

EFEECTO DE LA DISTANCIA DE LAS COLMENAS DE ABEJAS (*Apis mellifera*) A LOS ÁRBOLES DE PALTO (*Persea americana* Mill) Y EFECTO DE UN SEGUNDO INGRESO DE COLMENAS DE ABEJAS AL HUERTO DE PALTOS, SOBRE EL NÚMERO DE ABEJAS ENCONTRADAS EN LAS FLORES DE PALTO.

SERGIO ESTEBAN CASTILLO DOMINICHETTI

**QUILLOTA CHILE
2002**

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- 2.1. Antecedentes generales de la especie: *Persea americana Mili.*
 - 2.1.1. Morfología floral
- 2.2. La especie: *Apis mellifera*
 - 2.2.1. Un poco de historia
 - 2.2.2. Biología de *Apis mellifera*
 - 2.2.3. Comportamiento de la abeja de miel
- 2.3. El néctar
- 2.4. El polen
 - 2.4.1. Como recolectan polen las abejas
- 2.5. Ventajas y desventajas del uso de *Apis mellifera*
- 2.6. Estudios de la abeja de miel en huertos de palto
- 2.7. Movilidad de la abeja en huertos de palto
 - 2.7.1. Comportamiento de la abeja en un mismo árbol
 - 2.7.2. Ubicación de los granos de polen sobre la abeja
- 2.8. Recomendaciones en el uso de *Apis mellifera* en huertos de palto

3. MATERIALES Y MÉTODO

- 3.1. Ubicación y época de desarrollo del ensayo
- 3.2. Determinación del número de abejas y flores abiertas
- 3.3. Ingreso de las colmenas
- 3.4. Cuantificación del polen de palto recolectado por *Apis mellifera*

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Efecto de la distancia de las colmenas a los árboles sobre el número de abejas presentes en las flores de palto en el cv. I-las
- 4.2. Efecto de la exposición norte y sur de los árboles sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Edranol
- 4.3. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Hass a tres distancias de las colmenas (0m, 120m, 240m)
- 4.4. Efecto de la exposición norte y sur de los árboles sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Hass
- 4.5. Efecto del momento de ingreso de las colmenas al huerto de palto y efecto del número de flores abiertas durante el período de floración del palto, sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto

en el cv. Hass

- 4.6. Efecto del momento de ingreso de las colmenas al huerto de palto y efecto del número de flores abiertas durante el periodo de floración del palto, sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto en el cv. Edranol
- 4.7. Atracción producida entre el cv. Hass y Edranol sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores de estos dos cultivares
- 4.8. Determinación del porcentaje de polen de palto corbicular recolectado por *Apis mellifera* en un huerto de palto en la localidad de Quillota
- 4.9. Relación del número de abejas encontradas sobre las flores de los paltos con factores climáticos
 - 4.9.1. Temperatura
 - 4.9.2. Humedad relativa, radiación, viento
- 4.10. Otros datos

5. CONCLUSIONES

6. RESUMEN

7. LITERATURA CITADA

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.) es la especie de hoja persistente que ha mostrado una fuerte expansión en superficie en la última década, con una tasa de plantación de 1000 ha al año, dejando a Chile en el cuarto lugar de producción mundial con 100.000 toneladas anuales. Lo anteriormente señalado, se debe a la gran rentabilidad que presenta este cultivo, además de la apertura de nuevos mercados que trae consigo un aumento en las exportaciones.

El cultivo se ha caracterizado por presentar problemas de producción a nivel de polinización, producciones bianuales y fuertes caídas de fruta. Una inadecuada polinización ha sido sugerida como un importante factor que limita la producción. El principal agente polinizador en regiones mediterráneas ha sido la abeja melífera (*Apis mellifera* L.), razón por la que la mayoría de los productores utilizan colmenas durante la floración para mejorar la polinización (BERGH, 1967; GAZIT, 1977; ISHAM y EISIKOWITCH, 1998; VITHANAGE, 1990). Esta recomendación se ha seguido en Chile sin una base que pueda guiar al uso de las abejas en distintas zonas productoras de paltos.

Debido a la importancia del cultivo y atendiendo a los problemas de la polinización, se evaluará el uso de *Apis mellifera* en la floración del palto, midiendo el efecto de la distancia de las colmenas a los árboles de palto y el efecto de un segundo ingreso de colmenas al huerto, sobre el número de abejas encontradas sobre las flores de la exposición norte y sur del cultivar Hass y cultivar Edranol.

Se plantea que la cantidad de abejas que visitan las flores de palto, aumenta a medida que las colmenas se encuentren más cercanas a los árboles, y además, como producto de la realización de un segundo ingreso de colmenas al huerto.

Los objetivos generales de este ensayo son:

- Determinar el efecto de la distancia de las colmenas a los árboles sobre el número de abejas presentes en las flores del palto.
- Determinar el efecto que tiene sobre el número de abejas presentes en las flores, una segunda entrada de colmenas al huerto.

Objetivos específicos:

- Determinar si existe diferencia en el número de abejas encontradas en la exposición norte y sur de los árboles de palto.
- Cuantificar el número de flores abiertas presentes en el palto para establecer una relación entre estas y la cantidad de abejas encontradas visitando las flores.
- Comparar el cultivar Hass y cultivar Edranol en relación a la cantidad de abejas encontradas visitando las flores de estos árboles.
- Cuantificar el porcentaje de polen corbicular de palto que recolectan las abejas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes generales de la especie: *Persea americana*

El palto (*Persea americana* Mili) pertenece a la familia de las Lauráceas, suborden Magnoliales, orden Ranales (IBAR, 1986). Es una planta nativa de América Central y zonas adyacentes del norte y sur de América (SCORA y BERGH, 1992).

No se sabe con exactitud la forma en que esta especie llega a Chile a mediados del siglo pasado, pero sí se tienen datos que fue en la zona de Quillota y Los Andes (CAUTÍN, 1996; BARROS y SANCHES, 1992).

A partir de la década de 1930, en un esfuerzo gubernamental, se introdujo una serie de variedades desde California, entre las que se pueden citar a Fuerte, Nabal, Queen, Ryan, Mexícola y Hass, entre otras, siendo esta última la de mayor importancia a nivel nacional (CAUTÍN, 1996).

Según TAPIA (1993), el palto presenta una característica notable, especialmente los árboles de raza mexicana y sus híbridos, que es el gran número de flores que forman. El palto tiene alrededor de un millón de flores, pero solo el 0,02% de ellas llega finalmente a fruto (BEKEY, 1989).

DE LA CUADRA (1998) señala la abundante floración que presenta el palto, sin embargo, gran cantidad de flores no cuajan o abortan por temperaturas bajas (menos de 12°C).

Las flores del palto, al presentar el fenómeno de dicogamia protoginea, hace necesario el uso de agentes polinizantes y de mezclar cultivares de floración complementarios dentro del huerto:

Sin embargo, esta floración con dicogamia no es absoluta, y existe la posibilidad que ocurra autopolinización. Por lo tanto, los frutos producidos pueden ser resultado de una polinización cruzada o de una autopolinización (CAUTÍN, 1996). Este patrón se ve influenciado por la temperatura. Cuando la temperatura del aire baja de 20°C, se produciría cierto traslape entre estigmas receptivos y anteras dehiscentes, lo que explicaría la polinización dentro de un mismo árbol o bloque (VITHANAGE, 1990).

Problemas de polinización y cuaja parecen ser las causas principales de los rendimientos bajos en Chile (entre 5,6 y 21,5 ton/ha actualmente), lo que cae muy por debajo del rendimiento máximo teórico de 32,5 ton/ha (GARDÍAZABAL y GANDOLFO, 1996; WOLSTENHOLME, 1992).

Los problemas de polinización y cuaja se atribuyen a la baja eficiencia en el traslado de polen desde la variedad polinizante a la variedad comercial, condiciones climáticas desfavorables para la polinización y funcionamiento de la abeja (son poco activas en días nublados o con temperatura bajas en floración, situación frecuente en la zona de Quillota), y la presencia de flores más atractivas que la flor del palto en huertos cercanos (LOVATT, 1997). Además, temperaturas bajas impactan negativamente la apertura floral, crecimiento del tubo polínico y viabilidad del óvulo.

El polen del palto es muy pesado y pegajoso, por lo que la contribución del viento en la polinización es casi nula (JEAN-PROST, 1989; DE LA CUADRA, 1998).

La dicogamia y diantesis natural de la apertura floral, la pérdida de la receptividad del estigma por la segunda apertura y la adhesividad natural del polen son observaciones que hacen concluir que la transferencia del polen está mediada sólo por insectos

voladores, incluyendo abejas en climas secos y otros como avispas en climas húmedos tropicales (DAVENPORT, 1992).

Lo anterior queda demostrado por el experimento hecho por PETERSON (1955), citado por Me GREGOR (1976), en el cual encierra cuatro árboles individuales con y sin abejas respectivamente (Hass y Zutano), para luego contar el número de frutos. El resultado obtenido demuestra la necesidad de insectos en la polinización del palto (cuatro frutos sin abejas v/s 200 frutos con abejas).

Según VITHANAGE (1990) las flores del palto son visitadas por un amplio espectro de insectos (Hymenóptera, Coleóptera, Díptera, y Neuroptera), siendo la abeja común la que juega un rol esencial en aumentar la producción. Se ha visto que aún cuando se tengan árboles de un mismo cultivar, al colocarle colmenas durante el período de floración, producen más que sin ellas (CAUTÍN, 1996).

Los huertos de paltos en Chile se manejan con seis a diez colmenas por hectárea cubriendo estos insectos un gran radio de acción en huertos de polinización abierta (GARDTAZÁBAL y GANDOLFO, 1996). Según DE LA CUADRA (1998), es conveniente aumentar el número de colmenas por hectárea, especialmente cuando hay abundancia de malezas o cultivos en floración que pudiesen competir con la flor del palto, esto debido a que la flor del palto es poco atractiva para las abejas, razón por la que se ha justificado el ingreso de las colmenas en dos oportunidades (la mitad cuando hay un 10% de floración y la otra mitad 15 a 20 días después).

Según LOVATT (1997), se ha logrado un incremento en la polinización y cuaja, aumentando el número de abejas en el huerto, incentivando la actividad de estas mediante el uso de feromonas, y plantando o injertando variedades polinizantes para permitir polinización cruzada.

2.1.1. Morfología floral

La flor del palto es androgínea, 1 cm de diámetro, circular, contiene seis verticilos alternados (dos de tépalos, tres de estambres y uno de estaminoides) y un pistilo. Cada estambre tiene anteras terminales, con cuatro valvas la que se abren y liberan el polen cuando la flor abre. Cada uno de los tres filamentos interiores contiene dos nectarios y los tres estaminoides funcionan como nectarios de igual modo (ISH-AM; EÍSKOWTTCH, 1993) (Figura 1).

Las flores se sitúan en panículas terminales, sobre las cuales diariamente abren nuevas flores durante el periodo de floración. Cada flor abre dos veces (diantesis), usualmente en dos días consecutivos. En la primera dehiscencia (pistilar), el estigma está expuesto y receptivo. Las valvas cerradas se encuentran adheridas a los tépalos y el néctar es secretado por los tres estaminoides. La dehiscencia de las anteras ocurre en la segunda apertura (estaminado), mientras el estigma está cubierto por los tres estambres internos y se torna café. Los otros seis estambres inclinados hacia el pistilo (45°), y el néctar secretado por los seis nectarios (BERGH, 1967; MEGREGOR, 1976; ISH-AM & EISKOWITCH, 1993).

Se pueden distinguir cuatro formas principales de las flores a lo largo de su desarrollo (Figura 2): forma circular, forma de copa, forma oval y forma cerrada.

2.2. La especie: *Apis mellifera*:

2.2.1. Un Poco de Historia

Las abejas sociales del género *Apis* almacenadoras de miel existen desde hace 10 a 20 millones de años (Mioceno). Según la clasificación de Linneo, las abejas pertenecen al orden de los Himenópteros, a la superfamilia de los Apoideos y a la

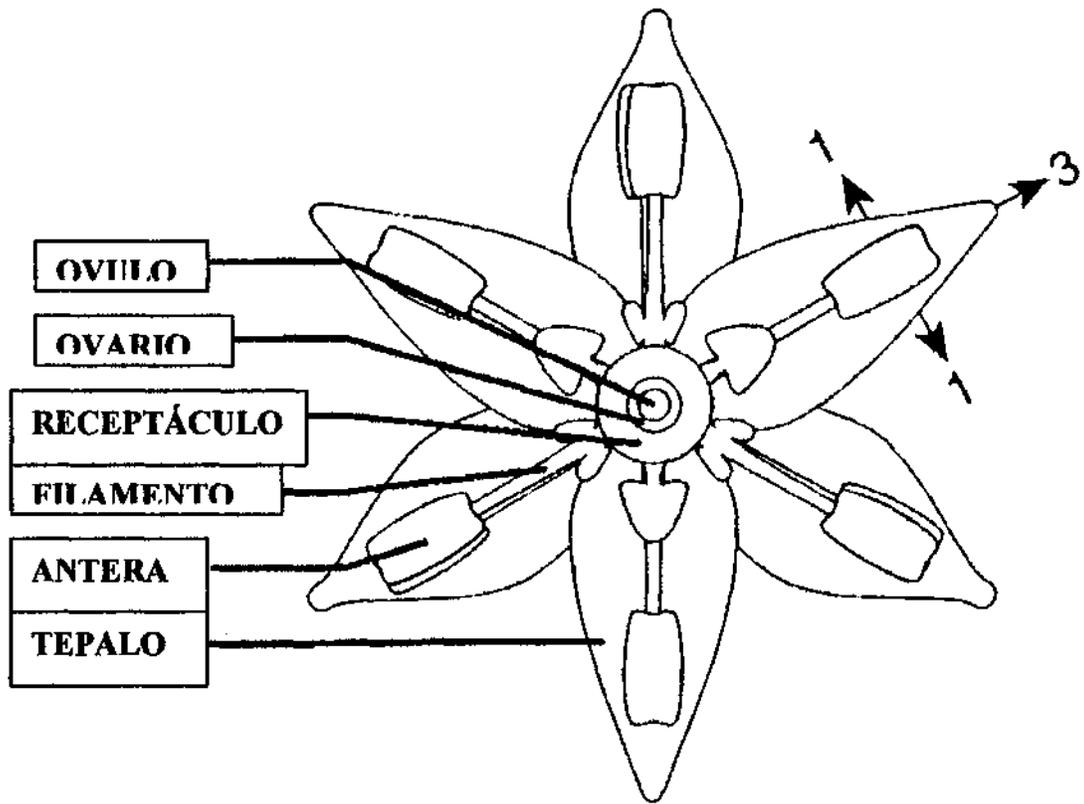


FIGURA 1. Vista superior de una flor de palto.

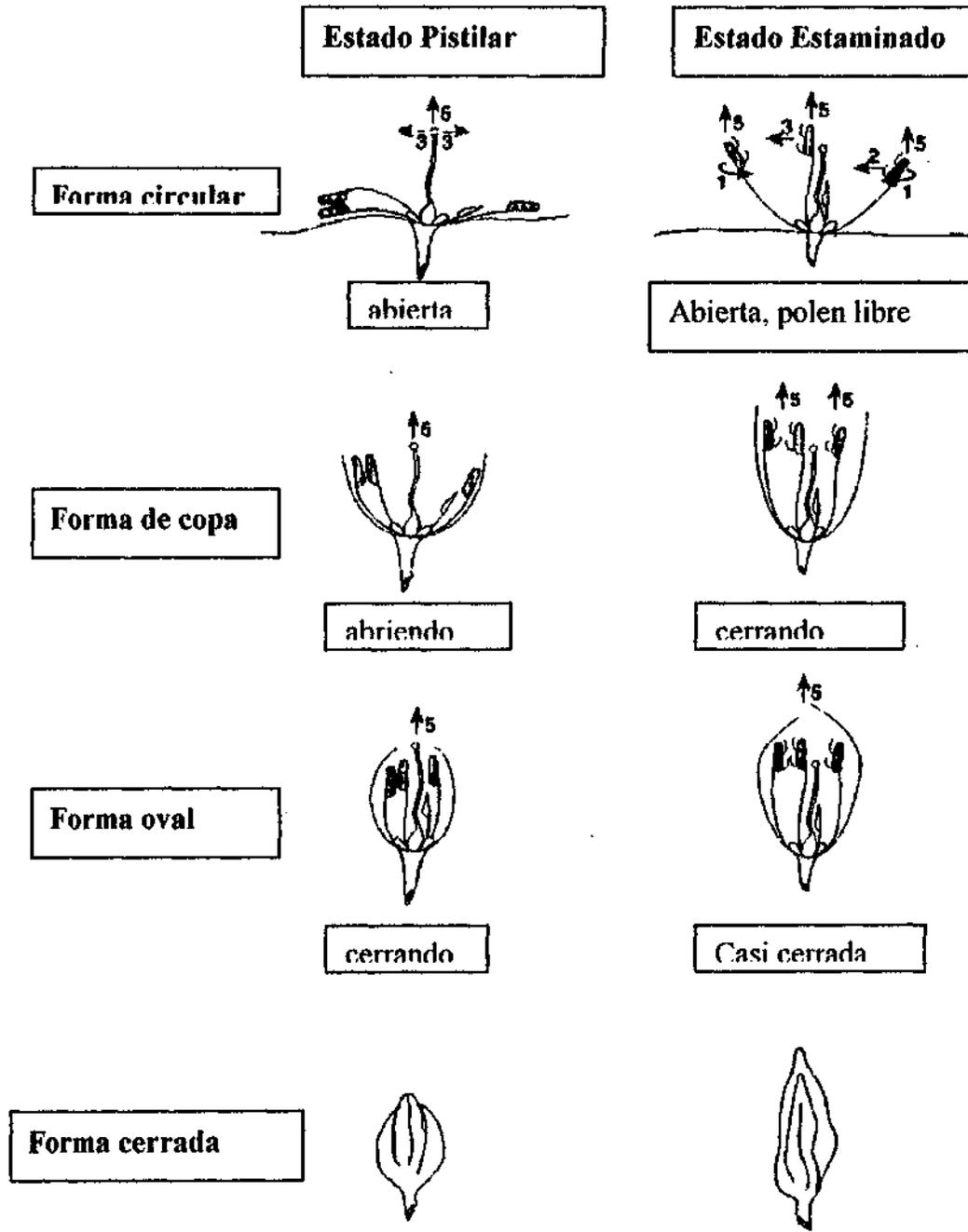


FIGURA 2. Formas de la flor del palto en estado femenino y estado masculino

familia de los Apidos. Los Apidos, a su vez, se dividen en cuatro tribus, entre ellas la de los Apini, que incluye el género *Apis*. Este último comprende varias especies, entre ellas la abeja doméstica, *Apis mellifera*. Esta es originaria de Asia, fue importada en América del Norte hacia el año 1622 y llega a Chile en 1857 (PHILIPPE, 1989).

Apis mellifera debió adaptarse a los climas locales y, tras innumerables generaciones, formó razas "geográficas" también llamadas subespecies en taxonomía.

2.2.2. Biología de *Apis mellifera*

Una colonia de abejas está generalmente constituida por una reina, por 15.000 a 60.000 obreras y por machos (1 a 2%), variando con las estaciones, raza, las cualidades genéticas y la edad de la reina (PHILIPPE, 1989). Las obreras proceden de huevos fecundados ($2n=32$), los no fecundados dan origen a machos.

Los principales receptores sensoriales en la abeja doméstica son el olfato, la vista, el gusto y el tacto. Su sistema nervioso es de estructura simple, esta simplicidad explica sus elementales y estereotipadas reacciones. Así, cada mañana a la misma hora un grupo de obreras salen para pecorear las flores en las mismas plantas de la víspera. Esta actividad rutinaria no es más que la reacción automática a las señales del sistema nervioso y no a un razonamiento (PHILIPPE, 1989). *Apis mellifera* tiene cinco ojos, dos de ellos son ojos compuestos con millares de omatidios, que constituyen una lente cada uno. Los otros tres ojos de lente única en lo alto de la cabeza le servirían para los vuelos en penumbra. Puede distinguir sólo cuatro colores: amarillo, azul-verde, azul y ultravioleta.

Se sabe que las obreras tienen órganos gustativos situados en su boca, gracias a los cuales pueden distinguir los niveles de azúcar en un alimento por contacto directo, además, perciben lo salado, la acidez y el amargor,

Las abejas aunque no tienen oído, perciben sonidos, al menos en las bandas de los 600 a 200 c/seg, la recepción de las ondas sonoras se hace en las palas y probablemente también en las antenas. La mayoría de las capacidades olfativas de la abeja tiene sede en las antenas.

Apis mellifera se muestra activa a partir de los 12-14 °C y 300 watts por metro cuadrado, con 15°C realizan vuelos cortos, con 18°C efectúan vuelos libres y con 21 °C o más sus vuelos son completos. Además, los vuelos no se realizan en días con lluvia, niebla o vientos superiores a 25 km/hr (MONZÓN, 1998).

2.2.3. Comportamiento de la abeja de miel

El pecoreo consiste en la recolección exterior de néctar, polen, propóleos y agua. Las obreras dedicadas a esta actividad tienen en general más de 20 días de edad. Las pecoreadoras se dedican a la recolección lo más frecuentemente en un solo tipo de planta si la cosecha es abundante y en tal caso se concentran en un radio de 500 a 600 metros alrededor de la colmena (BEUTLER, 1954; LECOMTE, 1960, citados por PHTLTPPE, 1989).

Dos estrategias de pecoreo pueden distinguirse en la abeja melífera: "curso fijo de pecoreo", donde la abeja recolecta alimento a lo largo de una ruta establecida, la que repite en vuelos sucesivos y en días siguientes y "Especies y sitios fijos de pecoreo", en donde la abeja recolecta alimento de una especie en un pedazo pequeño de terreno (uno a tres árboles o un área similar de campo), retornando en vuelos y días sucesivos. Esta última estrategia es típica de la abeja melífera, la cual de forma

sofisticada transmite información de la fuente de alimento entre abejas de la misma colonia. De acuerdo a esta información se forman grupos de trabajo en la colmena donde todas las abejas visitan la misma fuente de alimento. De este modo, muestran un elevado nivel de constancia a la ubicación de alimento y a las especies de flores, por consiguiente la movilidad durante el "pecoreo" es limitada y la eficiencia referida a polinización cruzada es baja (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998). La información recolectada de distintas fuentes de alimento es efectuada por abejas exploradoras, las que visitan varios lugares y especies de flores durante un vuelo, de este modo ejecutan eficientemente polinización cruzada. La proporción de abejas exploradoras entre las abejas pecoreras establece la eficiencia de polinización cruzada de la colonia.

Las pecoreadoras, en la mayor parte de los casos, vuelan en un radio de 2 kilómetros alrededor de la colmena y en general, menos lejos si el alimento es abundante. Según PHTLTPPE (1989), la pecoreadora puede volar a la velocidad de 23 a 30 km/h.

Observaciones hechas por SINGH (1950), citado por PHILIPPE (1989), indican que las abejas pecorean en un área de 7.5 x 6 metros cuando el néctar es abundante, por lo que en la práctica, el árbol polinizador no debe encontrarse a más de 6 metros de los árboles a polinizar cuando la variedad es autoestéril.

Para hacer una carga completa de polen la abeja necesita menos tiempo que para una carga completa de néctar, una media de 10 minutos para el polen frente a 35 minutos para el néctar. La abeja consume por término medio al pecorear un tercio de la energía que recoge, este valor aumenta al situar a las colmenas lejos de las provisiones, lo que explica los débiles rendimientos de éstas (PHILIPPE, 1989).

Las exploradoras marcan una fuente de néctar exponiendo en ella sus glándulas de Nasanov (PHILIPPE, 1989).

La atracción de una especie hacia la abeja de miel depende de las cualidades propias de la flor, de las necesidades de la colmena y de factores medioambientales como características de especies competitivas, actividad de otros polinizantes y el clima (PHILIPPE, 1989).

2.3. El néctar:

El néctar es la savia azucarada excretada por los nectarios, glándulas que se encuentran en muchas plantas. Éstos pueden ser florales y extraflorales. Cualquiera que sea la posición de los nectarios en la planta, se distinguen dos grupos: los que producen néctar de la savia del floema y los que lo dan a la vez del xilema y del floema. El néctar de este último es el más frecuentemente rechazado por los insectos al contener un porcentaje de azúcares muy débil (PHILIPPE, 1989).

Según BERTRAND et al. (1972), citados por PHILIPPE (1989), la cantidad de azúcares contenida en el néctar varía entre el 5 y 80%. Las abejas no recogen ordinariamente el que contenga menos del 14%, salvo si sólo disponen en un momento dado de esa fuente y si ésta es abundante.

La capacidad melífera varía mucho con la familia, el género, la especie y la variedad, en algunos casos. También se ve afectada la producción de néctar de una variedad con factores como; abonado, agua disponible en el suelo, humedad relativa, hora del día, clima, estado sanitario, la altitud e incluso la latitud. Para una variedad dada, la cantidad de néctar segregada es la resultante del grado de absorción mineral y de su actividad fotosintética (PHILIPPE, 1989).

La concentración de azúcares en el néctar es un factor de gran importancia a la hora de pecorear, si un campo de mostaza (*Drástica alba* (L.) Koch) está próximo a un

huerto de naranjos (16% de azúcares), las abejas prefieren pecorear el néctar de la mostaza, que contiene de 44 a 60% de azúcares (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

PHILIPPE (1989) recomienda colocar las colmenas en el centro de las plantaciones de árboles con flores poco atractivas para las abejas.

2.4. El polen:

El grano de polen es la célula macho de las flores, liberada tras la dehiscencia de las anteras. Las abejas cosechan el polen de la mayor parte de las flores pero rechazan algunas. Así, jamás recogen el extremadamente abundante pero pobre en proteínas de las coníferas (PHILIPPE, 1989).

Las cubiertas de los granos de polen poseen estructuras muy variables en su forma, pudiendo presentar superficies rugosas, lisas o con protuberancias, lo que permite identificar las distintas especies botánicas. Tales estructuras confieren protección al protoplasma de adversidades climáticas, estas capas poseen unas pequeñísimas aberturas por las que emerge el tubo polínico (CORNEJO, 1994).

Una obrera cosecha polen de una sola especie o variedad de planta. El color del polen es propio de una especie botánica definida (CORNEJO, 1994). Pero las abejas de una misma colonia pueden recolectar cinco a diez especies el mismo día. Algunos polen no constituyen un alimento completo para las larvas y las abejas jóvenes, pero polen de varias especies pueden formar en conjunto un alimento completo. Según LOUVEAUX citado por CHAUVIN (1976), cuanto más abundantes son las floraciones más seleccionan las abejas el polen que les aporta un máximo de proteínas.

La composición química del polen varía según el género y la especie botánica de la que procede, sobre todo en lo que respecta a su contenido en proteínas, este puede variar del 8 al 40% según el origen floral.

Según CORNEJO (1994), el polen posee en general un 12% de hidratos de carbono, 20% de proteínas y 5% de lípidos. Los granos de polen son estructuras con baja humedad (15-35% de su peso en agua), esta característica le confiere una alta resistencia a cambios ambientales.

VON EULER (1945), citado por CORNEJO (1994), destaca que en general los insectos prefieren el polen con presencia de carotenos.

Dos prestigiosos investigadores franceses, los doctores CHAUVIN y LAVTE (1956), citados por CORNEJO (1994), demuestran la acción antibiótica del polen frente a *Bacillus proteus*, *Salmonella* y *Escherichia*.

El poder homeostático que poseen las microesporas vegetales no ha sido posible demostrarlo químicamente. En este sentido, el elevado tenor de calcio del polen puede justificar esta condición. Otra suposición puede hallarse en la textura y composición de sus cubiertas (exina e intina) (CORNEJO, 1994).

El polen triturado por las abejas y transformado en pellet (polen corbicular) no es bueno para la polinización de las flores, ya que pierde su acción germinativa a causa de las propiedades antibióticas de las secreciones de las glándulas mandibulares de las obreras. Son, pues, los granos transportados en los órganos y pelos de las abejas los que realizan la polinización eficaz de las flores entomófilas (PHILIPPE, 1989).

2.4.1. Como recolectan el polen las abejas

Las obreras salen a pecorear las flores de un área definida, visitando flores de una misma especie botánica. Las obreras en su tercer par de palas poseen las denominadas cestillas de polen, que son protegidas por pelos resistentes y que conforman una especie de canasta, donde van acumulando los granos que se prenden en su velludo cuerpo, formando bolitas que varían en su tamaño, con la especie visitada y con la humedad del polen, así en tiempo seco las bolitas o pellets son más pequeños que en tiempo húmedo (CORNEJO, 1994). Los granos de polen son reunidos por la pecoreadora, y pegados juntos con miel regurgitada en las corbículas de sus patas posteriores bajo la forma de bolas (PHILIPPE, 1989).

2.5. Ventajas y desventajas del uso de *Apis mellifera*:

Apis mellifera ha sido durante mucho tiempo el único polinizador disponible en grandes cantidades y manejable, e incluso hoy en día, es el principal polinizador comercial en la mayoría de las zonas y cultivos alrededor del mundo. Debido a su época de vuelo larga y a su carácter poliléctico (recolecta polen de una gran cantidad de plantas), puede ser utilizada en una gran variedad de cultivos. A pesar de la importante contribución de *Apis mellifera* en la polinización de numerosos cultivos, muchas plantaciones de frutales siguen siendo insuficientemente polinizadas. Según VICENS (1997), algunas de las razones más importantes de este hecho son:

- 1) En la época de floración de los frutales más primerizos, las colonias de *Apis mellifera* no se encuentran en plena actividad.
- 2) La eficacia polinizadora de las obreras en frutales, especialmente de las recolectoras de néctar, es baja (FREE, 1960; ROBINSON, 1979; BOSCH y BLAS, 1994a), debido a que el porcentaje de visitas legítimas (contacto con los órganos reproductores de la flor), también es baja.
- 3) A menudo, *Apis mellifera* prefiere visitar flores silvestres próximas a los cultivos que los propios frutales.

4) El riesgo de picadas que conlleva la presencia de colmenas en los campos, hace que los fruticultores sean reacios a ellas.

Por otra parte, la introducción de colmenas de *Apis mellifera* en una pequeña superficie cultivada, supone la presencia de decenas de miles de obreras que compiten con la fauna polinizadora salvaje, afectándola negativamente (MONZÓN, 1998). Como ventajas del uso de abejas, DE LA CUADRA (1998) y LOVATT (1997), indican que estos insectos visitan gran cantidad de flores en un solo día, distribuyendo gran cantidad de polen; soportan altas temperaturas; resisten la reducción e intensidad de luz; viven en colonias grandes; pueden ser desplazadas en masa, por lo que su manejo es cómodo y fácil; presentan una biología muy conocida; se conoce bastante la técnica de cría del insecto y; en cada viaje visitan un solo tipo de flores.

REUBEN HOFSHI (2001) señala algunos problemas que ocurren en la industria de la palta en California como: las colonias de abejas no siempre llegan en óptimas condiciones a polinizar los paltos (colonias fuertes son comúnmente divididas por los apicultores durante la estadía en los huertos de palto); a menudo no se utiliza la cantidad suficiente de colmenas como para asegurar una alta proporción de visitas a las flores del palto; los apicultores tienden a agrupar y distribuir las colonias en lugares fácilmente accesibles y rara vez las ubican de manera estratégica.

2.6. Estudios de la abeja de miel en huertos de paito:

Investigaciones realizadas en California, España, Australia, Sudáfrica y Galilea (Israel), confirman que la abeja melífera es el insecto primario en huertos de paltos para ejecutar la polinización, pueden ser fácilmente manipulados e indispensables para lograr una adecuada cuaja (LOVATT, 1997; ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998; VITHANAGE, 1990).

Las abejas son responsables del 80-95% de la polinización del palto y las que más polen acarrear por hora (HOFSHI, 2001).

La inadecuada polinización del palto parece tener dos aspectos: baja proporción de polinización, consecuencia de la preferencia de la abeja por otras especies de flores y una baja proporción de polinización cruzada (ISH- AM y EISKOWITCH, 1998). No obstante se han obtenido cosechas comerciales a pesar de haber una baja proporción de polinización, ésto debido al amplio período de floración que presenta esta especie (GAZTT, 1977).

VANSELL (1931), citado por McGREGOR (1976), señala que los paltos son visitados moderadamente por las abejas y en general, los apicultores consideran la planta como una fuente para desarrollar sus colonias más que una fuente productora de miel.

En el caso del palto las abejas presentan una baja atracción hacia sus flores, ya que estas son superficiales (poca profundidad), son de color amarillo-verdoso, tienen un ligero aroma amargo, el néctar es completamente expuesto, la flor tiene una simetría radial, pero carece de una plataforma de tamaño adecuado para la detención de las abejas, por lo que las abejas tendrían dificultad para afirmarse fuertemente de la flor (DAVENPORT, 1992; VITHANAGE, 1990; ISH-AM y ETSIKOWITCH, 1993).

Esta falta de conveniencia puede explicar el bajo nivel de atracción de las abejas por las flores del palto, siendo un importante factor que limita la producción en países donde el cultivo no es originario (VITHANAGE, 1990; ISH-AM & ETSIKOWITCH, 1993). La abeja de miel, al no ser nativa de las zonas originaria del palto, no han desarrollado adaptaciones entre ellos (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

La baja atracción de las abejas hacia la flor del palto se puede ver disminuida, a medida que el palto en plena floración pueda ofrecer similar cantidad de polen y néctar que sus competidores (TSH-AM y EISIKOWITCH, 1998). Nuevas evidencias de estos autores indican que la baja atracción de la abeja hacia la flor del palto podría deberse a que el polen y néctar no están lo suficientemente adaptados a las necesidades de las abejas. Las pecoreadoras al trabajar entre distintas plantas, principalmente estiman el beneficio o recompensa de toda la planta y la velocidad (cal/min) con que adquieren energía de la flor. En Galilea (Israel), se determina que las flores de los cítricos son una fuerte competencia por néctar, así como las Brassicaceae y Fabaceae lo son por polen.

ISH-AM y EISIKOWITCH, (1998) indican que en muchos huertos de paltos en Israel, la competencia por polinización entre distintas especies es el principal factor que limita la producción de los cultivares de floración temprana. Estos cultivares representan cerca del 85% de la superficie de paltos en ese país. Los de floración tardía no se ven afectados y son visitados por suficientes abejas si hay colonias presentes. Destacan que las abejas cuando van al palto, polinizan eficientemente un mismo cultivar, no así, entre cultivares. Son estos últimos los que consiguen un alto rango de polinización y usualmente una óptima cosecha.

Según ISH-AM y EISIKOWITCH (1993), las recolectoras de néctar polinizan las flores de forma eficiente, presumiblemente por alguno de los siguientes factores:

- 1) La morfología y forma de las flores abiertas no permiten el acceso a las abejas sin que éstas toquen el estigma y anteras de ambos tipos de flores (pistiladas y estaminadas).
- 2) Las abejas tocan el estigma y anteras con los mismos sitios de colección, de ese modo transmiten polen eficientemente.

- 3) Recolectoras de néctar o néctar y polen se mueven fácilmente entre flores estaminadas y pistiladas durante su pecoreo, este comportamiento es esencial para la polinización del palto debido a su dicogamia.

La correlación entre la densidad de abejas y parámetros de atracción de las planta de palto (volumen de néctar, concentración de azúcar y densidad de flores), es negativa. No obstante, existe, una correlación positiva entre la densidad de abejas y frutos cuajados (ISH-AM y EIS1KOWITCH, 1998). Estos autores señalan que del total de polen que recolectan las abejas, entre el 0.1% a 7% corresponde al palto, este porcentaje aumenta hacia el final de la floración en Hass y Ettinger, y coincide con el aumento en la densidad de abejas. Ambos cultivares casi no atraen abejas en la mayoría de su período de floración, incluyendo su "peak" de floración.

En Israel, en el cultivar Hass se determina que la eficiencia de la polinización cerrada (en un mismo árbol o dentro de un mismo cultivar), depende de la densidad de abejas y del período de superposición de sexos entre las flores (ISH-AM y ETS1KOWITCH, 1998).

Según PRIMACK y SILANDER (1975), un buen indicador de eficiencia como polinizador se obtendría de la cantidad de polen en el cuerpo del insecto y la frecuencia de las visitas a las flores.

2.7. Movilidad de la abeja un huertos de palto:

La movilidad de las abejas durante sus vuelos tiene vital importancia para el éxito de la polinización cruzada en paltos. En un huerto en plena floración, las abejas recolectoras trabajan en un radio pequeño, de 150 a 250 metros, desde la colmena, además tienden a visitar un determinado árbol fallando así el abastecimiento de polen deseado para la polinización cruzada, por lo que se recomienda distribuir las

colmenas en el interior del huerto, abarcando todas las plantas para que no queden áreas sin polinizar. Su distribución dependerá del tipo de frutal a polinizar, presencia de variedades polinizantes, sistema de plantación empleado, etc (DE LA CUADRA, 1998; APABLAZA, 1981).

Las abejas usualmente transfieren el polen del palto a distancias pequeñas, no más de dos a tres hileras (McGREGOR, 1976).

La abeja tiende a visitar un único árbol, de tal forma que no produce la polinización cruzada deseada. Esto ocurre cuando los árboles están muy separados y cuando hay pocas abejas en relación al número de flores disponible (BERGH, 1966).

El estudio de VITHANAGE (1990) demuestra que las visitas de abejas por área aumentan de 4,03 visitas/hr/m² a 20,4 visitas/hr/m² como resultado de introducir dos colmenas por hectárea, incrementando significativamente el promedio de frutos por árbol, no encontrándose diferencia hasta los 21.2 metros desde las colmenas (distancia más lejana medida), ésto probablemente refleja la amplia extensión de abejas dentro del huerto. Además, encuentra una pequeña proporción de polen de palto en las colmenas en comparación con la de otra flora competidora.

Trabajos en Sudáfrica (AGRICULTURE WESTERN AUSTRALIA, 2001) indican que la abeja es capaz de realizar visitas sobre los 300 metros en el sentido de las hileras en huertos de cuatro años y solamente 200 metros entre hileras. A medida que los árboles van creciendo esas distancias se reducen.

WOLFENBARGER (1954), citado por McGREGOR (1976), señala que las abejas son abundantes hasta 112 metros de un apiario con 64 colonias y disminuyen drásticamente a los 300 metros de éste.

Distancias sobre 80 metros se consideran adecuadas para evitar la polinización cruzada por abejas. Sin embargo, se señala que polinización cruzada en palto puede ocurrir incluso sobre varios cientos de pies de distancia desde la fuente donadora de polen (CAUTÍN, 1996).

Solo un pequeño porcentaje de pecoreras (2-4%), se mueven a mayor distancia y pueden acarrear polen de palto a cientos de metros de la fuente. Son las llamadas abejas exploradoras, y son las únicas que pueden realizar polinización cruzada a largas distancias. La eficiencia de la polinización cruzada cae drásticamente a aumentar la distancia de la fuente de polen (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

La abeja visita de uno a tres árboles vecinos, por lo que en ambientes donde se requiere de polinización cruzada es necesario plantar cada tres árboles un polinizante. Algunos productores tienden a plantar los polinizantes en hileras y esperan que las abejas se muevan entre hileras para efectuar la polinización cruzada. Sólo un pequeño porcentaje de abejas se mueve entre hileras, este porcentaje aumenta con la velocidad del viento. Al aumentar la densidad de abejas por árbol, aumenta proporcionalmente el número de abejas que cruzan entre hileras (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

Las investigaciones de QUIÑONEZ et al. e ISH-AM et al. (1999), citados por CASTAÑEDA (1999), EQUIHUA (1999), VALDEZ (1999), BARRIENTOS (1999), ISH-AM (1999), GAZIT (1999), en el Estado de México y Michoacán indican respecto a la movilidad de la abeja entre los árboles de palto, que en promedio cruzan entre hileras 15 abejas en 10 minutos, con una densidad de 13 abejas por árbol por minuto. El número de abejas es variable a lo largo del día, de 10 a 38, al aumentar la temperatura. La abeja visita las flores al estado femenino y masculino durante todo el día, y toca en sus visitas el estigma de las flores pistiladas con su frente, tórax, parte ventral y patas. Respecto al porcentaje de polinización indican que éste es muy bajo,

atribuible a la posible ineffectividad de las abejas (no más de un grano de polen por pistilo); lo anterior limitaría drásticamente la polinización de esta especie.

La abeja dentro del huerto de palto se mueve libre e indistintamente entre flores al estado femenino y masculino, colectando néctar del estado femenino y néctar con polen del estado masculino (ISH-AM y EISTKOWITCH, 1998). Estos autores señalan que la abeja puede discriminar entre las flores masculinas y las femeninas, ya que las recolectoras de polen visitan exclusivamente las flores al estado masculino por lo que no ayudan a la polinización.

Las abejas recolectoras de néctar y néctar + polen, son las que tienen el rol primordial en producir la polinización en el palto (VITHANAGE, 1990). Ellas producen la polinización dentro de un cultivar (polinización cerrada), durante la fase bisexual diaria del árbol, moviéndose libremente entre flores pistiladas y estaminadas de una inflorescencia.

Por otro lado, la polinización cruzada la ejecutan abejas que se mueven libremente entre árboles de diferentes cultivares, a través de su relativamente largo período de superposición de sexos, Cuando ocurre lo anterior todos los sitios de colección llevan polen disponible para polinizar, ya que ambos tipos de flores se encuentran en su forma circular. La eficacia de la polinización cruzada depende principalmente de la distancia y movilidad de las abejas entre los cultivares. (TSH-AM y ETSIKOWITCH, 1998).

Otras mediciones denotan que las abejas que viajan entre árboles adyacentes prefieren pecorear a favor del viento (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998). Esta tendencia de pecorear a favor del viento aumenta con el incremento en la velocidad de éste, producto de las restricciones aerodinámicas, ya que es más fácil despegar y aterrizar en contra del viento o como el resultado de la búsqueda olfatoria de alimento. No obstante fuerte evidencia hacia una explicación olfatoria ha sido suministrada y

durante los vuelos de las abejas recolectoras y exploradoras, la ubicación de fuente de alimento es ayudada por el sentido del olfato y así prefieren el movimiento a favor del viento. Otra explicación es que las abejas escogen pecorear a favor del viento mientras cargan, y vuelan contra el viento hacia la colmena cuando están llenas y pesadas.

2.7.1. Comportamiento de la abeja en un mismo árbol

Las abejas frecuentan los árboles de palto desde las 11:00 a las 14:00 horas, que es el tiempo en que el estado masculino y femenino de las flores tienen mayor posibilidad de traslape (CAUTÍN, 1996).

Las abejas recolectoras de polen visitan de 7 a 15 flores por minuto, y estos valores dependen de la calidad de las flores, de las necesidades de la colmena y de factores ambientales (ISH-AM y ETSTKOWITCH, 1998; APABLAZA, 1981).

Independiente del tipo de recolección que realiza la abeja (polen, polen+néctar, néctar), ésta toca el estigma en la mayoría de las visitas a flores individuales (VTTHANAGE, 1990).

ISH-AM y EISIKOWITCH (1998) indican que una buena densidad de abejas es de 25 por árbol, con este número se consiguen visitas efectivas. Para obtener una fecundación exitosa se requiere de 6-20 granos de polen por estigma (rápido crecimiento del tubo polínico).

Las abejas caminan entre flores individuales de una inflorescencia en plena floración y vuelan entre inflorescencias. Durante el fin de floración, sólo unas pocas flores abren en cada inflorescencia, de igual modo las abejas vuelan entre éstas (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

Las posiciones que usan las abejas recolectoras de néctar, o néctar + polen, son similares mientras visitan flores pistiladas y estaminadas de formas iguales (Figura 3) En las flores circulares la abeja puede ocupar dos posiciones, una de lado y otra por encima. En la posición de lado la abeja toca los nectarios más cercanos cuando mueve su cuerpo de izquierda a derecha. Cuando se mueve a la posición por encima de la flor puede coleccionar de los otros nectarios, la abeja se gira a su alrededor usando el pistilo como un eje. Algunas veces la abeja llega directamente en la posición encima de la flor y comienza a girar coleccionando de todos los nectarios. Abejas individuales giran consistentemente en una dirección, ya sea en el sentido del reloj o en contra. La abeja mientras visita las flores pistiladas, se dirige hacia sólo tres nectarios (los estaminoides), y por lo tanto sus movimientos son más rápidos y más precisos que cuando visita las flores estaminadas que presentan seis nectarios. La abeja cuando visita las flores en forma de copa, oval o cerrada, alcanza el néctar insertando su probóscide entre tépalos vecinos, sea, a través de su extremo distal (cuando ocupa la posición superior o de lado) o entre sus bordes (mientras se mantiene en posición basal) (ISH-AMyEISIKOWITCII, 1998).

Las abejas colectoras de néctar visitan flores pistiladas y estaminadas por 2-10 segundos por visita. Mientras visitan las flores masculinas el cuerpo de la abeja se vuelve polvoso con polen, el cual es limpiado por la abeja después de cada 2 a 4 visitas mientras se detiene sobre una hoja. Las abejas usualmente amontonan el polen dentro su corbícula, formando pellets, pero algunas de ellas son vistas deliberadamente descargando el polen, lanzándolo mientras se limpian y coleccionando de ese modo sólo néctar (ISH-AM y EIS1KOWITCH, 1998).

2.7.2. Ubicación de los granos de polen sobre la abeja

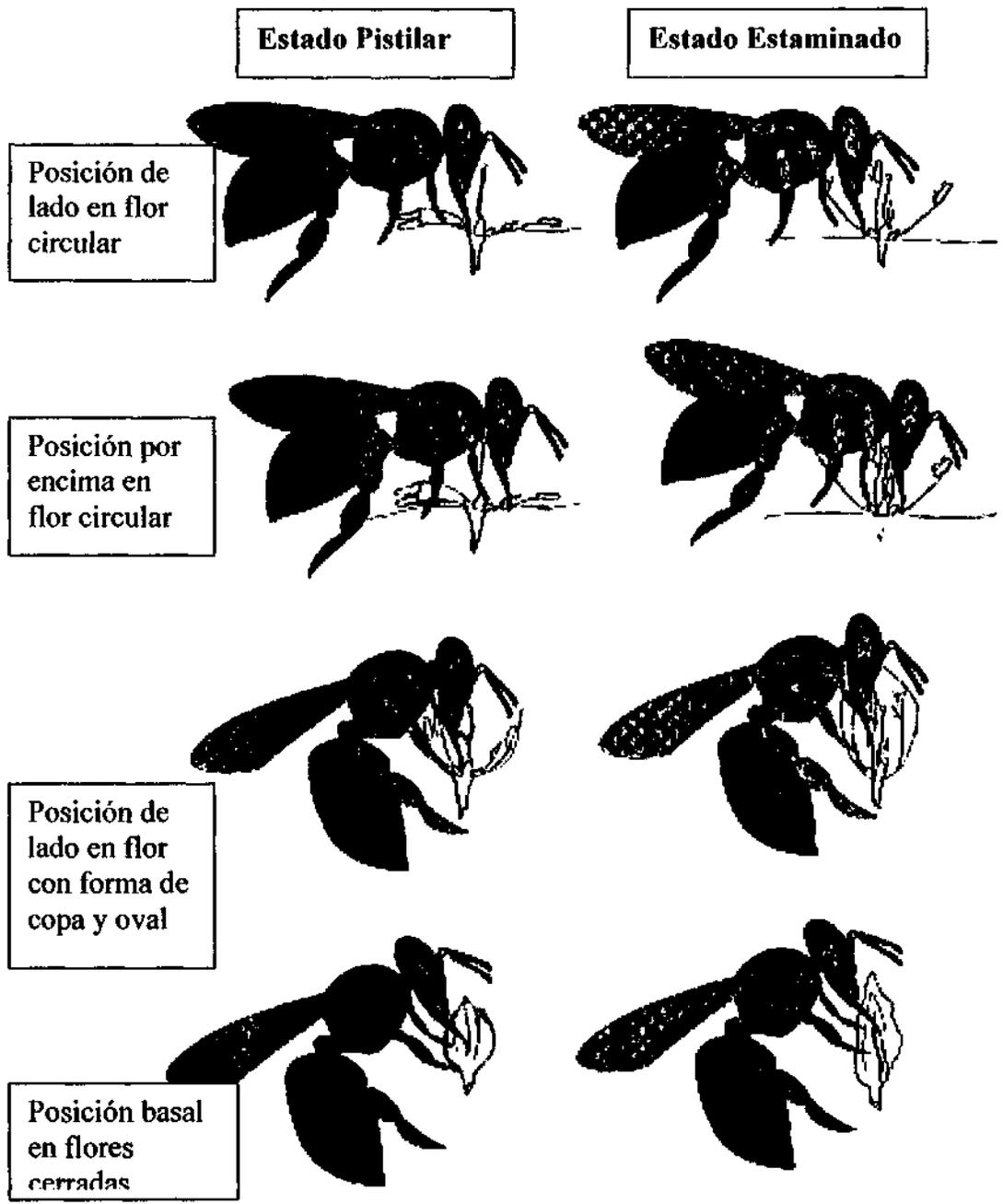


FIGURA 3. Posición que ocupa la abeja al visitar las flores al estado femenino y masculino.

Solo unos pocos sitios definidos del cuerpo de la abeja toman contacto con el polen expuesto al abrirse las valvas de los estambres. La mayor parte del polen de palto se encuentra en los "sitios de colección" de forma agrupada y sólo unos pocos se encuentran distribuidos azarosamente por el cuerpo de la abeja (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993)(Figura 4).

Las abejas que visitan el estado circular de las flores estaminadas, contactan con la región del vértex, probóscide fossa y patas el polen de las anteras. Todos estos sitios de colección tocan el estigma de las flores pistiladas en estado circular, debido a la similitud de ambos estados (pistilar y estaminado), de la idéntica ubicación del estigma y anteras de los estambres internos. Adicionalmente, cuando la abeja visita flores con formas ovales o de copa, su vértex y probóscide fossa colecta polen, tomando contacto con el estigma (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993).

Investigaciones señalan que la mayor polinización en manzanos y, probablemente, almendros es producto de un intercambio de polen ocurrido dentro de la colmena. Lo anterior no sucedería en paltos, ya que la polinización del palto parece ser un proceso de transferencia directa de polen. Sólo el polen que es llevado en los sitios de colección durante las visitas a las flores femeninas está disponible para polinizar. El polen agrupado en estos sitios sólo puede ser acumulado durante los vuelos de las abejas, mientras que el polen distribuido al azar sobre el cuerpo de las abejas visitando flores al estado femenino es de solo 0-5 granos por región, lo que podría explicar sólo un pequeño fragmento de la polinización. Además, las abejas que salen de la colmena muestran que sólo una pequeña porción del polen distribuido al azar sobre el cuerpo (10%), lo obtienen dentro de la colmena y es probable que la mayoría de este polen sobre el cuerpo de las abejas sea esparcido mientras se limpian en el campo. De este modo, en contraste con el polen de muchas Rosaceas, Brassicaceas y otras, las abejas limpian eficientemente el polen de su cuerpo. Este podría ser otro

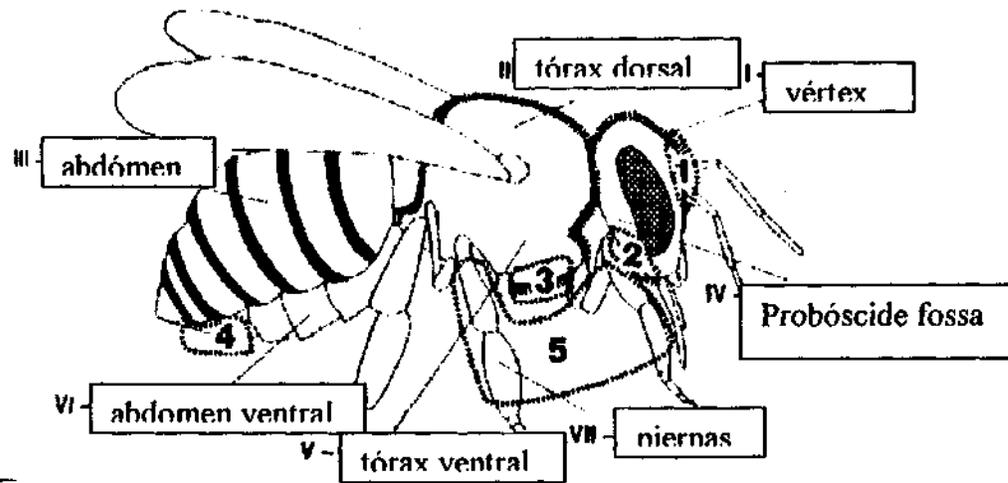


FIGURA 4. Sitios de colección de polen de palto sobre el cuerpo de la abeja. 1: centro del vértex. 2: probóscide fossa. 3: centro de tórax ventral. 4: centro de VI y VII segmentos. 5: superficie interior de las cuatro patas.

aspecto de la baja conveniencia de las abejas para la polinización de paltos (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993).

2.8. Recomendaciones en el uso de *Apis mellifera* en huertos de palto:

BERGH (1967) recomienda a los productores de palta usar ocho colmenas por hectárea, ubicándolas en grupos distanciados a 160 metros; ingresar las colmenas al huerto después de iniciada la floración, ubicar las colmenas de modo de evitar que vuelen sobre cítricos u otras pasturas atractivas; controlar otras floraciones como mostaza; evitar el uso de insecticidas durante la floración; interplantar cultivares A y B para incrementar la producción de 50 a 150%.

REUBEN HOFSHI (2001) recomienda para mejorar la polinización del palto:

- 1) Introducir colmenas a los paltos durante todo el período de floración, revisando que la densidad de abejas por árbol no sea menor de 10, de lo contrario poner más colmenas. En general recomienda diez colmenas fuertes por hectárea.
- 2) Colocar polinizantes adecuados según las condiciones de cultivo y variedad a polinizar. Estos no deben estar a más de 12m entre ellos o puestos máximo cada cuatro hileras.
- 3) Mantener el huerto bien iluminado de modo que las ramas basales tengan posibilidad de aumentar su floración y atraer más abejas para incrementar la polinización cruzada.
- 4) Considerar alternativas de insectos polinizadores. En Israel especies locales de "bumblebee" demuestran aumentos significativos en las cosechas. En México, alrededor de ocho especies locales de abejas sin aguijón visitan en forma abundante los paltos y muestran mayor atracción hacia el cultivo que las abejas.

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Ubicación y época de desarrollo del ensayo:

El ensayo se realizó en un huerto de paltos de la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso ubicado en Quillota, V Región Chile. El huerto de 3,5 ha corresponde al cultivar Hass plantado en 1997, distanciados a 5x5 metros, con árboles de 3 a 4 metros de altura. Tiene como cultivar polinizante a Edranol (9%) dispuestos en hileras dentro del huerto (Anexo 1). Las mediciones se llevaron a cabo durante todo el período de floración del huerto (01-10-01 al 28-11-01). El huerto fue escogido de modo que no tuviera interferencia de otras colmenas cercanas, que no tuviesen relación con las utilizadas en este estudio.

3.2. Determinación del número de abejas y flores abiertas:

Para determinar el número de abejas que visitaron las flores de palto se utilizó una cinta de color amarillo con la que se marcó un metro cuadrado en la exposición norte y sur de cada árbol, de modo que el cuadrante representara un sector del árbol con floración. Se dispusieron seis distancias de cuantificación en árboles del cv. Hass (0m, 60m, 120m, 180m, 240m, 300m), y tres en el cv. Edranol (0m, 120m, 240m), correspondientes a las únicas tres hileras existentes dentro del huerto (Anexo 1). La distancia 0m, corresponde a la ubicación de las colmenas. Se escogieron cuatro árboles al azar, tomando en cuenta aquellos que presentaban una floración normal (40-70% de la copa con flores), por cada distancia de medición. El número de abejas se determinó contando la cantidad de individuos que ingresaban al cuadrante durante un minuto a visitar flores, utilizando un cronómetro y una grabadora. El conteo de abejas se efectuó entre las 1 hrs y las 16 hrs, ya que en este período la abeja presenta una alta actividad de vuelo. Para determinar el número de flores abiertas se utilizó un

subcuadrante de 25x25cm, ubicado dentro del cuadrante de 1 metro cuadrado y se contó el número de flores abiertas para cada exposición y árbol durante la floración.

3.3. Ingreso de las colmenas:

El ingreso de las colmenas se realizó en dos oportunidades; el primero con 24 colmenas (la mitad de las colmenas utilizadas) al inicio de floración del cv. Hass, momento en que los árboles escogidos presentaban un 10 % de su copa con flores; el segundo ingreso se produjo cuando los árboles escogidos presentaban un 50% de su copa con flores. Las colmenas se ubicaron todas juntas en una sola hilera en el deslinde sur del huerto (Anexo 1).

3.4. Cuantificación del polen de palto recolectado por *Apis mellifera*:

Para determinar la presencia de polen de palto corbicular en las colmenas se escogieron tres colmenas al azar del primer ingreso, colocándole trampas de polen (malla de retención con agujeros circulares), en las piqueras, El polen fue retirado manualmente de las trampas cada día de medición para su análisis. De cada trampa de polen se tomó con un tubo una muestra, esta pesaba 21 gramos. El polen de palto presente en la muestra fue separado manualmente del resto por su color y con un microscopio óptico se observó su forma, tamaño y porosidades en la exina para confirmar su origen (Anexos 2,3,4). Los pellet de la muestra (polen corbicular retirado de las trampas), se esparcieron en una hoja de papel blanco de modo que no quedaran superpuestos y sin espacio entre ellos. Con ellos se formó un cuadrado de 13 x 13 centímetros, de modo que los 21 gramos quedaron transformados en una unidad de superficie. Esta superficie fue dividida en 100 cuadrados equivalentes, cada uno representaba el 1 por ciento del total de la muestra. Una vez separado el polen de palto de la muestra fue dejado en la superficie de 13 x 13 cm para

determinar el número de cuadrados ocupados por el polen de palto y así determinar el porcentaje presente en la muestra (Anexo 5).

Valores promedio de temperatura, radiación, viento y humedad relativa se obtuvieron entre las 11 am y las 16 pm. (horario de medición), de la estación meteorológica ubicada a cien metros del huerto, perteneciente a la Facultad de Agronomía.

Para el análisis estadístico del número de abejas presentes se utilizaron los siguientes modelos:

-Para el cultivar Edranol, se consideró un Modelo Completo al Azar con arreglo factorial de (3x2). Se consideró todo el período desde el 1 de octubre al 28 de noviembre.

$$Y_{ijk} = u + D_i + O_j + DO_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Número de abejas

u = Media general

D_i = i -ésima distancia (0,120 y 240 mts)

O_j = j -ésima orientación (norte y sur)

DO_{ij} = interacción entre distancia y orientación

E_{ijk} = error aleatorio $\sim N(0;\Omega)$

-Para el cultivar Hass, se consideró un Modelo Completo al Azar con arreglo factorial de (6x3) (el número de abejas en este análisis corresponde al promedio de la cara N y S, la orientación no se analiza en este modelo). El período de evaluación fue separado en tres fechas elegidas de acuerdo a la descripción gráfica del número promedio de abejas que llegaron durante el período de floración.

$$Y_{ijk} = u + D_i + F_j + F_k + DF_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijkl} = Número de abejas
 u = Media general
 D_i = i-ésima distancia (0,60, 120, 180, 240, 300 mts)
 F_j = j-ésimo período
 DF_{ij} = interacción entre distancia y fecha
 E_{ijk} = error aleatorio $\sim N(0; \Omega)$

-Para el cultivar Hass se consideró un segundo análisis para poder comparar las dos variedades, considerando las mismas distancias de Edranol. Se utilizó un Modelo Completo al Azar con arreglo factorial de (3x2x3). El período de evaluación fue separado en tres fechas, elegidas de acuerdo a la descripción gráfica del número promedio de abejas que llegaron durante el período de floración.

$$Y_{ijkl} = u + D_i + O_j + F_k + DO_{ij} + DF_{jk} + OF_{jk} + DOF_{ijk} + E_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Número de abejas
 u = Media general
 D_i = i-ésima distancia (0,120 y 240 mts.)
 O_j = j-ésima orientación (norte y sur)
 F_k = k-ésimo período
 DO_{ij} = interacción entre distancia y orientación
 DF_{jk} = interacción entre distancia y fechas
 OF_{jk} = interacción entre orientación y fecha
 DOF_{ijk} = interacción entre distancias, orientación y fechas.
 E_{ijk} = error aleatorio $\sim N(0; \Omega)$

De existir diferencia significativa de los factores principales o de la combinación de ellos, se comparan las medias con el test de Tukey al 5%. Para el análisis de correlación del número de abejas, número de flores abiertas, temperatura, humedad relativa, radiación y velocidad del viento se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, y el Test T-student para determinar su significancia, al 5%.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Respecto del huerto de paltos cv. Hass escogido para este estudio, es preciso mencionar que aproximadamente entre un 70 a 80% de los árboles presentaron una baja floración (menos del 10% de su copa con flores), lo que dificultó la elección de los árboles. La selección de los árboles se hizo en el momento en que las yemas florales se podían distinguir de las yemas vegetativas (estado de "coliflor"). Se escogieron árboles saludables y que presentarían una floración normal (40-70% de la copa con flores) (Anexo 6). Por el contrario los árboles del cv. Edranol presentaron una floración abundante (más del 70% de su copa con flores) lo que facilitó la elección.

4.1. Efecto de la distancia de las colmenas a los árboles sobre el número de abejas presentes en las flores de palto en el cv. Hass y cv. Edranol.

Al realizar el análisis para el cv. Hass no se obtuvo diferencia significativa en el número de abejas encontrado sobre las flores en relación a las distintas distancias desde las colmenas (0m, 60m, 120m, 180m, 240m, 300m), es decir, todas las distancias presentaron estadísticamente la misma cantidad de abejas durante el período de floración (Cuadro 1).

En el cv Hass, este resultado indica que la distancia que exista de las colmenas a los árboles no influye en la cantidad de abejas que visitan las flores de determinados árboles, referido esto solo hasta los 300 metros de las colmenas que corresponde a la distancia más lejana medida. Esta similitud entre diferentes distancias indica que las abejas presentan una amplia movilidad dentro del huerto de palto. Este resultado concuerda con lo señalado por DE LA CUADRA (1998) y APABLAZA (1981), quienes señalan que las abejas en un huerto en floración trabajan en un radio de 150 a 250 metros de la colmena.

CUADRO 1. Promedio del número de abejas en flores de palto por metro cuadrado por minuto ($\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$), en las seis distancias desde las colmenas en el cv. Hass y en las tres distancias desde las colmenas en el cv. Edranol.

DISTANCIAS	Número de $\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$ cv Hass	Número de $\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$ cv Edranol
0 metros	0.40 a	0.6 a
60 metros	0.37 a	
120 metros	0.64 a	1.0 b
180 metros	0.78 a	
240 metros	0.75 a	0.4 a
300 metros	0.58 a	

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

Del mismo modo las investigaciones hechas en Sudáfrica (AGRICULTURE WESTERN AUSTRALIA, 2001) señalan que las abejas pecorean sobre 300 metros de las colmenas en huertos de palto de cuatro años. BERGH (1967) recomienda colocar las colmenas de abejas en grupos distanciados a no más de 160 metros. Según PHILIPPE (1989), las abejas se concentran en un radio de 500 a 600 metros de la colmena cuando el alimento es abundante. El hecho de que las abejas tengan la posibilidad de pecorear a varios cientos de metros de las colmenas, tiene vital importancia para la ubicación de las colmenas dentro del huerto.

Un factor muy importante, que sin duda afectó el comportamiento de la abeja y los resultados obtenidos en el cv. Hass, fue que el huerto elegido presentara una baja floración. Como señala FRTSCH (1973), las abejas exploradoras indican con gran avidez fuentes de alimento que le proporcionen una gran recompensa, por el contrario, las exploradoras no indican las fuentes de alimento que no les son llamativas a menos que no dispongan de otra fuente de alimento cercana. Las pecoreadoras al trabajar entre distintas plantas, principalmente estiman el beneficio o recompensa de toda la planta y la velocidad (cal/min), con que adquieren energía de la flor (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

El huerto de palto cv. Hass utilizado en este ensayo no presentó una oferta de alimento importante para las abejas, además éste se encontraba rodeado por otros huertos de palto que ofrecieron una mayor cantidad de flores, lo que indicaría que las abejas no se enfocaron en trabajar en el huerto elegido, por lo que el efecto del distanciamiento de las colmenas a los árboles no quedó bien constatado, ya que fue más importante el hecho de que el huerto no presentara una abundante floración y se encontrara rodeado por otros huertos de palto con abundante floración. Lo ocurrido con este huerto en relación a la baja floración que presentó, es común en los huertos de palto, que tienen una fuerte tendencia al añerismo.

El análisis empleado en el cv. Edranol determinó que el número promedio de abejas por metro cuadrado por minuto sobre las flores del palto fue mayor a los 120 metros de las colmenas que el número promedio encontrado a los 0 metros y 240 metros de las colmenas, es decir, las distancias 0m y 240m presentaron una menor actividad de abejas, teniendo estadísticamente ambas distancias igual número de abejas (Cuadro 1).

Como se mencionó anteriormente las abejas sólo indican aquellas fuentes de alimento que les sean atractivas en cantidad y calidad. En el caso del cultivar Edranol, que presentó una abundante floración, las abejas indicaron a este cultivar como una fuente atractiva de alimento, a diferencia de lo ocurrido con el cultivar Hass. El resultado obtenido indica claramente la preferencia de las abejas de ir a los árboles del cv. Edranol ubicados a 120 metros de las colmenas.

Para poder explicar este resultado es preciso tener presente la manera que utilizan las abejas para señalar la fuente de alimento a la cual deben acudir sus compañeras. Una de las formas de comunicación de las abejas es a través de las danzas que realizan; la danza de las abejas adquiere toda su importancia biológica por la circunstancia que solamente se realiza cuando se descubre una fuente rica en aprovisionamiento. Para

un botín escaso, que no ofrece gran riqueza, no se producen danzas en la colmena. Como indica FRISCH (1973), existen tres tipos de danzas que ejecutan las abejas para indicar la fuente alimenticia: la danza circular, la danza del coleteo, la danza de las recolectoras de polen. En estas tres danzas las abejas pecoreadoras que llegan a la colmena dan aviso a otras pecoreadoras que se encuentran en el interior de la colmena acerca del lugar donde deben ir a recolectar alimento. También indican en las tres danzas la especie de flor a la que deben acudir al traspasarle néctar o polen a las otras pecoreadoras que siguen la danza, ésto es de gran utilidad, ya que saben por anticipado el tipo de flor a la que deben acudir. El aroma de las flores también lo transmiten, ya que el néctar queda impregnado con el perfume de las flores, lo que también les sirve para dirigirse a una determinada especie.

A través de los movimientos simbólicos que ejecuta la pecoreadora en la danza circular, solo indica a sus compañeras que la han seguido en sus movimientos, que deben buscar en las cercanías de la colmena. Después de realizada la danza, las exploradoras vuelan en todas direcciones en busca de las flores a las que han comunicado su origen y olor, a través del traspaso de néctar o polen que realizan al interior de la colmena. Esta danza sólo se realiza para indicar fuentes alimenticias que estén a lo más a 50 metros de la colmena.

Las pecoreadoras utilizan la danza del coleteo para indicar fuentes alimenticias que se encuentran a más de 50 metros de la colmena. A diferencia de la danza circular, la danza del coleteo señala la distancia y dirección en que se encuentra el lugar de recolección. No hay que olvidar que el campo de acción de las abejas se extiende hasta algunos kilómetros en derredor de la colmena.

La danza de las recolectoras de polen la hacen en la misma forma que las recolectoras de miel. Efectuando asimismo danzas en redondo para los lugares próximos y danzas de coleteo para los lejanos, siguiendo las mismas normas correspondientes a rumbos

y distancias. Las pelotitas de polen con que llegan las pecoreadoras a la colmena constituyen ahora los mensajeros que indican la flor de que se trata.

Ahora bien, al observar lo ocurrido con la cantidad de abejas encontradas sobre las flores del cv. Edranol a los 0 metros, la baja cantidad de abejas encontradas puede ser explicada por la forma en que comunican la existencia de fuentes atractivas cercanas. Las abejas al utilizar la danza circular para señalar los árboles del cv. Edranol ubicados a 0 metros de la colmenas, no indicaron dirección de búsqueda ni distancia exacta, sólo indicaron que el alimento se encontraba cercano (hasta 50 metros de la colmena), y el tipo de flor a la que debían acudir. De esta manera las abejas salieron de sus colmenas y comenzaron a buscar determinados árboles; no obstante al salir se encontraron rodeadas por muchos árboles de palto (ya que el huerto elegido estaba rodeado por otros huertos de palto en floración), por lo que las abejas que debían ir a los árboles del cv. Edranol se vieron confundidas y visitaron otros árboles de palto que se encontraban cercanos. Es así como se explica que en la distancia 0 metros la cantidad de abejas encontradas haya sido menor.

Ahora, si observa lo ocurrido con las dos distancias restantes, la distancia a los 120 metros de las colmenas tuvo el doble de abejas que la distancia a los 240 metros de las colmenas. En este caso, claramente se puede observar que hubo efecto de la distancia de los árboles a las colmenas sobre la cantidad de abejas encontrada sobre las flores del cv. Edranol. Las abejas para indicar los árboles de Edranol que se encontraban a 120 metros y 240 metros de la colmena usaron la danza del coleteo, la que les indicó la distancia de la fuente, dirección y origen del alimento (néctar o polen), por lo que estas abejas fueron directamente a esos lugares sin equivocarse o sentirse confundidas por paltos cercanos, a diferencia de lo ocurrido con las abejas que fueron avisadas con la danza circular (0 metros). Las abejas dieron mayor aviso de la fuente de Edranol más cercana a la colmena (120 metros), que aquella fuente ubicada a los 240 metros, quedando de este modo demostrado el efecto de la

distancia. Este efecto podría haberse notado aún más si se hubiesen escogido más distancias intermedias entre los 100 metros y los 300 metros, lo anterior no se pudo realizar ya que sólo habían tres hileras del cv. Edranol en el huerto que correspondían a las utilizadas en este ensayo.

Es preciso señalar que las tres hileras de Edranol ofrecieron la misma cantidad de alimento a las abejas (Figura 9), por lo que la oferta de alimento no influyó en la mayor cantidad de abejas encontradas a los 120 metros. La mayor cantidad de abejas halladas a los 120 metros está directamente relacionada con la distancia a las colmenas, donde hubo una clara preferencia de las abejas por ir a los 120 metros y no así a los 240 metros.

4.2. Efecto de la exposición norte y sur de los árboles sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Edranol:

El análisis efectuado para determinar la relevancia de la exposición norte y sur dio como resultado que hay una diferencia significativa entre la exposición norte y sur sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto ($\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$) en las flores de Edranol (Figura 6). Por el contrario no se encontró una diferencia significativa de la interacción distancia x orientación, sobre el número de $\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$ en las flores de Edranol (Cuadros 2 y 3).

El hecho que la exposición norte presentara más abejas que la exposición sur, concuerda con lo expuesto por CASTAÑEDA (2000), quien señala que las abejas prefieren visitar los sectores de los árboles más iluminados que aquellos más sombríos. En general, los sectores más iluminados presentan mayor cantidad de flores que aquellos lugares más sombríos. En el caso del cultivar Edranol éste no fue así, ya que la cantidad de flores abiertas fue igual en ambas exposiciones (Figura 10).

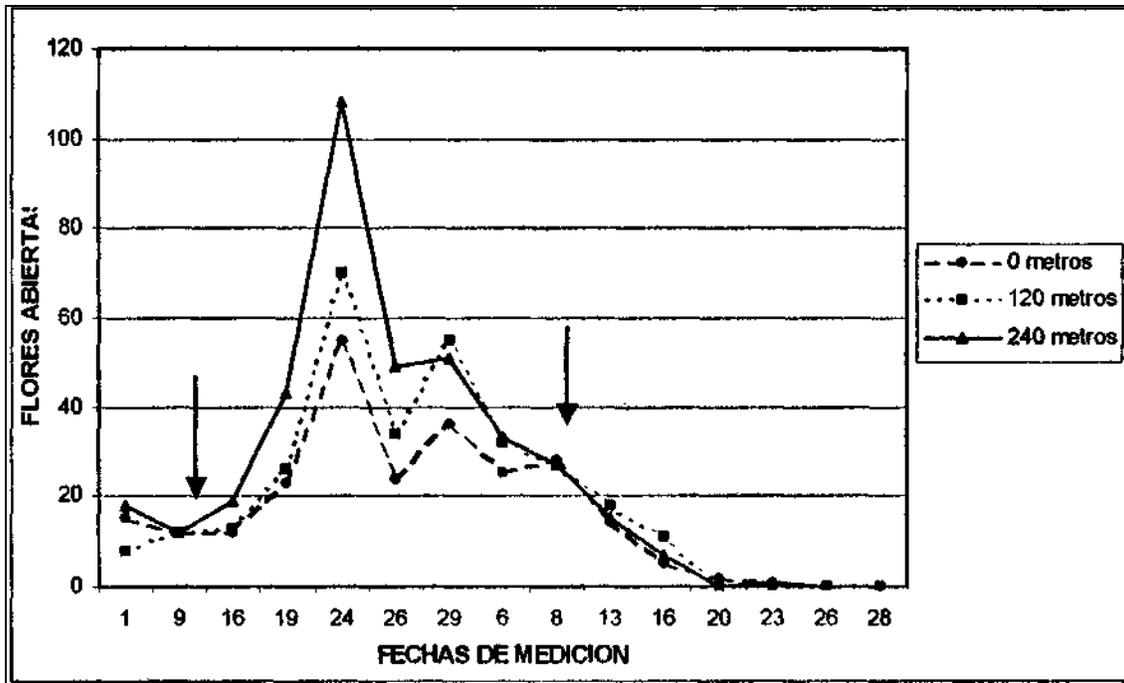


FIGURA 9. Promedio del número de flores abiertas encontradas en el cv. Edranol en tres distancias de medición. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

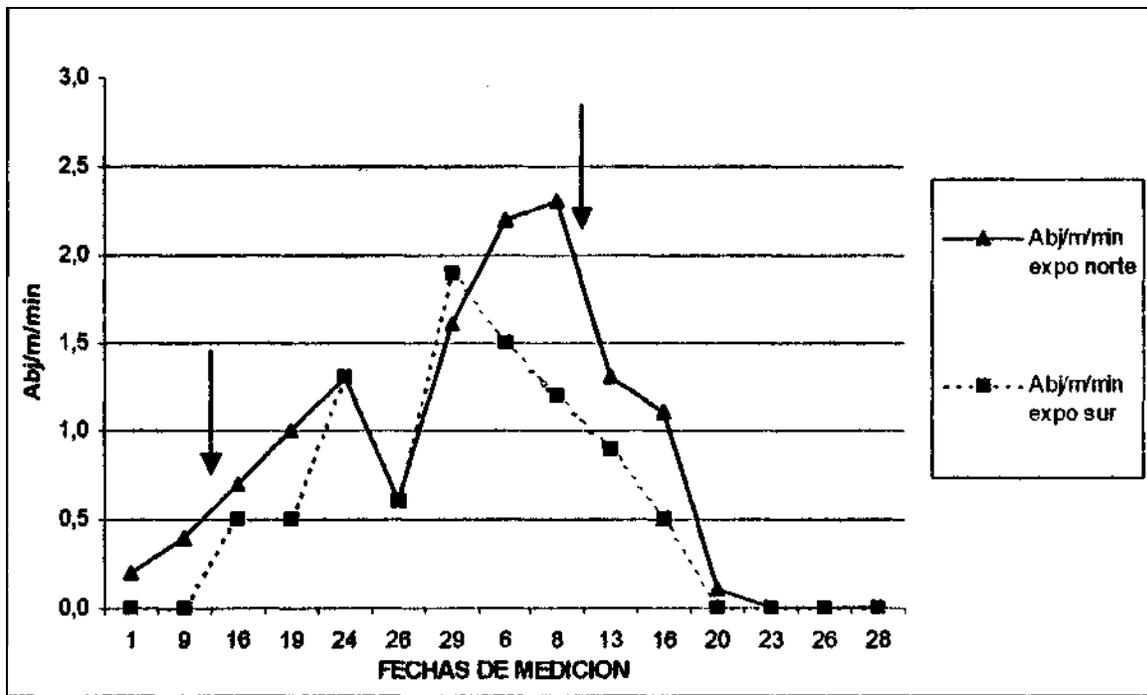


FIGURA 6. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto ($Abj/m^2/min$) encontradas sobre las flores del cultivar Edranol en la exposición norte y sur de los árboles. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

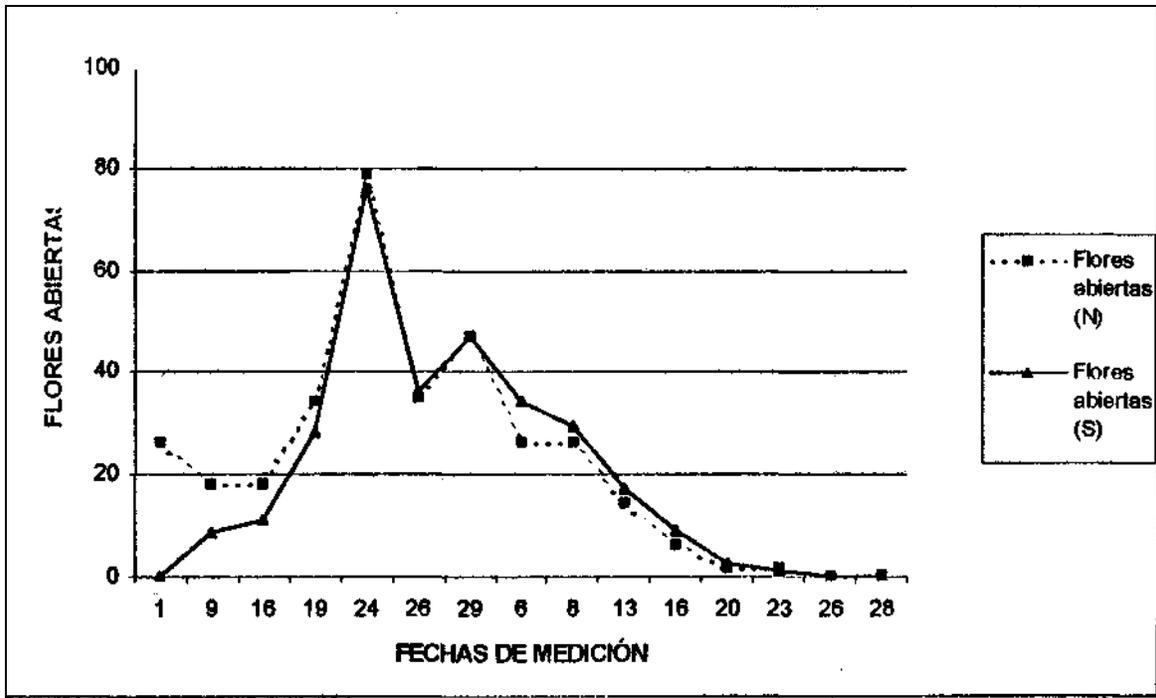


FIGURA 10. Promedio del número de flores abiertas encontradas en la exposición norte (N) y sur (S) de los árboles de Edranol.

Esto descarta la posibilidad de haber atribuido la mayor cantidad de abejas encontradas en la exposición norte a una posible mayor cantidad de flores abiertas en esa exposición.

CUADRO 2. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto (abj/m²/min) encontradas en las flores del cv. Edranol, en la exposición norte y sur.

EXPOSICION	NUMERO DE (abj/m ² /min)
NORTE	0,8 b
SUR	0,5 a

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

CUADRO 3. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto (abj/m²/min) encontradas de la interacción distancia x exposición (DIST x EXPO) en el cv. Edranol.

DIST x EXPO	NUMERO DE (abj/m ² /min)
0 MTS. ; NORTE	0,8 a
120 MTS.; NORTE	0,4 a
240 MTS. ; NORTE	1,2 a
0 MTS. ; SUR	0,8 a
120 MTS.; SUR	0,4 a
240 MTS. ; SUR	0,3 a

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

El análisis empleado anteriormente para el cv. Edranol fue usado también para el cv. Hass, usando las mismas distancias de Edranol (0m,120m,240m). Lo anterior se hizo con la finalidad de poder comparar las dos variedades.

4.3. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Hass a tres distancias de las colmenas (0m, 120m, 240m).

Usando las mismas distancias de medición utilizadas en Edranol, el análisis de la densidad de abejas en el cultivar Hass no mostró diferencia estadística entre las tres

CUADRO 4. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto (abj/m²/min) sobre las flores del cv. Hass, a tres distancias de las colmenas.

DISTANCIAS	NUMERO DE (abj/m ² /min)
0 METROS	0,4 a
120 METROS	0,6 a
240 METROS	0,8 a

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

A diferencia de lo ocurrido en el cv. Edranol, el cv. Hass presentó el mismo número de abejas en cada una de las distancias de medición. Este resultado concuerda con lo arrojado en el análisis de las seis distancias en Hass, donde se explica lo obtenido por la gran movilidad de las abejas y por la escasa oferta de alimento que ofreció el huerto a las abejas, lo que condicionó que éstas lo buscaran en otras flores.

Esta diferencia entre los dos cultivares posiblemente se debió a que la variedad juega un rol más importante que la distancia a la hora de señalar una fuente de alimento y a la escasa floración que presentó el huerto de Hass, lo que dejó a los árboles de Edranol como los más atractivos dentro del huerto, ya que presentaron una abundante floración. Esta abundante floración que presentaron los árboles de Edranol permitió que en este cultivar se reflejara el efecto de la distancia de los árboles a las colmenas sobre la cantidad de abejas encontradas en las flores. Por el contrario, como se explicó anteriormente la escasa floración del cv. Hass no permitió que se manifestara el efecto de la distancia. El cv. Edranol es más atractivo para las abejas que el cv. Hass por las razones que más adelante se mencionan.

Solamente a los 240 metros el cv. Hass presentó un mayor promedio de abejas por metro cuadrado por minuto que el cv. Edranol. Y a los 120 metros el cv. Edranol presentó casi el doble de abejas que el cv. Hass a la misma distancia, o sea que solamente el cv. Edranol fue más atractivo que el cv. Hass a los 120 metros. En

general las medias indican que estadísticamente los dos cultivares presentaron igual número de abejas por metro cuadrado por minuto ($\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$). Esta comparación entre las dos variedades sería válida si la cantidad de $\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$ medida en ambos cultivares se hubiese producido en el mismo período de tiempo. Esto no ocurrió así ya que la totalidad de $\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$ en Edranol se encontraron en un período de tiempo anterior a la cantidad de $\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$ encontradas en Hass (Figura 12). La razón de por qué la mayoría de las abejas en el cv Edranol y cv Hass se encontraron en períodos diferentes se explica más adelante (punto 4.5.).

4.4. Efecto de la exposición norte y sur de los árboles sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Hass:

La exposición norte y sur no presentó diferencias significativas en el número de abejas por metro cuadrado por minuto ($\text{abj}/\text{m}^2/\text{min}$). La interacción producida entre las distancias y las exposiciones tampoco fue significativa. (Cuadro 5 y 6).

A diferencia de lo ocurrido con el cv. Edranol, el efecto de la exposición no fue significativo para el cv. Hass. Las abejas no presentan limitación en visitar las flores más iluminadas (exposición norte) ni las más sombrías (exposición sur). Esto debido posiblemente a que las flores de la exposición norte y sur presentaban una similar oferta de alimento. Además influyó el hecho que el huerto de palto presentara una escasa floración, por lo que las abejas que visitaron las flores de estos árboles debieron visitar todas las flores, sin importar la exposición que estas tuvieran a fin de poder satisfacer su demanda de néctar. De esta manera la escasez de alimento (flores) que tuvo el huerto para las abejas, no permitió que el efecto de la exposición se manifestara, dando como resultado que el número de abejas en la exposición norte fuera igual al número de abejas de la exposición sur.

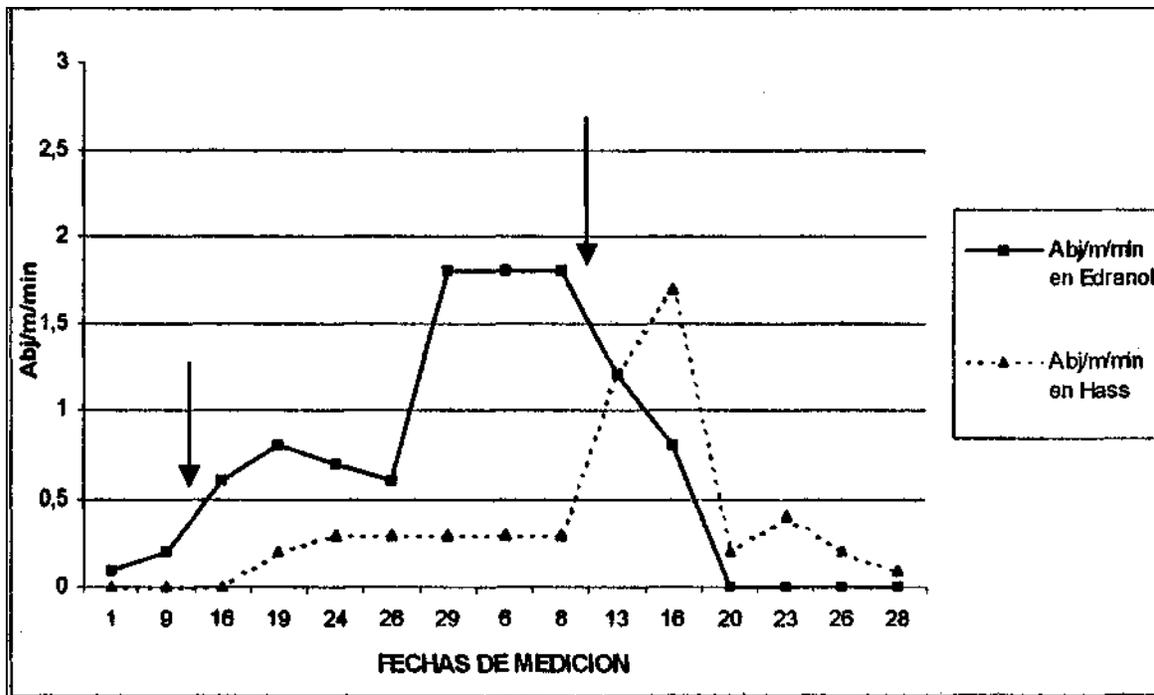


FIGURA 12. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cv. Edranol y Hass. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

(abj/mVmin) sobre las flores del cv. Hass en la exposición norte y sur de los árboles.

EXPOSICIÓN	NUMERO DE (abj/m ² /min)
NORTE	0,6 a
SUR	0,5 a

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

CUADRO 6. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto (abj/m²/min) encontradas de la interacción distancia x exposición (DIST x EXPO) sobre las flores del cv Hass.

DIST x EXPO	NUMERO DE (abj/m ² /min)
0 MTS.; NORTE	0,4 a
0 MTS.; SUR	0,4 a
120 MTS.; NORTE	0,6 a
120 MTS.; SUR	0,6 a
240 MTS.; NORTE	0,9 a
240 MTS.; SUR	0,6 a

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

Durante las mediciones se pudo observar que las abejas al llegar a un determinado árbol, visitaban todas las áreas de la copa que presentaban flores, incluso visitaban aquellas flores que se encontraban al interior de la copa de los árboles, por lo que el efecto de la luz no determina mayor o menor número de abejas en un árbol con escasa floración.

4.5. Efecto del momento de ingreso de colmenas al huerto de palto y efecto del número de flores abiertas durante el período de floración del palto, sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto en el cv. Hass:

El ingreso de las colmenas al huerto se realizó en dos oportunidades, el primer

los árboles de Hass escogidos con una floración normal, presentaban el 10 y 50 por ciento de su copa cubierta con flores, respectivamente.

Al no existir diferencia estadística entre el número de abejas encontradas en las distintas distancias, se promediaron las dos exposiciones (norte y sur), y las seis distancias, de manera de obtener el número de abejas promedio en las flores de Hass (Figura 5).

En el cv. Hass se comenzó a observar actividad de abejas luego del primer ingreso de colmenas al huerto, esta actividad fue constante hasta el segundo ingreso de colmenas (Figura 5). Luego del segundo ingreso se pudo observar que hubo un aumento notorio en el número de abejas, el que descendió rápidamente a partir del 20 de noviembre. Este aumento en Hass no tuvo relación con el número de flores abiertas, ya que en todas las distancias de medición, incluyendo ambas exposiciones, la correlación no fue significativa entre el número de abejas y el número de flores abiertas durante todo el período de floración (Figura 7). El promedio de flores abiertas en Hass fue casi constante durante el período de floración, presentando un pequeño aumento a fines de octubre (Figura 7).

Durante el período de floración de Hass fue común observar que en días nublados y fríos muchas flores de Hass no abrían, por lo que la cantidad de flores abiertas disminuía bastante. Lo anterior no influyó en la cantidad de abejas presentes en las flores. La nula asociación encontrada entre el número de flores abiertas y el número de abejas se debe principalmente a que la abeja no presenta inconvenientes para visitar las flores del palto, que por efecto del clima se encuentran cerradas o semi cerradas (estado de copa), ya que éstas de igual modo recolectan néctar de las flores al introducir su probóscide entre los sépalos de flores cerradas. Esta correlación negativa también se observó cuando, al existir flores abiertas las abejas no visitaban estas flores. Más aún, fue común observar que habiendo muchas flores abiertas las

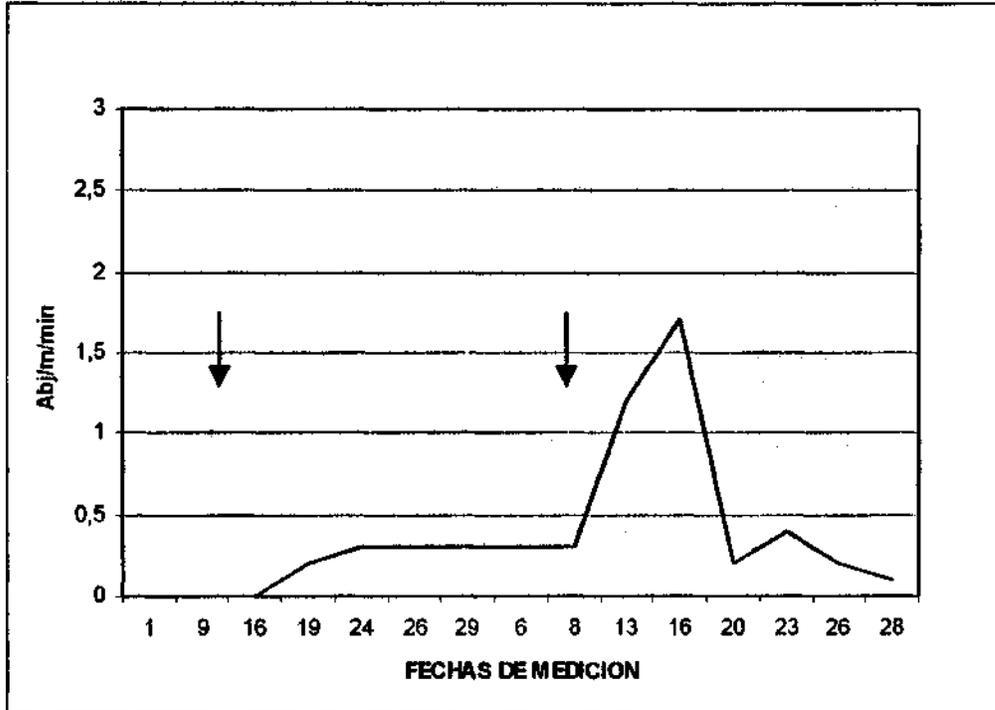


FIGURA 5. Promedio de las seis distancias de medición del número de abejas por metro cuadrado por minuto (Abj/m/min) encontradas sobre las flores del cv. Hass. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

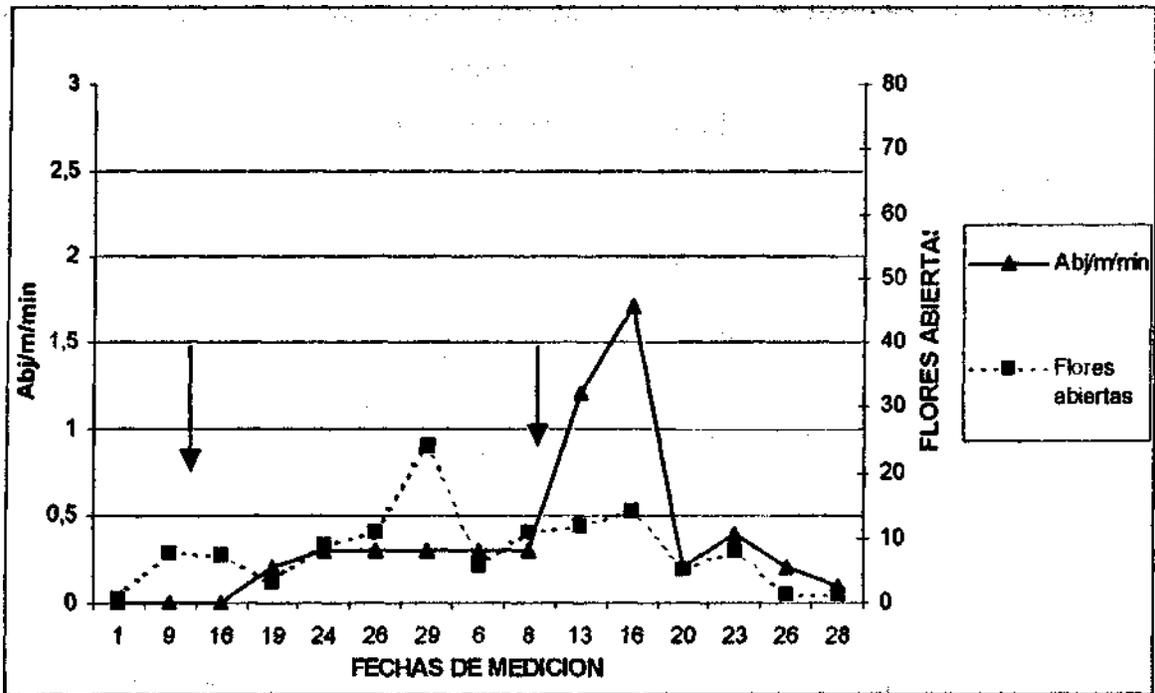


FIGURA 7. Promedio del numero de flores abiertas y del número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas en los árboles del cultivar Hass. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

abejas preferían visitar flores cerradas. Este comportamiento jugaría un rol detrimental para la polinización de las flores, ya que las flores al estar cerradas limitarían que las abejas contacten el estigma del pistilo con las zonas de su cuerpo que acarrear polen, reduciendo la posibilidad de que esas flores se polinicen de forma adecuada.

La Figura 5 muestra claramente que existe una marcada diferencia en el número de abj/mVmin encontradas sobre las flores de Hass entre los períodos comprendidos entre el 16 de octubre al 8 de noviembre, entre el 13 y al 16 de noviembre y entre el 20 al 28 de noviembre. Estos tres períodos fueron analizados para las seis distancias de los árboles de Hass a las colmenas a fin de determinar si existe diferencia significativa en el número de abejas encontrado en cada uno de los períodos (Cuadro 7).

CUADRO 7. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cultivar Hass, en tres períodos de evaluación.

Períodos	Número de abj/m ² /min
1 oct. – 8 nov.	0.16 a
13 nov. – 16 nov.	1.40 b
20 nov. – 28 nov.	0.21 a

Letras iguales indican tratamientos similares usando Tukey al 5%.

Del análisis de los tres períodos se obtuvo que el segundo período (13-16 nov.) recibió mayor cantidad de visitas de abejas a la flores en comparación con el primer y tercer período, resultando ser estadísticamente estos dos períodos iguales. Además no se encontró interacción entre la distancia y los períodos.

La mayor cantidad de abejas encontradas en el período 13-16 de noviembre se debió principalmente al segundo ingreso de colmenas al huerto, efectuado el 9 de noviembre. Lo ocurrido en los tres períodos se discutirá más adelante.

4.6. Efecto del momento de ingreso de colmenas al huerto de palto y efecto del número de flores abiertas durante el período de floración del palto, sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto en el cv. Edranol:

En el cv. Edranol a diferencia de lo ocurrido en el cv. Hass, la presencia de abejas en las flores comenzó antes del primer ingreso de colmenas, esto se produjo ya que en el huerto de cerezos ubicado en el deslinde noreste del huerto de palto habían seis colmenas de abejas con la finalidad de polinizar los cerezos. Finalizada la floración de los cerezos (1 octubre), las abejas se vieron obligadas a buscar otras flores como fuente de alimento, ésto se pudo apreciar en el cv. Edranol al encontrarse abejas antes del ingreso de las colmenas. Lo anterior no sucedió en el cv. Hass, ya que como se explica más adelante este cultivar fue menos atractivo para las abejas en este ensayo (Figura 8).

A diferencia de lo ocurrido en Hass el segundo ingreso de colmenas al huerto no tuvo impacto sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto (abj/mVmin) (Figura 8). Claramente se nota que luego del segundo ingreso de colmenas, el número de abejas desciende bruscamente a partir del 8 de noviembre.

En relación al número de flores abiertas en Edranol hay que mencionar que las tres distancias presentaron igual número de flores abiertas entre ellas y no se observó diferencia entre la cara norte y sur de los árboles (Figuras 9 y 10).

En las tres distancias y exposición (norte-sur), de este cultivar se encontró una correlación positiva entre el número de flores abiertas y la cantidad de abejas que visitaban las flores de Edranol (Figura 11).

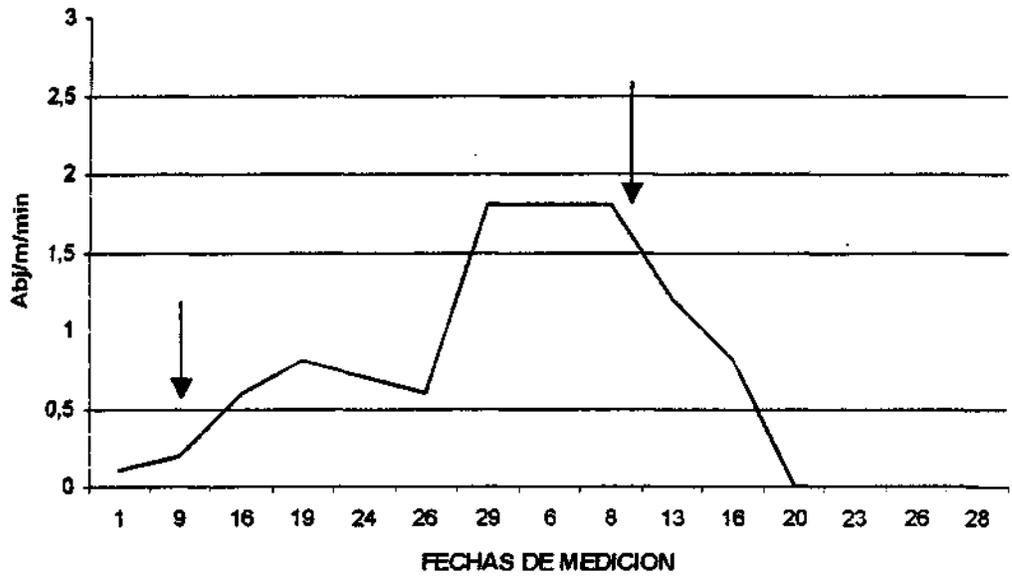


FIGURA 8. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores del cultivar Edranol. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

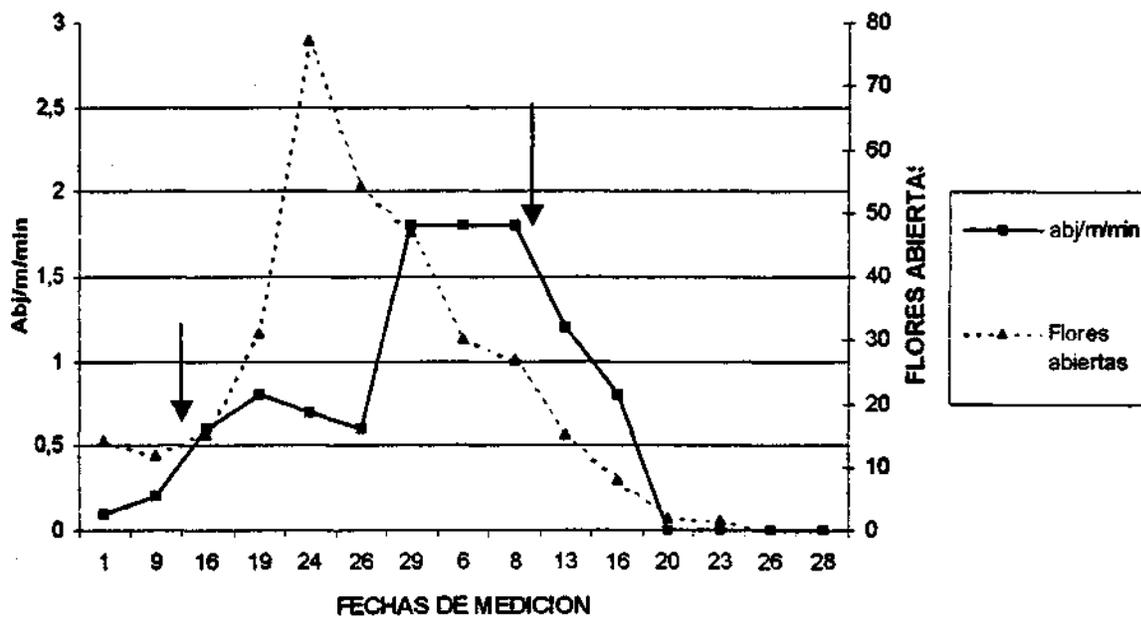


FIGURA 11. Promedio del número de abejas por metro cuadrado por minuto (Abj/m/min) y de flores abiertas encontradas sobre el cv. Edranol. Las flechas indican el momento de ingreso de las colmenas.

Se aprecia que el máximo de flores abiertas en Edranol se produjo la tercera semana de octubre. Al comenzar a bajar la cantidad de flores abiertas en Edranol, la cantidad de abejas en las flores también comenzó a descender. Este descenso en el número de abejas a partir del 8 de noviembre se debió a la disminución de flores abiertas (aproximándose al fin de floración). Ya desde el 20 de noviembre la cantidad de flores abiertas es nula al igual que la cantidad de abejas.

A diferencia de lo observado en Hass la apertura floral de Edranol no se vio afectada por los días nublados y fríos, por lo que siempre hubo flores abiertas independientemente del factor clima. Además, durante las mediciones se pudo apreciar que las abejas visitaban solamente flores abiertas en el cv. Edranol, a diferencia de lo ocurrido en el cv. Hass, por lo que la eficiencia polinizadora de la abeja sobre este cultivar es mayor que en el cv. Hass.

4.7. Atracción producida entre el cv. Hass y Edranol sobre el número de abejas por metro cuadrado por minuto encontradas sobre las flores de estos dos cultivares.

Al observar el número promedio de abejas en Hass y Edranol (Figura 12), se observa que al comenzar el descenso del número de abejas en Edranol (13-nov.), comienza también el aumento del número de abejas en Hass. Esto en el caso de Edranol se debió a la escasa oferta floral que presentaba en ese momento, y en el caso de Hass el aumento se atribuye a dos sucesos: las abejas al no encontrar en el cv. Edranol una fuente atractiva de alimento, por la baja cantidad de flores abiertas (fin floración), debieron acudir a el cv. Hass produciéndose el aumento en el número de abejas, condicionado además por el segundo ingreso de colmenas al huerto (9 nov). Este aumento notorio en el número de abejas que se produjo en el cv Hass, solo duró un par de días, ya que a partir del 20 de noviembre la cantidad de abejas disminuyó como consecuencia del término de la floración en Hass.

En la Figura 12 se observa que el cv. Edranol fue más visitado por abejas que el cv.

i

Hass. Además, el cultivar Edranol presentó una marcada diferencia con el cultivar Hass en el número de flores abiertas (Figura 13). Esto se debe principalmente a que el árbol de Edranol presenta inflorescencias con pedúnculos más chicos, compactas y con mayor número de flores que Hass, por lo que la cantidad de flores abiertas es mayor en el cv. Edranol que en el cv. Hass. Por tanto, a la abeja le resultó ser más atractivo visitar árboles de Edranol que árboles de Hass, ya que estos últimos ofrecieron una baja cantidad de flores en comparación a Edranol, además existió una alta correlación entre el número de flores abiertas en Edranol y el número de abj/m²/min (Figura 11).

La mayor atracción del cv. Edranol sobre las abejas en comparación con el cv. Hass se refleja también en que solamente en el cv. Edranol se observó una actividad anticipada de las abejas antes del ingreso de las colmenas, debido a que las abejas que estaban en los cerezos prefirieron ir al cv Edranol y no al cv Hass. Además, se puede observar en la Figura 7 que las abejas, teniendo oferta de flores en el cv. Hass durante todo el mes de octubre, fueron capaces de visitar en mayor cantidad las flores de Hass sólo cuando descendió la cantidad de abejas en el cv. Edranol (Figura 12). Esta baja cantidad de abejas en octubre en el cv. Hass se produjo debido a que las abejas se encontraban en las flores del cv. Edranol (Figura 11). Estos hechos demuestran que el cv. Edranol es más atractivo para las abejas que el cv. Hass.

La cantidad de flores abiertas en el cv. Hass no tiene mayor relevancia para la abeja al momento de visitar las flores de estos árboles. Esto concuerda con lo señalado por TSH-AM y ETSTKOWTTCH (1998), donde la densidad de abejas sobre el cultivar Hass fue muy elevada al final del período de floración de ese cultivar, momento en que la densidad de flores era muy baja. Durante la mayor parte del período de floración del cv. Hass en el presente ensayo, las abejas prefirieron ir a otros cultivos y

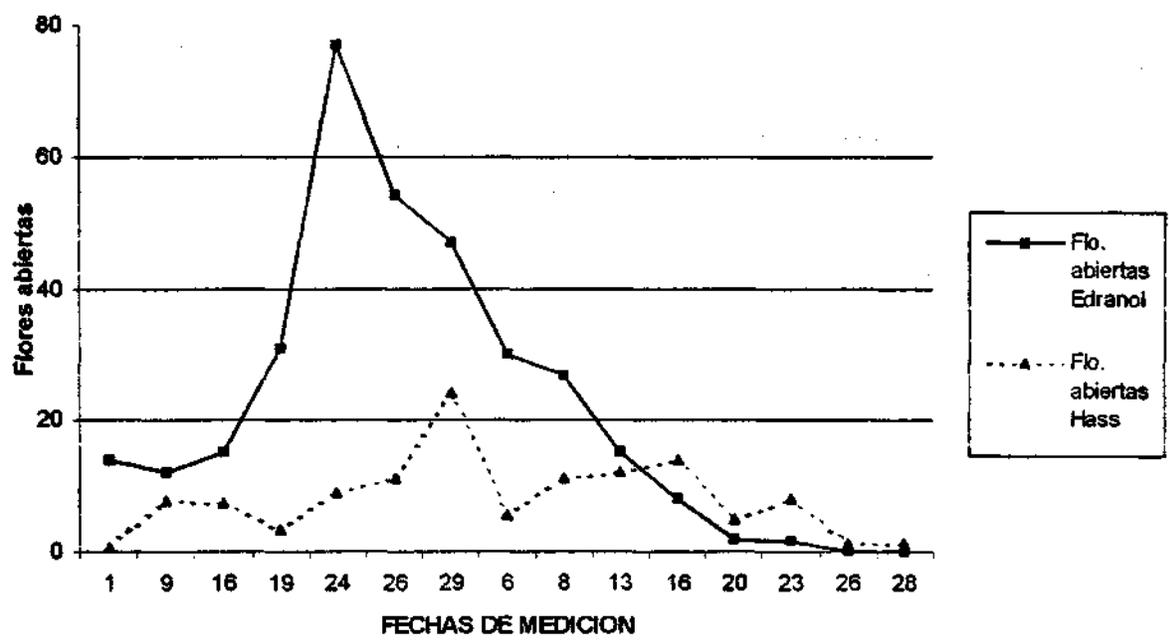


FIGURA 13. Promedio del número de flores abiertas encontradas durante el período de floración del cv. Edranol y Hass.

no visitaron las flores de los árboles de Hass, esto se debió a la escasa floración que presentó el huerto, siendo este poco atractivo para las abejas.

Lo anteriormente expuesto indica que el cv. Hass no fue de gran atracción para las abejas debido a la escasa floración que tuvo el huerto, siendo esto menos relevante para el cv. Edranol.

4.8. Determinación del porcentaje de polen corbicular de palto recolectado por *Apis mellifera* en un huerto de palto en la localidad de Quillota.

Del análisis efectuado a cada muestra de polen recolectada a tres colmenas se obtuvo que las abejas colectan una cantidad muy baja de polen corbicular de palto (Cuadro 8).

CUADRO 8. Porcentaje de polen corbicular de palto recolectado por las abejas durante el período de floración del palto, correspondiente a tres colmenas.

Fecha	Colmena 1	Colmena 2	Colmena 3
29-10-01	4%	2%	2%
02-11-01	6%	2%	2%
06-11-01	2%	1%	1%
10-11-01	3%	1%	0.5%
13-11-01	4%	1%	4%
16-11-01	5%	1%	4%
20-11-01	2%	1%	2%
23-11-01	0.8%	0.3%	1%
27-11-01	0%	0%	0.2%
30-11-01	0%	0%	0%
04-12-01	0%	0%	0%

Este resultado concuerda con los obtenidos por ISH-AM y EISDCOWITCH (1998) en Israel, y por VITHANAGE (1990) en Australia. La baja cantidad de polen que recolectan las abejas de los paltos podría deberse a lo señalado por ISH-AM y

EISIKOWITCH (1998), quienes sostienen que la baja atracción que presentan las flores del palto hacia las abejas se debe a que el néctar y polen de las flores no estarían adaptados a las necesidades de las abejas. También podría ser un factor importante el hecho que estas dos especies (palto-abeja), no sean originarias del mismo lugar, por lo que no han desarrollado aún mecanismos adaptativos entre estas especies (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998; VITHANAGE, 1990).

Lo señalado anteriormente por estos autores, no parece tener importancia en Chile, debido a que las colonias de abejas utilizadas para realizar la polinización del palto son capaces de almacenar miel cuando tienen una abundante oferta floral, por lo tanto, el néctar del palto es atractivo para las abejas (DE LA CUADRA, 2002*). Hay que decir que los problemas que se presentan en Israel en relación a la poca atracción que tienen las flores de los paltos sobre las abejas, no se dan en la condición de la zona central de Chile. Estos problemas en Israel son principalmente por competencia entre los paltos y otros cultivos como cítricos y mostaza, los que florecen en los mismos períodos de floración que los paltos y de esta manera atraen a las abejas dispuestas para la polinización de éstos.

La densidad de abejas en los árboles tiene un efecto importante en la cantidad de polen que éstas recolectan. En Israel, la cantidad de polen de palto llegó a representar el 50% del total recolectado en las trampas de polen, sólo cuando la cantidad de abejas aumentó de 3 a 40 por árbol. Este resultado nos señala que las abejas son capaces de recolectar en un determinado momento una gran cantidad de polen de palto (50%), de este modo no es correcto determinar que el polen de esta especie no estaría adaptado a las necesidades de las abejas.

* DE LA CUADRA, S. Ing. Agrónomo. 2002. Asesor en Apicultura. Comunicación personal.

Por otro lado, se ha señalado que las abejas se limpian el polen de palto que les queda sobre su cuerpo luego de visitar flores al estado masculino (ISH-AM y ETSTKOWTTCH, 1993). Durante las mediciones hechas en Quillota, fueron vistas aproximadamente 30 abejas posadas sobre hojas de palto limpiando su cuerpo, expulsando de esta forma el polen de palto, lo que disminuye la eficiencia de la abeja como polinizador.

El hecho que las abejas recolecten poco polen de palto, no tendría mayor relevancia para la polinización de este cultivo, ya que según lo señalado por ISH-AM y ETSTKOWTTCH (1998), solamente las abejas que buscan néctar y néctar + polen son las encargadas de producir la deseada polinización al moverse entre flores al estado femenino y masculino en busca de néctar, y a que las abejas que van en busca de néctar o néctar + polen a las flores al estado masculino, quedan con granos de polen en determinadas zonas de su cuerpo (Figura 4). Al cambiarse las mismas abejas en busca de néctar a las flores al estado femenino contactan el estigma de las flores con las mismas zonas que contactaron las anteras en las flores al estado masculino produciendo de esta forma la polinización. Las abejas que van solamente en busca de polen no visitan las flores al estado femenino por lo que no contribuyen a la polinización de las flores al estado femenino.

El análisis del tamaño del grano de polen de palto recolectado en las trampas fue de 46.75 ± 3.39 micrometros, el que es considerado de tamaño medio, según PTZARRO (2002)*. De acuerdo a lo expresado por RALLO (1986), las abejas presentan preferencia por polen de tamaño medio a pequeño, por lo tanto, el tamaño del grano de polen del palto no es un factor que determine la poca cantidad de polen recolectado por las abejas.

En general, el tamaño del polen corbicular de palto que forman las abejas es más chicos que otros polen corbiculares presentes en la muestra. Al estado fresco presenta un color amarillo claro, que al secarse cambia a un color café que corresponde al 464 C del PANTONE.

4.9. Relación del número de abejas encontradas sobre las flores de los paltos con factores climáticos:

Los valores utilizados de temperatura, viento, radiación, humedad relativa, corresponden al promedio calculado entre las 11 AM y 16 PM de cada día de medición (Cuadro 9).

CUADRO 9. Datos promedio de temperatura, humedad relativa, radiación y viento, obtenidos entre las 11 AM y 16 PM para cada fecha de medición en octubre y noviembre en la localidad de Quillota.

FECHA	T° (°C)	HR (%)	RAD (w/m2)	VIENTO (m/s)
1-Oct.	23	44	688	1,3
9-Oct.	25	49	658	1,5
16-Oct.	14	89	153	1
19-Oct.	16	77	203	0,6
24-Oct.	19	65	737	2,2
26-Oct.	20	57	770	2,8
29-Oct.	25	48	769	2,1
6-Nov.	22	44	774	2,7
8-Nov.	18	65	363	1,7
13-Nov.	22	54	794	2,8
16-Nov.	26	43	800	2,5
20-Nov.	22	50	834	2
23-Nov.	23	48	846	3
26-Nov.	27	39	824	2,3
28-Nov.	29	36	817	2,5

Fuente: Estación meteorológica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

4.9.1. Temperatura

Según ALVARES (1995) y MONZÓN (1998) la abeja se muestra activa a partir de los 12°C. En el Cuadro 9 se observa que la temperatura promedio más baja y más alta de todas las mediciones fue de 14°C y 29°C respectivamente. Los valores de temperatura se mantuvieron dentro del rango óptimo de trabajo descrito para la abeja melífera, por lo que la abeja no tuvo limitación de salir a pecorear por efecto de la temperatura. Por otro lado, no hubo correlación entre la temperatura promedio y el número de abejas encontradas en cada una de las distancias y orientación de Hass. Lo mismo ocurrió para el cultivar Edranol.

4.9.2. Humedad relativa, Radiación, Viento.

Cada uno de estos tres factores no tuvo correlación con el número de abejas encontradas. Esto ocurrió en todas las distancias de medición y en ambas orientaciones, tanto para el cultivar Hass como Edranol.

La velocidad promedio del viento más alta fue de 10 km/h, este valor no afectó la actividad de vuelo de la abeja, ya que ésta suspende sus vuelos con valores superiores a 25 km/h. En relación a la radiación ésta fue casi siempre superior a los 300 Watts por metro cuadrado que se señalan como limitantes para la actividad de la abeja (ALVARES, 1995 y MONZÓN, 1998), exceptuando los días 9 y 16 de octubre que presentaron menos de 300 Watts por metro cuadrado. En estos días nublados no hubo presencia de abejas en el cultivar Hass. Lo anterior no ocurrió para el cultivar Edranol, en que sí hubo actividad de abejas; así queda demostrada la preferencia de las abejas por este cultivar, ya que fueron capaces de visitar al cv. Edranol pero no al cv. Hass bajo las mismas condiciones limitantes para el pecoreo.

Ni la temperatura, humedad relativa, radiación y viento presentaron condiciones extremas que pudiesen afectar el trabajo y actividad de las abejas.

4.10. Otros datos:

Comenzando el 1 de octubre hasta el 24 de octubre se contabilizó el número de flores que visitaba una abeja durante un minuto en cada árbol de medición, tanto para el cv. Hass y Edranol. Para el cv. Hass una abeja visita como promedio siete flores por minuto recolectando néctar. Este valor disminuye cuando las abejas visitan flores cerradas o al estado de copa, ya que deben esforzarse más en una flor cerrada para obtener néctar. Para el cv. Edranol una abeja visita en promedio diez flores por minuto recolectando néctar y néctar + polen. Estos valores son similares a los encontrados por QUIÑONEZ et al. (1999) e ISH-AM et al. (1999), citados por CASTAÑEDA (1999), EQUIHUA (1999), VALDEZ (1999), BARRIENTOS (1999), ISH-AM (1999), GAZIT (1999). Durante las mediciones se observaron a dos abejas recolectando solamente polen en Hass y a tres en Edranol, en general éstas visitaron alrededor de 20 flores por minuto. La permanencia en las flores era de unos pocos segundos que les bastaba para recolectar polen con sus dos primeros pares de patas.

A partir del 26 de octubre hasta el 28 de noviembre se contabilizó el número de abejas por árbol que se encontraban buscando: néctar, néctar + polen, polen. Esta medición se realizó dando una vuelta al árbol por un minuto para cada árbol de medición en Hass y Edranol (Cuadros 10 y 11).

Durante estas mediciones se pudo observar que la recolección de polen por parte de las abejas en el cv. Edranol, se produjo solamente cuando las flores de esta variedad se encontraban en el estado masculino con el polen expuesto. En el cv. Hass (el principal del huerto), se observó que cuando las flores estaban en el estado masculino, liberando el polen de sus tecas, las abejas no buscaban polen sobre estas flores. Esto

podría ser otra razón de la baja cantidad de polen de palto encontrado en las trampas de polen.

CUADRO 10. Porcentaje de abejas que recolectaban néctar, néctar + polen o solo polen sobre las flores del cultivar Edranol, en diez fechas de medición.

Fecha	Nectar %	Nec+Polen %	Polen %	Total de abejas/día
26-Oct	79	21	0	14
29-Oct	38	59	3	39
07-Nov	86	14	0	50
08-Nov	63	37	0	68
13-Nov	52	48	0	29
16-Nov	46	54	0	30
20-Nov	100	0	0	1
23-Nov	0	0	0	0
26-Nov	0	0	0	0
28-Nov	0	0	0	0

CUADRO 11. Porcentaje de abejas que recolectaban néctar, néctar y polen o solo polen sobre las flores del cultivar Hass, en diez fechas de medición.

Fecha	Nectar %	Nec+Polen %	Polen %	Total de abejas/día
26-Oct	100	0	0	19
29-Oct	81	15	4	32
07-Nov	100	0	0	35
08-Nov	100	0	0	37
13-Nov	100	0	0	75
16-Nov	100	0	0	139
20-Nov	100	0	0	29
23-Nov	100	0	0	43
26-Nov	100	0	0	15
28-Nov	100	0	0	6

5. CONCLUSIONES

1.- No existe diferencia estadísticamente significativa en el número de abejas por metro cuadrado por minuto entre las distintas distancias de los árboles de palto a las colmenas en el cultivar Hass, debido posiblemente a la escasa floración que presentó el huerto. En el cultivar Edranol se produjo diferencia estadísticamente significativa en el número de abejas encontradas sobre las flores en las distintas distancias medidas.

2.- El ingreso de las colmenas al huerto de palto tuvo como consecuencia un aumento en la cantidad de abejas encontradas en ambos cultivares. El efecto de un segundo ingreso de colmenas al huerto de palto se vio reflejado solamente en el cv. Hass. En el cv. Edranol no hubo un aumento en la cantidad de abejas luego del segundo ingreso.

3.- Para el cv. Hass no hubo diferencia estadísticamente significativa en el número de abejas encontradas en la exposición norte y en la exposición sur, posiblemente debido a la baja floración que presentó el huerto. Para el cv. Edranol hubo diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de abejas encontradas en la exposición norte y sur al presentar la exposición norte mayor cantidad de abejas.

4.- Para el cv. Hass no existió correlación positiva entre la cantidad de flores abiertas y el número de abejas que visitaban las flores. Para el cv. Edranol se encontró una correlación positiva entre la cantidad de flores abiertas y el número de abejas encontradas visitando las flores.

5.- El cultivar Edranol tuvo mayor cantidad de abejas/m²/minuto que el cv. Hass, debido a que el cv. Edranol tuvo mayor cantidad de flores que el cultivar Hass, y

además a que sólo en el cv. Edranol existió una correlación positiva entre las flores abiertas y la cantidad de abejas.

6.- Las abejas recolectan en sus corbículas un porcentaje muy bajo de polen de palto, llegando a representar como máximo un 6 % del total de polen recolectado por éstas.

6. RESUMEN

La investigación se realizó en un huerto de paltos cv. Hass de 3,5 ha ubicado en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía ubicada en Quillota, V región. Las mediciones se llevaron a cabo dos veces por semana durante todo el período de floración del huerto de palto correspondiente al cv. Hass, que tenía como polinizante al cv. Edranol.

Una de las causas de la baja producción se ha atribuido a la poca efectividad que presentaría la abeja de miel para polinizar las flores de palto. Por lo que se hace necesario conocer el comportamiento que presenta *Apis mellifera* en cuanto a la actividad polinizadora en este cultivo.

Para evaluar el comportamiento de la abeja dentro del huerto se dispusieron seis distancias de las colmenas a los árboles en el cv. Hass (0m, 60m, 120m, 180m, 240m, 300m) y tres distancias en el cv. Edranol, con la finalidad de verificar si existe efecto de la distancia de las colmenas a los árboles sobre el número de abejas presentes sobre las flores del palto. Además, en estas distancias se contabilizó el número de flores abiertas presentes en los árboles y la cantidad de abejas presentes en la exposición norte y sur de éstos, para así poder determinar cómo afecta la cantidad de flores abiertas y la exposición al número de abejas encontradas. El ingreso de las colmenas al huerto de palto se realizó en dos oportunidades, con la idea de verificar si existe cambio en la cantidad de abejas que visitan las flores de los paltos luego de los dos ingresos de colmenas al huerto. También con el uso de trampas de polen se cuantificó el polen de palto.

De las mediciones realizadas al cv. Hass se obtuvo que entre las seis distancias escogidas no hubo diferencia en el número de abejas encontradas. Tampoco hubo diferencia en el número de abejas encontradas en las exposiciones norte y sur de los árboles. No hubo correlación entre la cantidad de flores abiertas y la cantidad de abejas encontradas en las flores del cv. Hass. Hubo un aumento en el número de abejas encontradas sobre las flores del cv. Hass como consecuencia del segundo ingreso de colmenas al huerto. Para el cv. Edranol se obtuvo que entre las tres distancias escogidas hubo diferencia en el número de abejas encontradas, existió diferencia en el número de abejas encontradas en las exposiciones norte y sur de los árboles. Hubo correlación positiva entre la cantidad de flores abiertas y la cantidad de abejas encontradas en ellas. No se produjo un aumento en el número de abejas encontradas sobre las flores del cv. Edranol, como consecuencia del segundo ingreso de colmenas al huerto. Por último en este ensayo se observó que las abejas recolectoras de polen, colectan una baja cantidad de polen de palto.

7. LITERATURA CITADA

- AGRICULTURE WESTERN AUSTRALIA. 2001. Placing hives in avocado orchards for pollination, (on line).
- APABLAZA, C. 1981. Efecto de C 598 como atrayente de abejas (*Apis mellifera* L.) en la polinizacion de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte para la zona de Quillota, V region. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia. 50 p.
- BARROS, R. and SANCHES, L. 1992. The Chilean Avocado Industry. World Avocado Congres II Proceedings. University of California, and California Avocado Society. Orange, California, april 21-26, 1991. pp. 639-642.
- BECKEY, R. 1989. To bee or not to be. Pollination of avocados. California Grower 13(2): 30-32.
- BERGH, B. O. 1967. Reasons for low yields of avocados. Calif. Avocado Soc Yearbook 51: 161-172.
- _____. 1966. Avocado Tree Arrangement and Thinning in Relation to Cross-Pollination. Calif. Avocado Soc. Yearbook 50: 52-61.
- BOSCH J. and BLAS M. 1994a. Foraging behaviour and pollinating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almond (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). Appl. Entomol. Zool. 29 (1): 1-9.
- CASTANEDA, A. 2000. Identificacion y eficiencia de insectos polinizadores del aguacatero en el estado de Mexico y Michoacan, Mexico. Tesis de postgrado. Montecillo, Texcoco, Mexico. Colegio de Postgraduados, institution de Ensenanza e Investigation en Ciencias Agricolas. 87p.
- _____, EQUIHUA, A., VALDEZ, J., BARRffINTOS, A., ISH-AM, G., GAZIT, S. 1999. Insectos polinizadores del aguacatero en los estados de Mexico y Michoacan, Mexico. Revista Chapingo SerieHorticultura5:129-136p.
- CAUTIN, 1996. Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinizacion y

variedades. In: Razeto, B. Y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp. 15-29 (Publicaciones Miscelaneas Agricolas n° 45).

CHAUVIN, R. 1976. "Les abeilles et moi". Edit. France, Hachette, 162 p.

CORNEJO, L. 1994. Polen, tecnologia de su produccion, procesado y comercializacion. La Plata. Argentina. Iptea. 114 p.

DAVENPORT, T and LAHAV, E. 1992. "Is a pollinator required to maximize avocado production?". World Avocado Congress It Proceedings. University of California, and California Avocado Society. Orange, California, april 21-26, 1991. pp. 667-668.

_____. 1992. Pollination habitat of avocado cultivars in south Florida. World Avocado Congress n Proceedings. University of California, and California Avocado Society. Orange, California, april 21-26, 1991. pp. 169-171.

DE LA CUADRA. S. 1998. La polinizacion con abejas en huertos frutales para exportation en Chile. VI Congreso Iberoamericano de apicultura. XH Seminario Americano de apicultura. Mexico, 17-21 de agosto de 1998. pp. 1-8.

FREE J. B. 1960. The behaviour of honeybees visiting the flowers of fruit trees. J.Anim. Ecol. 29: 385-395.

FRISCH K. V. 1973. La vida de las abejas. 3a.ed. Barcelona, Labor. 237p

GARDIAZABAL y GANDOLFO, S. 1996. Autopolinizacion y polinizacion cruzada en palto Hass. Empresa y Avance Agicola 5(42): 18-20.

GAZIT, S. 1977. Pollination and fruit set of avocado. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: the Avocado. (Saults, J. W., Philips,R.L. and Jackson,L.K.,Eds). University of Florida, Gainesville, pp. 88-92.

EBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya. Barcelona, Aedos. 175p.

ISH-AM, G and EISIKOWITCH, D. 1998a. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mill.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology 2(73): 195-204.

- _____. 1998b. Mobility of honeybees (Apidae, *Apis mellifera* L.) during foraging in avocado orchards. *Apidologie* 29: 209-219.
- _____. 1994. Interrelationship between avocado flowering and honey bees and its implication on the avocado fruitfulness in Israel. Thesis, Tel-Aviv University, Tel-Aviv, Israel.
- _____. 1993. The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana* Mill.) flowers and their contribution to its pollination. *Journal of Apicultural Research* 32(3/4): 175-186.
- JEAN-FROST, P. 1989. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena. Madrid, Mundi-Prensa. 726 p.
- LOVATT, C. 1997. Pollination biology and fruit set in avocado. Australian Avocado Growers Federation Inc. Searching for Quality. New Zealand: 106-112.
- Me GREGOR, S. 1976. Insect Pollination of Cultivated Crops Plants. Washington, D.C. Agric.Handbook 496, A.R.S. USDA. 411 p.
- MONZON, V. 1998. Biología de *Osmia cornuta* L (Hymenoptera; Megachilidae) y su utilización como polinizador de peral (*Pyrus communis*). Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, España, Bellaterra. 112 p.
- PHILIPPE, J. 1989. Guía del apicultor. Madrid. Mundi prensa. 376 p.
- PRIMACK, R.B. and SILANDER, J.A., Jr. 1975. Measuring the relative importance of different pollinators to plants. *Nature* 255: 143-4.
- RALLO, J. 1986. Frutales y abejas. Madrid. Publicaciones de Extensión Agraria Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 231 p.
- HOFSHI, R. 2001. Pollination, pollinators and pollinizers, (on line).
- ROBINSON W.S. 1979. Effect of apple cultivar on foraging behaviour and pollen transfer by honeybees. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 104: 596-598..
- SCORA, R. and BERGH, B. 1992. Origin of and taxonomic relationships within the genus *Persea*. World Avocado Congress II Proceedings. University of California, and California Avocado Society. Orange, California, April 21-26, 1991. pp. 505-506.

TAPIA, P. 1993.
Aproximacion
del ciclo
fenologico del
palto (*Persea
americana
Mill.*) cv.
Mass para
la zona de
Quillota,
V Region.
Taller de
licenciatur
a. Quillota,
Universida
d Catolica
de
Valparaiso
, Facultad
de
Agronomia
. 82 p.

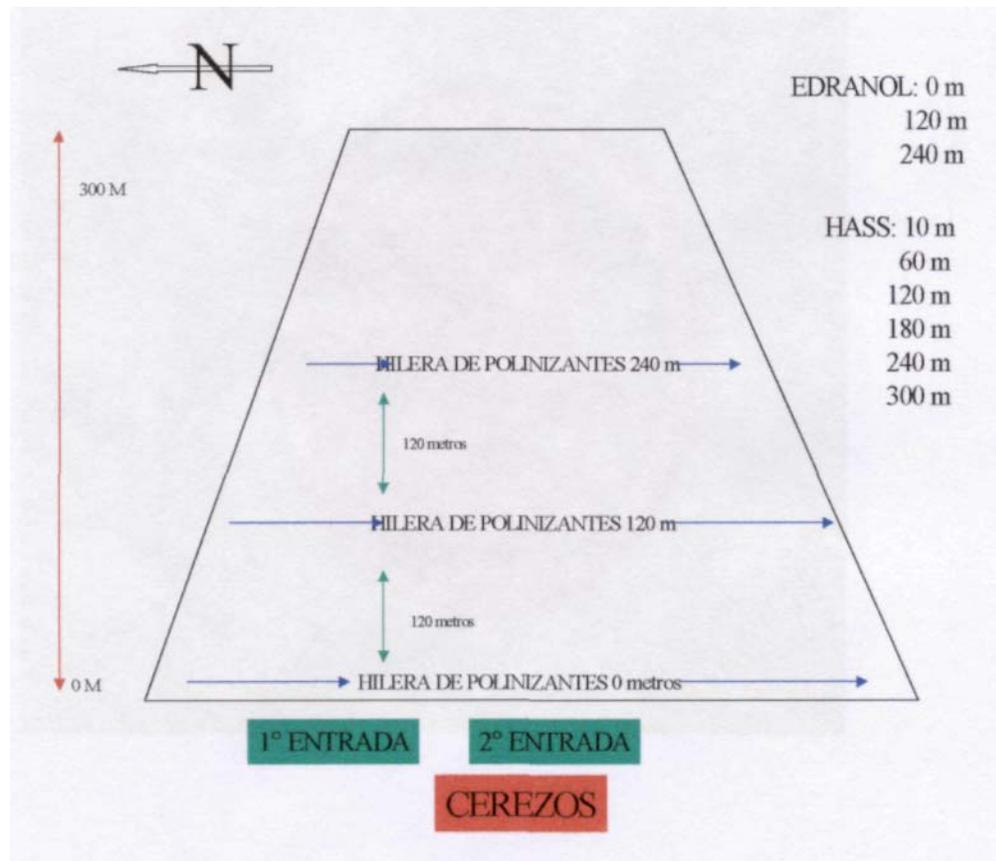
VITHANAGE,
V. 1990.
The role of
the
european
honeybee
(*Apis
mellifera
L.*) in
avocado
pollination
. *Journal of
Horticulur
al Science*
65(1) 81-
86.

WOLSTENHOL
ME, B.
1992.
Requireme
nts for
improved
fruiting
efficieny
in the

avocado
tree. World
Avocado
Congress
Proceedings.
University
of
California,
and
California
Avocado
Society.
Orange,
California,
April 21-
26, 1991.
pp. 161-
167.

ANEXOS

ANEXO 1. Esquema del huerto de palto utilizado en el ensayo.



ANEXO 2. Grano de polen de palto de la corbícula de una abeja que se encontraba recolectando nectar + polen sobre el cv Edranol (40 X)



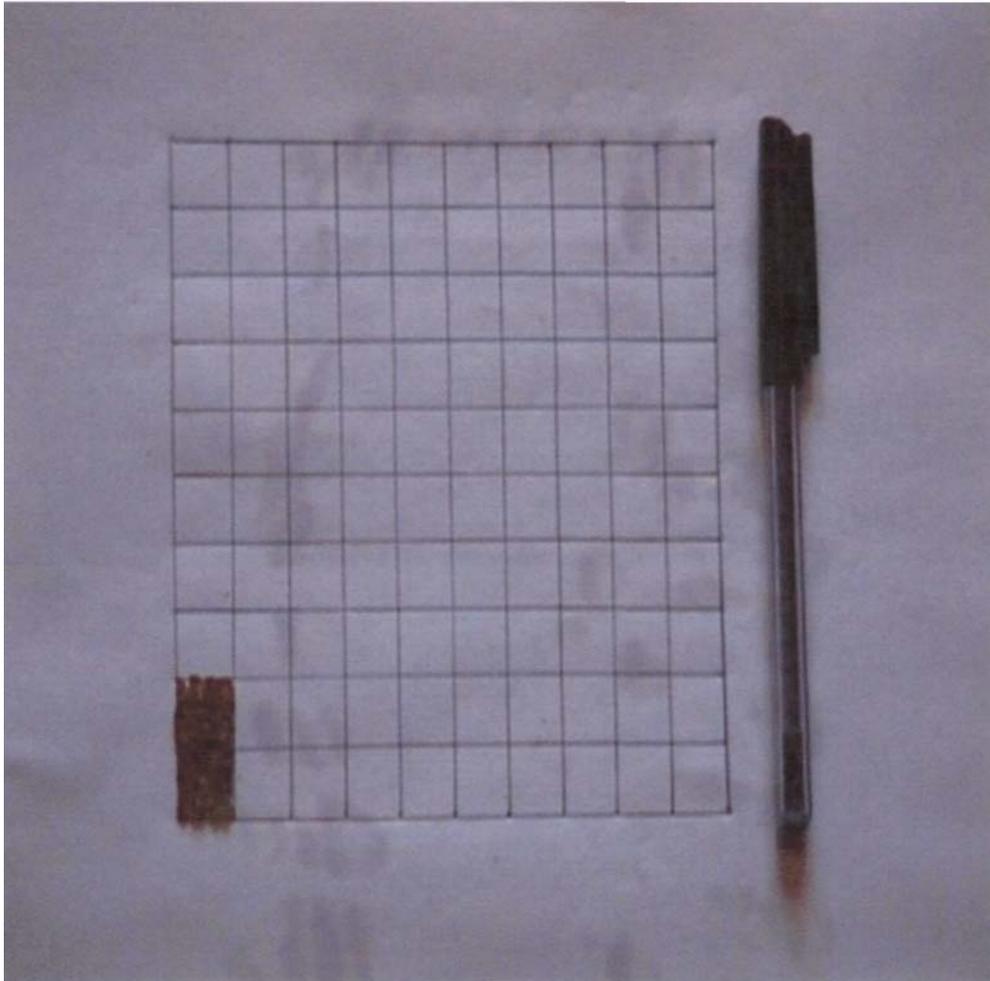
ANEXO 3. Grano de polen perteneciente a un polen corbicular de palto hallado en una trampa de polen (40 X)



ANEXO 4. Grano de polen perteneciente a una flor del cv Edranol (40 X)



ANEXO 5. Superficie de 13 x 13 cm, con polen corbicular de palto representando un 2 % de la muestra



ANEXO 6. Árbol del cv. Hass en floración que tiene aproximadamente el 70 % de su copa con flores. La cinta amarilla indica un metro cuadrado.

