo cual concuerda con muchos autores que la mencionan como el más importante y eficaz polinizador. Influye en este resultado el uso comercial de abejas melíferas durante el período de floración, requisito indispensable en palto para lograr una adecuada cosecha.

Al respecto, RALLO (1986) señala que las abejas melíferas, como ya hemos visto, presentan una serie de adaptaciones de comportamiento y anatómicas que la hacen mucho más eficiente como insecto polinizador respecto a otras especies.

La segunda especie importante en Quillota fue *Golletes seminitidus*. Esta abeja solitaria tiene la ventaja de presentar una abundante pilosidad y adaptaciones especiales para llevar polen, además tiene la mayor frecuencia de visitas a las flores después de *Apis mellifera* L. Sin embargo, un factor que limita su efecto polinizador, es la incapacidad de la reina de tener abundante postura, lo cual reduce su población.

En La Ligua, las especies de la familia Syrphidae, obtuvieron el segundo valor como polinizadores, principalmente por el número de individuos que se observaron, que

en promedio fue cercano a un insecto por m², durante todo el período de mediciones.

En general, las variaciones del valor como polinizadores de los insectos entre ambos huertos se debieron principalmente a la diferencia en el número de individuos observados, ya que las conductas en relación con el tipo de recolección, ya sea néctar y/o polen, y la frecuencia de sus visitas a las flores no presentó variaciones.

4.6.4. Importancia de los insectos en la polinización de los cultivos

La importancia de la abeja melífera (*Apis mellifera L.*) en la polinización de cultivos agrícolas es reconocida para numerosas especies, dentro de los cuales los frutales tienen una gran dependencia de la actividad de las abejas para lograr altos rendimientos y fruta de buena calidad (RALLO, 1986).

LESSER (1995) señala que *Apis mellifera L.* es el insecto polinizador por excelencia, ya que presenta ventajas tales como visitar gran cantidad de flores en un solo día, aguantan mejor las altas temperaturas, viven en colonias grandes, visitan y polinizan gran número de plantas cultivadas, en cada viaje visitan un solo tipo de flores, tienen una biología muy conocida, y se conoce suficientemente la técnica de cría del insecto. El Cuadro 19 muestra la participación de los insectos en la polinización del palto, de acuerdo a su comportamiento en las flores.

Como se observa en el Cuadro 19, *Apis mellifera L.*, de acuerdo a las variables incluidas en el modelo de evaluación, es responsable del 88,0% de la polinización de palto en Quillota, y del 82,8% en La Ligua.

CUADRO19. Importancia porcentual de los principales insectos en la polinización del palto cv. Hass según su visita a las flores.

Nombre	Quillota	La Ligua
	%	
<i>Apis mellifera</i> L.	88,0	82,8
<i>Colletes seminitidus</i>	6,5	3,6
<i>Corynura chloris</i>	1,6	2,2
Familia Syrphidae	3,9	10,4
Familia Cleridae	-	1,1

$$\% = (100/VPT) * VP$$

VP= Valor como polinizador

VPT=Valor como polinizador total

La participación de los demás insectos fue baja en relación con *Apis mellifera* L. y variable en ambos huertos, debido a que como se mencionó anteriormente, el número de individuos por m² fue diferente, es así como la abeja *Golletes seminitidus* participaría en el 6,5% de la polinización en Quillota, bajando a 3,6% su participación en La Ligua. Lo mismo ocurre con la familia Syrphidae, que sería responsable, según las variables del modelo, del 10,4% de la polinización en La Ligua, llegando este porcentaje sólo a 3,9% en Quillota. La familia Cleridae no se evaluó en Quillota porque sólo se registró la presencia de tres individuos.

McKENZIE y WINSTON (1984), citados por NIGOEVIC (1996), atribuyen la baja abundancia de polinizadores nativos a dos posibles causas: un patrón general de baja diversidad y abundancia en los hábitat de abejas nativas, o el efecto humano sobre estos ecosistemas debido a ecosistemas agrícolas cercanos.

BOOT, HARPER y WARREN (1982) mencionan que los patrones de distribución de polinizadores sugerirían que el constante uso de agroquímicos, el aumento de áreas dedicadas a cultivos especializados, la competencia con abejas melíferas y la destrucción de los hábitat, son algunos de los factores que han provocado la disminución, no tan sólo de abejas nativas o insectos silvestres, sino también, en el caso del uso de insecticidas, de muchas colonias de abejas melíferas.

En aquellas áreas con bastante vegetación natural, y donde el uso de agroquímicos no es muy frecuente, la presencia y diversidad de insectos silvestres es mayor, y esto podría favorecer y complementar la actividad de las abejas melíferas en la polinización de los cultivos.

La contribución de las abejas y de otros insectos al mantenimiento y reproducción de muchas plantas que viven en un equilibrio natural en los más variados ecosistemas, bien merece, como compensación, la promulgación de una ley de protección a los insectos polinizadores.

5. CONCLUSIONES

Existe una gran diversidad de especies de insectos asociados a la floración del palto, identificándose 39 especies en La Ligua y 30 especies en Quillota, siendo los órdenes Hymenóptera, Díptera y Coleóptera los más abundantes.

El orden más numeroso presente durante la floración del palto es Hymenóptera, siendo *Apis mellifera L.* la especie de mayor participación en ambos huertos.

Se logró determinar un modelo para evaluar a los insectos como polinizadores, de acuerdo a las variables presencia en las flores, número de individuos por m², tipo de recolección del insecto (néctar y/o polen), y frecuencia de visitas a las flores, el cual puede ser utilizado para realizar esta evaluación en otros cultivos.

Según las variables incluidas en la evaluación, la familia Syrphidae (Díptera), sería responsable de un 3,9% de la polinización en Quillota y de un 10,4% en La Ligua, La participación de *Golletes seminitidus* sería de 6,5% en Quillota y 3,6% en La Ligua y *Corynura chloris* (Hymenóptera), participaría en un 1,6% y 2,2% en Quillota y La Ligua, respectivamente. La familia Cleridae (Coleóptera), se evaluó sólo en La Ligua, donde su participación en la polinización sería de un 1,1%.

Apis mellifera L. participa en el 88,0% de la polinización del palto en Quillota, y en el 82,8% de la polinización en La Ligua, al considerar los factores de su comportamiento en las flores descritos anteriormente.

Los factores climáticos del lugar en observación no afectaron en gran medida la visita de los insectos a las flores del palto. El factor que más influencia tuvo en la presencia de los insectos, fue el número de flores abiertas, existiendo una clara correlación entre ambos.

6. RESUMEN

Entre el 24 de septiembre y el 30 de noviembre del 2001 se realizó un estudio para evaluar la actividad polinizadora de *Apis mellifera* L. en palto e identificar a otros insectos que podrían estar contribuyendo en la polinización. Para ello, se seleccionaron ocho árboles en dos huertos, uno ubicado en Quillota y otro en la Ligua, V región.

Para determinar los insectos asociados a la floración del palto se realizaron las observaciones dos veces por semana en cada uno de los huertos, en dos horarios diferentes, desde las 10:00 hr a las 12:00 hr, y desde las 15:00 hasta las 17:00 hr. La superficie de observación correspondió a dos áreas de 1 m² cada una, ubicadas en la cara norte y cara sur de cada uno de los árboles.

Para la identificación de los insectos observados durante la floración del palto, se procedió a la captura de un ejemplar de cada una de las especies encontradas, usando una red entomológica o acercando un frasco a la flor en que se encontraba el insecto.

Se observó una gran diversidad de especies de insectos presentes durante la floración del palto, siendo el orden Hymenóptera el más numeroso, y *Apis mellifera* L. la especie de mayor participación en ambos huertos. El orden Díptera fue el segundo en importancia porcentual y el orden Coleóptera ocupó el tercer lugar.

La familia Syrphidae (Díptera), Cleridae (Coleóptera) y las especies *Golletes seminitidus* y *Corynura chloris* (Hymenóptera), fueron las que presentaron atributos como potenciales polinizadores del palto, y se determinó un modelo para evaluarlos el cual incluye factores como su presencia en las flores, el número de individuos observados por m², el tipo de recolección (néctar y/o polen), y la frecuencia de sus visitas a las flores. A partir de la evaluación se determinó que *Apis mellifera* L. participa en el 88,0% de la polinización del palto en Quillota y en el 82,8% de la polinización en La Ligua.

Por otra parte, el factor de mayor influencia en la visita de los insectos fue el número de flores abiertas en la superficie de observación, ya que a medida que había más flores aumentó el número de insectos, tanto en la mañana como en la tarde y en ambas caras del árbol.

7. LITERATURA CITADA

- APABLAZA, C. 1981 Efecto de C598 como atrayente de abejas (*Apis mellifera* L.) en la polinización de paltos (*Persea americana* Mili.) cv. Fuerte para la zona de Quillota, V región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 50p.
- APABLAZA, J. 2000. Introducción a la entomología general y agrícola. 3ª ed. Santiago, Universidad Católica de Chile. 339p.
- AVILAN, L. and RODRÍGUEZ, M. 1995 Flowering time and avocado yield in the northern región of Venezuela. *Agronomía tropical* 45(1):35-49.
- BERGH, B. O. 1969. Avocado (*Persea americana* Mili.) in: Ferwerda, F.P. and Witt, F.(eds). *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Netherlands, Landbouwhoge School. pp.23-51.
- BOOT, M.; HARPER, T. and WARREN, D. 1982 Elevational distribution of insect pollinators. *The American Midland Naturalist* 120(2):325-330.
- BUZETAA. 1997 Chile: Berries para el 2000. Santiago, Fundación Chile. 133p.
- CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Madrid, Mundi-Prensa. 249p.
- CASTAÑEDA, A. 2000 Identificación y eficiencia de insectos polinizadores del aguacatero en los estados de México y Michoacán, México. Tesis de Postgrado. Montecillo, Texcoco, México. Colegio de Post graduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 87p.
- _____, EQUIHUA, A., VALDEZ, J., BARRIENTOS-PRIEGO, A., ISH-AM; G., yGAZIT, S. 1999. Insectos polinizadores del aguacatero en los estados de México y Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. IV Congreso Mundial del Aguacate. México 1999. pp. 129-135.
- CAUTÍN, R. 1996. Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización y variedades. In: Razeto, B. Y Fichet, T. eds. *Cultivo del palto y perspectivas de mercado*. Santiago, Universidad de Chile, pp. 15-29 (Publicaciones Misceláneas Agrícolas n° 45).

- CORBET, S. DPRIS-JONES, E. and OUNWIN, D. 1979 Humidity, néctar and insect visits to flowers, with special reference to *Crataegus*, *Tilia* and *Echium*. *Ecological Entomology* 4:17-30.
- DAVENPORT, T.L., PARNITZKI, P., FRICKE, S. and HUGHES, M.S. 1994. Evidence and significance of self-pollination of avocados in Florida. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119(6): 1200-1207.
- DE LA CUADRA, S. 1998. La polinización con abejas en huertos frutales para exportación en Chile. VI Congreso Iberoamericano de apicultura. XII Seminario Americano de apicultura. México, 17-21 de agosto de 1998. pp. 1-8.
- _____. 1999. Importancia del manejo y calidad de las colmenas de abejas (*Apis mellifera* L.) en la polinización del palto (*Persea americana* Mili.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:145-150.
- _____. 2001 Manejo de abejas en almendro. In: Seminario internacional Actualización tecnológica de la producción del almendro. Universidad Católica de Chile, Santiago, 1-2 de agosto de 2001. pp.75-90.
- DE UGARTE, P. 1991 Agentes polinizantes y rendimiento en el cultivo de alforfón (*Fagopyrum esculentum* Moench). Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Agronomía. 71 p.
- EARDLEY, C. and MANSELL M. 1993. Preliminary report on the natural occurrence of pollinators in an avocado orchard. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 16: 127-128.
- _____ and _____. 1994. Report on the occurrence of insect pollinators in an avocado orchard: Second report. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 17: 117-118.
- FRIED, P. 1999 Evaluación de la polinización y cuaja en palto (*Persea americana* Mili.) mediante el uso de *Bombus terrestris* (Hymenóptera: Apidae) en la localidad de Quillota, V región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 50p.
- FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA. 2000. Frutales de Hoja Persistente en Chile: Situación Actual y Perspectivas. Santiago, FIA 121p.

- GANDOLFO, S 1995. Determinación de los porcentajes de autopolinización y polinización cruzada obtenidos en diferentes combinaciones de palto (*Persea americana* Mili.) cv. Hass con diferentes cultivares polinizantes (cv Zutano, Rincón, Edranol, Bacon y Hass). Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 95 p.
- GARCÍA, M. 1997 Caracterización de la floración de palto (*Persea americana* Mili.) en los cultivares Hass, Fuerte, Whitsell, Gwen y Esther en Quillota. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 45 p.
- GARDIAZÁBAL, F. 1998. Floración en paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdhal. Seminario Internacional de paltos. Viña del Mar, 4-6 de noviembre de 1998. pp. 51-72.
- _____. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- GONZÁLEZ, R. 1989 Insectos y Acaras de importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile. Santiago, BASF 31 Op.
- ISH-AM, G., and EISIKOWITCH, D. 1991. Possible routes of avocado tree pollination by honeybees. *Acta Horticulturae* 288:225-233.
- _____. and _____. 1993. The behaviour of honeybees (*Apis mellifera* L.) visiting avocado (*Persea americana* Mili.) flowers and their contribution to its pollination. *Journal of Apiculture! Research* 32(3/4): 175-186.
- _____. and _____. 1998a. Mobility of honeybees (Apidae; *Apis mellifera* L.) during foraging in avocado orchard. *Apidologie* 29: 209-219.
- _____. and _____. 1998b. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mili.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73(2): 195-204.
- _____. , BARRIENTOS, P., CASTAÑEDA, V. and GAZIT, S. 1999. Avocado (*Persea americana* Mili.) pollinators in its región of origin. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:137-144.
- _____. and EILON, K. 2001. Background information and ideas on avocado pollination. www.avoinfo.com

- KOHNE, J. 1998. Floración, desarrollo de fruta y manipulación de la producción en paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdhal. Seminario internacional de paltos. Viña del Mar, 4-6 de noviembre de 1998. pp. 81-87.
- LESSER, R. 1995 Hacia una apicultura moderna. Santiago, Editorial Universitaria 189p.
- LOBOS, N. 1995 Entomofauna asociada al frambueso (*Rubus idaeus* L.) y evaluación del atrayente feromonal Beescent en la actividad polinizadora de *Apis mellifera* L Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Agronomía. 72p.
- LÓPEZ, E. y ROJAS, R. 1992. Artrópodos asociados a la floración del chirimoyo (*Annona cherimola* Mili.) en la localidad de Quillota. V región, Chile. Acta Entomológica chilena 17: 101-106.
- LLORENS, J.M. 1990. Homóptera II: Pulgones de los cítricos y su control biológico. Valencia, Pisa Ediciones. 170p.
- MARTÍNEZ, A.R. 1981. Proyecto de implementación de un sistema de riego tecnificado en la Estación Experimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.
- Me GREGOR, S. 1976. Insect pollinators of cultivated crop plants. Washington Department of Agriculture United States. 441 p.
- MONZÓN, V. 1998 Biología de *Osmia cornuta* Ltr. (Hymenóptera; Megachilidae) y su utilización como polinizador de peral (*Pyrus communis*) Tesis Doctoral. España, Universidad Autónoma de Barcelona Facultad de Ciencias. 112p.
- NEIRA, M., PALACIOS, J., CARRILLO, R., PESSOT, R., MUNDACA, N. 1997 Conducta polinizadora de *Apis mellifera* L. y *Bombus ruderatus* (Hymenóptera: Apidae) sobre dos cultivares de Cranberry, *Vaccinium macrocarpon* Ait. (Ericaceae). Agro-Ciencia 13(3):337-344.
- _____, NALLAR, J., PESSOT, R. y CARRILLO, R. 1996. Actividad polinizadora de *Apis mellifera* L. en peral, bajo la influencia de dos atrayentes. Agro Sur 24(2): 167-176.
- NIETO A.R. 1984 Observación preliminar de la polinización entomófila en aguacate, *Persea americana* Mili. Revista Chapingo 9: 54-55.

- NIGOEVIC, O. 1996. Entomofauna asociada a las flores de moras híbridas (*Rubus fruticosus* L.); evaluación de su actividad como polinizadores. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Agronomía. 95p.
- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANET, J., SIERRA, C., DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221 p.
- ORTÚZAR, J. 1996. Situación actual y perspectivas del palto en el mundo, [n: Razeto, B. y Fichet, T. eds. Santiago, Universidad de Chile, pp. 1-7 (Publicaciones Misceláneas Agrícolas n° 45).
- PAPADEMETRIOU, M.K. 1976. Some aspects of the flower behaviour, pollination and fruitset of avocado (*Persea americana* Mili.) in Trinidad. California Avocado Society Yearbook 60:106-152.
- PEÑA, L. 1986. Introducción al estudio de los insectos de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 254p.
- RALLO, J. 1986. Frutales y abejas. Madrid, Publicaciones de Extensión Agraria. 231 p.
- RAZETO, B. 1999. Para entender la fruticultura. Santiago, Universidad de Chile. 373p.
- RODRÍGUEZ, F 1982. El Aguacate. México, AGT. 167p.
- ROOT, A. 1976. ABC y XYZ de la Apicultura. Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas. 15ª. ed. Buenos Aires, Argentina, Hachette. 670p.
- SAIZ, F., SOLERVICENS J., OJEDA, P. 1989. Coleópteros del Parque Nacional La Campana y Chile Central. Valparaíso, Ediciones Universitarias de Valparaíso. 124p.
- ULLOA, M. 1997 Identificación de la entomofauna asociada a la flor de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) y rol en su polinización. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Agronomía. 82p
- VISSCHER, P y SHERMANN. 1998. Insect visitors to avocado. Subtropical Fruit News 6(1): 7-10.

- VITHANAGE, V. 1986 Insect pollination of avocado and macadamia. *Acta Horticulturae* 175:97-101.
- _____. 1990. The role of the European honeybee (*Apis mellifera* L) in avocado pollination. *Journal of Horticultural Science* 65(1):81-86.
- WESTWOOD, M. 1982. *Fruticultura de Zonas Templadas*. Madrid, Mundi-Prensa. 461 p.
- ZUCCHERELLI, G., ZUCCHERELLI, G. 1987. *La Actinidia (Kiwi)*. Madrid, Mundi-Prensa. 228p.

ANEXO 1. *Apis mellifera* L (Hymenóptera: Apidae).



Apis mellifera L Tamaño
1.5 cm aprox.

ANEXO 2. Familia Syrphidae (Díptera).



Familia Syrphidae
Tamaño 1 cm aprox.

ANEXO 3. Familia Cleridae (Coleóptera).



Familia Clendae (Coleóptera)
Tamaño 7 mm aprox

ANEXO 4. *Golletes seminitidus* (Hymenóptera: Colletidae).



Golletes seminitidus
Tamaño 1 cm aprox.

ANEXO 5. *Corynura chlorís* (Hymenóptera: Halictidae)



Corynura chlorís Tamaño 7-
8 mm aprox.

ANEXO 6. Registros climáticos durante el período de mediciones para Quillota, V región.

Fecha	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			VIENTO	CONDICIÓN *
	mañana	tarde	Promedio	mañana	tarde	Promedio	prom (km/hr)	
24/09/01	16.1	17.4	16.8	69.0	59.6	64.3	2.1	N
27/09/01	14.1	15.9	15.0	61.7	58.4	60.1	3.0	P
01/10/01	13.3	14.3	13.8	44.8	54.1	49.5	1.9	D
04/10/01	13.4	13.6	13.5	57.3	57.4	57.4	2.1	D
08/10/01	22.3	24.8	23.6	57.0	47.5	52.3	2.2	D
11/10/01	19.7	24.3	22.0	67.0	52.4	59.7	1.9	N
15/10/01	13.3	14.8	14.0	92.6	86.7	89.7	2.4	N
18/10/01	12.8	17.0	14.9	73.8	70.4	72.1	2.1	N
22/10/01	20.1	28.1	24.1	57.4	36.2	46.8	2.8	D
25/10/01	16.5	18.7	17.6	70.0	57.0	63.5	3.0	N
29/10/01	20.8	27.2	24.0	68.0	44.0	56.0	3.2	D
01/11/01	15.5	19.5	17.5	84.0	69.3	76.7	2.5	N
05/11/01	15.7	22.4	19.0	70.0	45.0	57.5	2.8	N
08/11/01	15.4	17.5	16.4	71.0	60.5	65.8	2.2	N
12/11/01	20.3	24.0	22.1	60.0	47.7	53.9	4.0	P
15/11/01	20.0	24.0	22	55.7	37.9	46.8	3.3	D
19/11/01	14.8	20.9	17.9	81.0	62.0	71.5	3.3	N
22/11/01	21.1	24.0	22.5	53.0	45.0	49.0	4.4	D
26/11/01	20.4	27.9	24.2	47.5	36.9	42.2	3.3	D
29/11/01	25.2	29.4	27.3	46.0	32.3	39.2	3.6	D

*N=nublado; P=parcial; D=despejado

ANEXO 7. Registros climáticos durante el período de mediciones para la Ligua, V región.

Fecha	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			CONDICION*
	Mañana	Tarde	Promedio	Mañana	Tarde	Promedio	
25/09/01	20.3	17.3	18.8	53.4	57.9	55.7	N
28/09/01	18.1	18.8	18.5	55.9	52.4	54.2	N
02/10/01	16.8	17.0	16.9	67.6	72.9	70.3	N
05/10/01	17.0	13.9	15.5	68.8	63.0	75.9	N
09/10/01	25.0	25.0	25.0	41.0	41.0	41.0	D
12/10/01	20.1	22.0	21.1	65.8	58.3	62.1	D
16/10/01	14.6	14.0	14.3	82.7	84.9	83.8	N
19/10/01	13.1	12.9	13.0	86.7	81.7	84.2	N
23/10/01	15.9	20.4	18.2	65.3	57.9	61.6	P
26/10/01	19.9	22.3	21.1	54.3	50.1	52.2	D
30/10/01	15.1	22.3	18.7	78.1	64.8	71.5	N
02/11/01	13.3	14.7	14.0	85.1	85.0	85.1	N
06/11/01	18.9	21.9	20.4	52.5	46.5	49.5	D
09/11/01	20.2	21.9	21.1	38.1	44.8	41.5	P
13/11/01	19.2	22.2	20.7	50.9	49.0	50.0	D
16/11/01	20.4	23.5	22.0	55.9	42.2	49.1	D
20/11/01	14.5	22.4	18.5	75.6	45.5	60.6	N
23/11/01	19.6	21.4	20.5	53.4	47.2	50.3	P
27/11/01	21.5	24.6	23.1	52.4	44.9	48.7	D
30/11/01	20.5	22.1	21.3	57.7	52.9	55.3	D

*N=nublado; P=parcial; D=despejado.

ANEXO 8. Registro del número de flores de palto abiertas en la superficie de 0,25 x 0,25 m, en cada uno de los árboles en Quillota.

Fecha	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3	Arbol 4	Arbol 5	Arbol 6	Arbol 7	Arbol 8	Promedio
24/09/01	57	41	49	44	70	28	30	29	43.5
27/09/01	54	82	72	39	83	35	34	18	52.1
01/10/01	73	96	53	52	69	47	37	50	59.6
04/10/01	3	15	11	10	31	22	12	16	15.0
08/10/01	121	85	45	68	121	60	63	16	72.4
11/10/01	64	69	87	69	110	96	119	103	89.6
15/10/01	49	33	31	29	58	25	25	40	36.3
18/10/01	31	15	18	21	21	23	39	25	24.1
22/10/01	147	164	100	112	141	111	158	122	131.9
25/10/01	65	78	67	48	55	58	72	79	65.3
29/10/01	108	117	82	75	71	90	111	135	98.6
01/11/01	35	50	33	27	22	12	33	22	29.3
05/11/01	51	99	65	65	61	46	113	76	72.0
08/11/01	38	53	41	24	52	19	43	18	36.0
12/11/01	28	97	46	36	41	29	118	49	55.5
15/11/01	36	52	28	17	24	7	42	28	29.3
19/11/01	8	3	9	12	5	1	12	6	7.0
22/11/01	17	9	7	4	4	0	16	4	7.6
26/11/01	9	0	0	3	0	0	9	2	2.9
29/11/01	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1

ANEXO 9. Registro del número de flores de palto abiertas en la superficie de 0,25 x 0,25 m, en cada uno de los árboles en La Ligua.

	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3	Arbol 4	Arbol 5	Arbol 6	Arbol 7	Arbol 8	
Fecha									Promedio
25/09/01	32.0	10.0	49.0	64.0	6.0	52.0	20.0	36.0	33.6
28/09/01	6.0	0.0	10.0	3.0	0.0	10.0	12.0	13.0	6.8
02/10/01	11.0	8.0	28.0	11.0	9.0	42.0	36.0	24.0	21.1
05/10/01	31.0	8.0	27.0	15.0	11.0	50.0	31.0	19.0	24.0
09/10/01	64.0	76.0	43.0	73.0	80.0	152.0	128.0	128.0	93.0
12/10/01	98.0	69.0	76.0	121.0	125.0	127.0	113.0	135.0	108.0
16/10/01	119.0	149.0	86.0	189.0	175.0	130.0	140.0	127.0	139.4
19/10/01	6.0	9.0	3.0	6.0	8.0	14.0	12.0	8.0	8.5
23/10/01	86.0	94.0	97.0	115.0	144.0	85.0	97.0	62.0	97.5
26/10/01	91.0	94.0	71.0	108.0	78.0	51.0	66.0	65.0	78.0
30/10/01	103.0	74.0	123.0	131.0	87.0	85.0	73.0	91.0	95.9
02/11/01	25.0	13.0	34.0	24.0	26.0	15.0	16.0	16.0	21.1
06/11/01	25.0	23.0	62.0	35.0	22.0	28.0	16.0	43.0	31.8
09/11/01	12.0	18.0	71.0	57.0	30.0	19.0	33.0	36.0	34.5
13/11/01	49.0	13.0	100.0	90.0	79.0	29.0	54.0	66.0	60.0
16/11/01	14.0	13.0	68.0	45.0	71.0	22.0	49.0	36.0	39.8
20/11/01	4.0	1.0	10.0	27.0	13.0	1.0	7.0	8.0	8.9
23/11/01	6.0	0.0	27.0	47.0	25.0	0.0	10.0	20.0	16.9
27/11/01	1.0	0.0	13.0	7.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.8
30/11/01	0.0	0.0	4.0	6.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.4

ANEXO 10. Modelos de regresión ajustados, coeficientes de determinación (R^2), y valor-p correspondiente a la hipótesis nula ($H_0: P=0$), para abeja melífera (*Apis mellifera* L.) y otros insectos, en Quillota y La Ligua.

Quillota-Condición Nublado

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R^2	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS (Y) TEMPERATURA (X)	$Y = -6.50 + 0.67 * X$	0.32	0.0235
N° DE ABEJAS (Y) HUMEDAD (X)	$Y = 49.51 - 0.77 * X$	0.32	0.0235
N° DE ABEJAS (Y) N° FLORES (X)	$Y = -58.25 + 1.19 * X$	0.32	0.0235
N° DE ABEJAS (Y) VIENTO (X)	$Y = -10.64 + 17.11 * X$	0.32	0.0235

Quillota-Condición Despejado

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R^2	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS (Y) HUMEDAD (X)	$Y = -7.06 + 0.23 * X$	0.11	0.0045
N° DE ABEJAS (Y) N° FLORES (X)	$Y = 1.06 + 0.7 * X$	0.58	0.0000
N° DE ABEJAS (Y) VIENTO (X)	$Y = 9.01 - 5.89 * X$	0.11	0.0054

...Continuación

Quillota

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS EN LA MAÑANA (Y) N° FLORES (X)	$Y=0.36+0.03*X_1$	0.50	0.0005
N° DE ABEJAS EN LA TARDE (Y) N° FLORES (X)	$Y=1.53+0.03*X_1$	0.32	0.0099
N° DE ABEJAS EN LA CARA NORTE (Y) N° FLORES (X)	$Y=1.47+0.04*X_1$	0.53	0.0003
N° DE ABEJAS EN LA CARA SUR (Y) N° FLORES (X)	$Y=0.46+0.02*X_1$	0.33	0.0084

Quillota- insectos distintos a abeja melífera

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° OTROS INSECTOS (Y) TEMPERATURA (X ₁) COND. CLIMAT. (X ₂ Y X ₃)	$Y= 5.60-0.18*X_1-1.50*X_2-1.50$ $*X_3$	0.22	0.0000
N° OTROS INSECTOS (Y) VIENTO (X ₁) COND. CLIMAT. (X ₂ Y X ₃)	$Y= 4.66-3.68*X_1-1.22*X_2-0.42$ $*X_3$	0.21	0.000
N° DE OTROS INSECTOS EN LA TARDE (Y) VIENTO (X)	$Y=1.80-1.53*X_1$	0.26	0.0209

...Continuación

La Ligua-Condición Nublado

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS (Y) HUMEDAD (X)	$Y = -6.98 + 0.13 * X$	0.20	0.0001
N° DE ABEJAS (Y) TEMPERATURA (X ₁) N° FLORES (X ₂)	$Y = 6.69 - 0.33 * X_1 + 0.03 * X_2$	0.22	0.0002

La Ligua-Condición Parcial

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS (Y) TEMPERATURA (X)	$Y = 44.16 - 2.03 * X$	0.42	0.0006
N° DE ABEJAS (Y) HUMEDAD (X)	$Y = -15.20 + 0.36 * X$	0.36	0.0019
N° DE ABEJAS (Y) N° FLORES (X)	$Y = 0.89 + 0.07 * X$	0.50	0.0001

La Ligua-Condición Despejado

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS (Y) N° FLORES (X)	$Y = 1.80 + 0.03 * X$	0.12	0.0052

...Continuación

La Ligua

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° DE ABEJAS EN LA MAÑANA (Y) N° FLORES (X)	$Y=0.53+0.02*X_1$	0.42	0.002
N° DE ABEJAS EN LA CARA NORTE (Y) N° FLORES (X)	$Y=0.95+0.02*X_1$	0.29	0.0135
N° DE ABEJAS EN LA CARA SUR (Y) N° FLORES (X)	$Y=0.43+0.01*X_1$	0.25	0.0248

La Ligua- insectos distintos a la abeja melífera

VARIABLES	MODELO AJUSTADO	COEFICIENTE R ²	VALOR-P RESPECTO DEL ESTADISTICO DE PRUEBA F
N° OTROS INSECTOS (Y) TEMPERATURA (X ₁) COND. CLIMAT. (X ₂ Y X ₃)	$Y= 0.99+0.05*X_1-1.13*X_2-0.08 *X_3$	0.10	0.0014
N° OTROS INSECTOS (Y) HUMEDAD (X ₁) COND. CLIMAT. (X ₂ Y X ₃)	$Y= 3.32-0.03*X_1-0.84X_2-0.08 *X_3$	0.11	0.0006
N° DE OTROS INSECTOS EN LA MAÑANA (Y) N° FLORES (X)	$Y=0.37+0.01*X_1$	0.20	0.490
N° DE OTROS INSECTOS EN LA TARDE (Y) TEMPERATURA EN LA TARDE (X)	$Y=-1.52+0.11*X_1$	0.31	0.0112
N° DE OTROS INSECTOS EN LA CARA NORTE (Y) HUMEDAD (X)	$Y=3.22-0.04*X_1$	0.21	0.0401
N° DE OTROS INSECTOS EN LA CARA SUR (Y) HUMEDAD (X)	$Y=1.59-0.02*X_1$	0.24	0.0286

