



UNIVERSIDAD DE
TALCA
UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**DINÁMICA POBLACIONAL Y ENEMIGOS NATURALES DEL PULGÓN LANÍGERO
(*Eriosoma lanigerum* H) EN MANZANO BRAEBURN/FRANCO SOMETIDOS A
MANEJO CONVENCIONAL Y CONFUSION SEXUAL PARA LA POLILLA DE LA
MANZANA**

MEMORIA DE GRADO

VÍCTOR HUGO MORENO ZENTENO

TALCA-CHILE

2003

RESUMEN

Durante la temporada 2001/2002 se evaluó la dinámica poblacional del pulgón lanífero (*Eriosoma lanigerum*) y sus enemigos naturales en un huerto de manzano sometido a dos programas de manejo de plagas. Los programas incluyeron manejo convencional de la polilla de la manzana, es decir con aplicaciones regulares de insecticidas (cuartel 5), y manejo selectivo de la polilla de la manzana basado sobre la técnica de confusión sexual (cuartel 6).

La población de pulgón lanífero en ramas y ramillas fue estimada mediante la evaluación del tamaño de colonias, porcentaje de yemas infestadas y grado de infestación (índice de Brown & Smith, 1994). Se identificaron los enemigos naturales del pulgón lanífero, registrando su diversidad y el porcentaje de control de la población del pulgón lanífero.

En el cuartel sometido a un control convencional para la polilla de la manzana, el pulgón lanífero presentó niveles poblacionales no detectables. Por el contrario, en el programa de manejo con confusión sexual para la polilla de la manzana, el pulgón lanífero alcanzó niveles importantes. El tamaño de las colonias del pulgón lanífero registró un crecimiento continuo durante la temporada, especialmente en el período comprendido entre noviembre y diciembre. Similar situación se observó en el porcentaje de yemas infestadas y grado de infestación, los cuales alcanzaron su máximo durante el mes de diciembre y se mantuvieron altos hasta el fin de la temporada.

Como enemigos naturales de pulgón lanífero, se encontraron coccinélidos, sírfidos y nábidos en bajas abundancias, pero el parasitoide *Aphelinus mali* representó más del 95 % de todos los enemigos naturales encontrados. Este parasitoide alcanzó su máxima actividad en el mes de febrero, controlando un 30% de la población de pulgón lanífero.

INDICE

	Pag
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	
2.1 Control Biológico.	3
2.1.1 Estrategias de control Biológico.	3
2.1.2 Depredación y Parasitismo.	4
2.1.3 Interferencia de los pesticidas con el control biológico.	5
2.2 El manzano.	6
2.2.1 Importancia del cultivo del manzano.	6
2.2.2 Características de la variedad Braeburn sobre patrón franco.	7
2.2.3 Plagas de Manzano.	8
2.2.3.1 Caracterización de la polilla de la manzana (<i>C. pomonella</i>).	8
2.2.3.2 Estrategias de control para <i>C. pomonella</i> .	9
2.2.4 Características de los áfidos	10
2.2.4.1 Caracterización del pulgón lanígero del manzano (<i>E. lanigerum</i>)	11
2.2.4.2 Ciclo de pulgón lanígero del manzano (<i>E. lanigerum</i>)	12
2.2.4.3 Rango de hospederos y distribución del pulgón lanígero (<i>E. lanigerum</i>)	12
2.2.4.4 Resistencia de portainjertos frente al pulgón lanígero (<i>E. lanigerum</i>)	13
2.2.4.5 Daño.	13
2.2.5 Control biológico del pulgón lanígero del manzano (<i>E. lanigerum</i>)	14
2.2.5.1 Características de <i>Aphelinus mali</i> (Haldemann)	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Localización del ensayo y características del huerto.	16
3.2 Diseño experimental.	16
3.3 Evaluación.	17
3.3.1 Dinámica poblacional del pulgón lanígero del manzano.	17
3.3.2 Dinámica y diversidad poblacional de enemigos naturales del pulgón lanígero.	19
4. RESULTADOS.	21
4.1 Dinámica Poblacional de <i>E. lanigerum</i>	21
4.1.1 Tamaño de colonias de <i>E. lanigerum</i> .	21
4.1.2 Porcentaje de yemas infestadas.	23
4.1.3 Grado de infestación (G.I).	24
4.2 Dinámica poblacional y diversidad de enemigos naturales de <i>E. lanigerum</i> .	26
4.2.1 Eficiencia de <i>Aphelinus mali</i>	29
5. CONCLUSIONES	33
6. BIBLIOGRAFÍA	34
7. ANEXOS	38
Anexo 1: Distribución espacial de la infestación de <i>E. lanigerum</i> en los programas de manejo de <i>C. pomonella</i> (cuarteles 5 y 6) del Fundo San José de Perquín, propiedad de Agrícola San Clemente.	39

Anexo 2: Captura de Polilla de la Manzana (2001/2002), AGRÍCOLA SAN CLEMENTE,
San José de Perquín (San Clemente). Cuartel 5.

40

INTRODUCCIÓN

El manzano (*Malus pumila* Linnaeus), es una de las especies frutales más importantes en el mundo y también en Chile. Según el último censo agropecuario de 1997 nuestro país cuenta con casi 40.000 hectáreas plantadas con manzanos, principalmente en las regiones VI y VII, siendo la especie frutal con mayor superficie plantada después de la uva de mesa. Chile ocupa el primer lugar en la producción de manzanas del Hemisferio Sur, registrándose entre los meses de Enero y Febrero del año 2001 un volumen de exportación de 511.888 toneladas (ODEPA, 2002).

Para el sector productor de manzanas en Chile, es necesario contar con prácticas y manejos de huertos que se ajusten a las demandas de eficiencia que imponen los mercados de exportación, las cuales se incluyen en los principios de producción integrada (Yuri, 2001). Uno de los aspectos más relevantes de la producción integrada es el manejo integrado de plagas, el cual para el caso del manzano tiene como plaga clave a la polilla de la manzana (*Cydia pomonella* Linnaeus), en torno a la cual se organiza todo el programa de manejo de plagas de las pomáceas (González, 1984). Los programas de manejos más selectivos para controlar esta plaga, tales como la utilización de la técnica de confusión sexual, pueden tener como consecuencia el incremento de plagas secundarias que estaban bajo control debido a la aplicación frecuente de insecticidas de amplio espectro (González, 1998).

El pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum* Hausmann), es otra plaga de gran importancia que produce daños a nivel de las raíces, así como sobre el tronco y las ramas, manchando hojas y frutos con secreciones mielosas (González, 1984, 1998). Sin embargo, el daño principal se manifiesta en las yemas, sobre las cuales se desarrollan tumores o hiperplasia, los que originan su muerte y un desmedro en el rendimiento futuro (Weber et al., 1998). La presencia del pulgón lanígero se puede convertir en un problema de importancia económica en situaciones de control más selectivo de *C. pomonella*, ya que se reduce la utilización de insecticidas de amplio espectro. Esto es especialmente crítico en huertos de manzano sobre porta-injerto franco, el cual es particularmente susceptible al ataque del pulgón lanígero (Loreti & Gil, 1994).

Los principales enemigos naturales del pulgón lanígero del manzano incluyen insectos depredadores y parasitoides, entre los que se destacan coccinélidos, sírfidos, crisópidos, cecidómidos, dermápteros y principalmente el microhimenóptero afelínido *Aphelinus mali* (Asante et al., 1997). El control biológico es una alternativa a incluir en programas de manejo integrado del pulgón lanígero del manzano (*E. lanigerum*), evitando depender solamente de la utilización de insecticidas de amplio espectro (Asante et al., 1997). Estos insecticidas pueden generar resistencia en esta plaga (Pringle et al., 1994), así como afectar negativamente la acción de los enemigos naturales del pulgón lanígero (Penman & Chapman, 1980; Cohen et al., 1996).

De lo anterior se plantea la siguiente hipótesis de trabajo: “La dinámica poblacional del pulgón lanígero y la acción de sus enemigos naturales, es alterada por los programas de manejo convencional con organofosforados de la polilla de la manzana (*C. pomonella*), en relación con los programas de manejo mediante confusión sexual, que implican un control más selectivo de la polilla de la manzana”.

De acuerdo a esta hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

- Evaluar la diversidad de enemigos naturales del pulgón lanígero del manzano (*E. lanigerum*) en huertos sometidos a un control convencional y control mediante confusión sexual para *C. pomonella*.
- Evaluar la dinámica poblacional de enemigos naturales del pulgón lanígero del manzano (*E. lanigerum*) en huertos sometidos a un control convencional y control mediante confusión sexual para *C. pomonella*.
- Evaluar la dinámica poblacional del pulgón lanígero del manzano (*E. lanigerum*) en huertos sometidos a un control convencional y control mediante confusión sexual para *C. pomonella*.
- Evaluar la capacidad de control de los enemigos naturales del pulgón lanígero del manzano (*E. lanigerum*) en huertos sometidos a un control convencional y control mediante confusión sexual para *C. pomonella*.

2.REVISION BIBLIOGRAFICA

Desde el punto de vista ecológico, los huertos de manzano constituyen un agroecosistema, es decir un ecosistema simplificado, en el cual se presenta una alteración de la dinámica poblacional de un insecto plaga y sus enemigos naturales, debido a la intervención del hombre con fines productivos. En este sistema ecológico, existe una cierta estabilidad en la densidad poblacional de las plagas y enemigos naturales, que puede ser alterada por causas externas al medio. Esto trae consigo como consecuencia ataques y aumentos excesivos de las poblaciones de insectos, con el consecuente daño económico (Artigas,1994).

2.1 Control Biológico

Una plaga puede ser definida de muchas formas, según la FAO (1983) las plagas son "cualquier forma de vida vegetal o animal, o cualquier agente patógeno, dañino a las plantas o productos vegetales". Esta definición considera tanto a las malezas, patógenos e insectos y ácaros como plagas.

El asentamiento de una plaga en un lugar determinado puede verse favorecido por una falta de diversificación en los agroecosistemas (monocultivos), por la carencia en la nueva región de sus enemigos naturales, por condiciones climáticas adecuadas para el rápido desarrollo de ésta y por una mala aplicación de prácticas agrícolas.

Para evitar el daño económico que las plagas pueden causar a los cultivos, se cuenta con varias medidas de control entre las que se destaca el control biológico. Este control es ejercido por insectos y otros organismos denominados enemigos naturales, los que se alimentan o viven a expensas de las plagas (De Bach et al., 1991). Entre los agentes de control biológico pueden mencionarse los insectos, ácaros, vertebrados, nemátodos, protozoos, hongos, bacterias y virus.

De Bach et al. (1991) indica que los atributos que se persiguen en un enemigo natural para mantener al insecto plaga en baja densidad son:

- Origen geográfico en común con la plaga

- Habilidad de encontrar al huésped cuando este es escaso. Esto es probablemente más importante que una alta fecundidad
- Alimentación más específica que polífaga
- Habilidad para ocupar los nichos habitados por el huésped y al mismo tiempo tener una buena supervivencia
- Buena adaptación biológica, fisiológica y ecológica al huésped.

2.1.1 Estrategias de control Biológico.

Esta práctica involucra el uso de enemigos naturales para mantener la plaga a densidades que no causen daño económico a los cultivos. Se reconocen dos estrategias de control biológico:

- *Control biológico clásico*: En este caso, los insectos benéficos son recolectados en los lugares de origen de la plaga e introducidos en las áreas donde la plaga se está desarrollando y son liberados en cantidades limitadas. Con este método, se pretende que los enemigos naturales se establezcan por largos períodos, y mantengan a la plaga en niveles poblacionales muy bajos, de manera que no afecten económicamente a los cultivos cultivo (www.inia.cl/cobertura/quilamapu/...).

- *Control biológico aumentativo*: Esta estrategia requiere la propagación y liberación masiva de enemigos naturales exóticos o nativos, que puedan multiplicarse durante la estación de crecimiento del cultivo; sin embargo, no se espera que se conviertan en una parte permanente del ecosistema. La liberación aumentativa puede realizarse con expectativas de corto o largo plazo, dependiendo de la especie plaga a tratar, de las especies de enemigos naturales y del cultivo (www.inia.cl/cobertura/quilamapu/...).

- *Control biológico inundativo*: En este caso, los enemigos naturales, por lo general, son colectados en las áreas de origen de la plaga; pero, habitualmente, también se utilizan agentes nativos que son incrementados de manera artificial y luego liberados, para obtener resultados inmediatos. Es decir, son usados como insecticidas biológicos en que el control lo ejercen los mismos individuos liberados. Un ejemplo ampliamente difundido en este tipo de control, lo constituye el empleo de

microavispa, multiplicadas masivamente en laboratorios y liberadas progresivamente durante la ocurrencia de la plaga. La experiencia en Chile del uso de enemigos naturales con esta estrategia es nueva, y sólo se han realizado liberaciones experimentales para el control de la polilla del brote del pino, bruco de la arveja, gusano del choclo y polilla del tomate, con diferentes grados de éxito.

2.1.2 Depredación y Parasitismo

Los depredadores cumplen un rol muy importante en el control biológico natural, ya que se alimentan en todos los estados de las presas: huevos, larvas o ninfas, pupas y adultos. Desde el punto de vista de los hábitos alimenticios, algunos de estos mastican y devoran mientras otros succionan los fluidos de sus presas. Los parasitoides tienen una relación muy íntima con su hospedero, y suelen tener sólo un huésped durante su vida. Los parasitoides, pertenecen en su mayoría a solo dos órdenes de insectos y constituyen casi el 25% de las especies animales del mundo. Los parasitoides tienen una etapa larval parasítica, pero el adulto es de vida libre (Lusk, 1998).

Estos parasitoides pueden alimentarse externamente de sus huéspedes (ectoparasitoides), o bien pueden alimentarse internamente (endoparasitoides). Los parasitoides pueden tener una generación (univoltinos) por una generación del huésped, o dos o más generaciones por cada generación del huésped (Apablaza, 1990).

2.1.3 Interferencia de los pesticidas con el control biológico.

El manejo integrado de plagas se realiza mediante la combinación de las características ventajosas de los métodos de control químico y biológico, tratando de causar el mínimo efecto en la actividad del enemigo natural y logrando una mayor permanencia en la supresión de la plaga (De Bach et al., 1991).

Sin embargo, muchos brotes de plagas se presentan después de la alteración de los balances naturales favorables que existen entre enemigo y plaga, asociados por ejemplo a alguna

aplicación de insecticidas de amplio espectro. En estos casos el mecanismo mediante el cual se presenta un aumento de la población de la plaga, es la eliminación de los adultos de los enemigos naturales (De Bach et al., 1991). Comúnmente, los estados adultos de parásitos y depredadores son más susceptibles a la acción de insecticidas, ya que los estados inmaduros del parasitoide se encuentran en su etapa de pupa dentro de los restos del cuerpo del hospedero muerto (De Bach et al., 1991).

2.2 El manzano

El manzano pertenece a la familia de las Rosáceas. Se caracteriza por alcanzar una altura de 10m y tener una copa globosa. Posee un tronco que normalmente alcanza 2-2,5 m de altura, aunque en la actualidad la altura del tronco y del árbol se maneja con porta-injertos. El manzano tiene una vida productiva de 20- 25 años y puede llegar a tener 60-80 años. En la copa tiene ramas insertadas en ángulo abierto en el tronco, en las cuales se encuentran hojas ovales, cortamente acuminadas, aserradas, con dientes obtusos, con el haz verde claro y un envés más verde oscuro. Las flores se encuentran en un corimbo con un número de 3 a 6, son grandes, cortamente pedunculadas, hermafroditas y de color blanco o rosa pálido. El fruto es un pomo globoso, con pedúnculo corto, y con numerosas semillas de color pardo. El sistema radical es superficial, encontrándose principalmente en los primeros 40 cm del suelo, pero con raíces de sostén a una profundidad mayor.

2.2.1 Importancia del cultivo del manzano

En los últimos años se ha producido un notable incremento del cultivo de manzanas en distintas zonas del mundo, a pesar que este incremento no siempre se ha visto con un aumento en el consumo. El principal productor de manzanas es China, en segundo lugar la comunidad Europea y en tercer lugar, los Estados Unidos (Sotomayor, 2000). Dentro de la comunidad Europea se destacan: Italia, Francia, Alemania y España.

Chile se ubicó en segundo lugar a nivel productivo en el Hemisferio Sur, de acuerdo a lo exportado en la temporada 1998/99 con un total de 21.750.000 cajas de manzanas rojas y 6.420.000 de manzanas verdes (Sotomayor, 2000). Posee alrededor de 40.000 hectáreas plantadas; las cuales se concentran en la VI y VII Región, con un 40 y 51% respectivamente con relación a la superficie nacional (ODEPA, 1998). El manzano rojo se concentra en las provincias de Curicó y Linares, las que en conjunto alcanzan el 80% del total plantado con esta especie. Las principales variedades en esta zona, corresponden a Royal Gala que alcanza 3992 has, en segundo lugar se ubica la variedad Red Chief con 2696 has. Siguen en orden de importancia la variedad Fuji con 2517 has, la variedad Scarlet con una superficie plantada de 1885 has, Red King Oregon (1867 has) y la variedad Braeburn con 910 has (ODEPA, 2002). Cabe destacar que esta última corresponde a un 2% de la superficie nacional plantada (Yuri, 2001); además el mercado de consumo de esta variedad está integrado por Europa, Latinoamérica, Medio Oriente y Norteamérica. Con respecto al manzano verde, la variedad más importante es Granny Smith, con una superficie de 2424 has en esta zona.

2.2.2 Características de la variedad Braeburn sobre patrón franco

La variedad se originó hace más de 30 años en Nueva Zelanda por polinización libre de del cultivar Lady Hamilton, considerando que este país es el principal productor con una superficie de 4000 hectáreas (Reyes, 1994).

El árbol es de vigor medio, con un hábito de crecimiento semi-erecto, precoz y muy productivo. Se conduce en eje central. Produce en brindillas coronadas, también en dardos laterales y ramillas. El fruto es de tamaño medio a grande, achatado en la zona peduncular y de cáliz cerrado, aromático, crocante e irregularmente rojo rayado o tapado, con sabor agridulce y de pulpa blanca amarilla,. La madurez ocurre en Abril y se cosecha mediante floreos cuando el color de fondo cambia de verde oscuro a verde claro y el color de cubrimiento llega a rosado fuerte o rojo ladrillo (Contreras, 1991).

Puede tener como polinizante a Granny Smith, Red Delicious, Gala, etc. Sin embargo, en zonas con periodos cálidos de invierno, tiende a adelantar su floración en relación a sus polinizantes, debido a esto se requiere polinizantes de floración temprana (Sotomayor, 2000).

De acuerdo a Loreti & Gil (1994), el patrón franco es utilizado para variedades spur y en suelos pobres. Este patrón retarda la entrada en producción, da vigor a la variedad y es muy sensible a plagas como el pulgón lanígero (*E. lanigerum*) y pudriciones de raíces y cuello.

2.2.3 Plagas del Manzano

El manzano puede ser afectado por una gran cantidad de plagas, las cuales pueden ser: primarias, secundarias y ocasionales. De acuerdo con González (1984), las plagas de mayor importancia económica son: Arañita bimaclada (*Tetranychus urticae* Koch), Arañita roja europea (*Panonychus ulmi* Koch), Polilla de la manzana (*Cydia pomonella*), Escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock), pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum*), Escama morada del manzano (*Lepidosaphes ulmi* Linnaeus) y El gusano de los penachos (*Orgyia antiqua* Linnaeus). En esta memoria de grado se dará énfasis al estudio de la polilla de la manzana y del pulgón lanígero del manzano.

2.2.3.1 Caracterización de la polilla de la manzana (*C. pomonella*).

Esta polilla pertenece al orden Lepidóptera; familia Tortricidae y subfamilia Olethreurinae. Los adultos se caracterizan por tener una envergadura alar pequeña a mediana (menos de 30 mm), las antenas son filiformes, palpos labiales muy visibles desde arriba y son mas largos que los palpos maxilares, el cuerpo es de color gris, posee una espiritrompa poco desarrollada (González, 2000). La larva es eruciforme y puede alcanzar un tamaño de 21 mm, es de color blanco y a medida que crece en la temporada cambia a una tonalidad rosada, la cual depende también del fruto que ataca. La cabeza es castaña al igual que el escudete pronotal, siendo posible distinguirla

de *Cydia molesta* al no poseer peine anal. El cuerpo está recubierto de tubérculos oscuros con pelos ralos y finos (González, 2000).

Artigas (1994) establece que el daño es sobre los frutos, los cuales son perforados por las larvas presentes. Los frutos atacados presentan una amplia zona consumida en la parte central, correspondiente a las semillas, con abundante acumulación de excrementos y oscurecida por la acción de microorganismos. Este insecto produce rechazos cuarentenarios de exportaciones, deprecia los frutos y limita sus posibilidades de almacenaje.

2.2.3.2 Estrategias de control para *C. pomonella*.

C. pomonella es la plaga primaria clave del agroecosistema de pomáceas y nueces en Chile, en torno a la cual deben gestarse los programas fitosanitarios de control de las restantes plagas. Tradicionalmente, los esquemas de control con insecticidas de amplio espectro han permitido realizar aplicaciones dirigidas simultáneamente contra dos o tres plagas, notablemente escama San José y pulgón lanífero (González, 2000).

Los requerimientos cuarentenarios y comerciales así como la introducción de nuevos esquemas de protección en las últimas décadas, se han reflejado en un aumento del número de tratamientos contra la polilla, 5 en variedades de Febrero y Marzo, 6 y 7 aplicaciones en variedades tardías (Braeburn, Fuji y Pink Lady). Esto ha traído consigo la necesidad de contar con insecticidas persistentes que logren un mayor período de protección contra esta plaga. Los insecticidas que en la práctica se conocen con mayor período de protección contra *C. pomonella* en manzana son Azinfosmetilo, seguido por Metidation, Fosmet, Piretroides, Clorpirifos y Diazinon. La selección de cualquiera de estos productos dependerá de las necesidades de protección y de las carencias vigentes para cada mercado (González et al., 1996).

Actualmente los huertos de manzano en Chile, realizan el control de esta plaga mediante un manejo integrado (MIP), el cual corresponde a un sistema de control más ecológico del ambiente, concentrado fundamentalmente en el control de plagas y enfermedades utilizando productos químicos más selectivos y aprovechando al máximo las virtudes del autoequilibrio de las

poblaciones de plagas e insectos benéficos (Yuri, 2001). Este programa de manejo se basa en un control convencional, el cual se fundamenta en el monitoreo de la plaga, basado en la captura de machos de la polilla de la manzana y en el uso de agroquímicos en un momento óptimo cercano al término de la oviposición que evite la penetración del fruto por las larvas neonatas (González, et al., 1996).

El monitoreo de vuelo de machos de esta plaga se realiza mediante la utilización de feromona sexual, la cual corresponde a un compuesto emitido por las hembras durante ciertas horas del crepúsculo y sobre un umbral de temperatura de 12° C. Esta feromona es extraída de las glándulas ubicadas en el extremo del abdomen de la polilla y se ha identificado como (E,E)-8-10-dodecadienol, siendo comercialmente producido con el nombre codlemone (González, 1993)

Para capturar a los machos atraídos por la feromona se disponen de trampas pegajosas, siendo la más conocida la trampa Pherocom CM. Para su efectividad debe colocarse una trampa cada 2 a 3 hectáreas, siempre que la población de la polilla no sea elevada. Además, debe colgarse en el sector externo de la copa a 1.8-2.0 metros de altura, en el cuadrante suroeste del árbol y nunca en el sector noreste; y por último se debe renovar la fuente de feromona cada 6 a 8 semanas (González, 1993).

Hoy en día algunos huertos de manzana utilizan confusión sexual como programa de manejo selectivo de esta plaga. Esta técnica consiste en el uso de feromona en muy altas concentraciones, con el objetivo de interferir el proceso de búsqueda de las hembras por parte de los machos de la polilla de la manzana. Sin embargo, al ser una alternativa de control selectiva para esta plaga, puede tener como consecuencia un aumento de la población de otras plagas como eulias y pulgón lanífero (Yuri, 2001). Comercialmente están disponibles los productos Rak Pomáceas e Isomate C+.

2.2.4 Características de los áfidos.

Son insectos de cuerpo pequeño (menos de 2 mm) y frágiles. Poseen antenas de cinco segmentos y tarsos de dos segmentos. Presentan polimorfismo con individuos alados y ápteros. Forman colonias en las plantas excretando mielecilla donde se desarrolla fumagina (Artigas,1994).

Las formas aladas tiene las alas metatóricas más pequeñas que las mesotorácicas, presentan cornículos en la parte dorsal del abdomen. Tienen reproducción sexual y partenogénica, con migraciones entre hospederos primarios y secundarios. También existen especies permanentemente partenogénicas las cuales son exclusivamente vivíparas (Barbagallo et al., 1998).

El ciclo biológico de los pulgones tiene generalmente un desarrollo anual que incluye varias generaciones partenogénicas (fundadoras, fundatrígenas, virginógenas y sexúparas), así como una generación anfigónica (machos y hembras anfigónicas). Esta secuencia biológica completa corresponde a un holociclo; en cambio, por condiciones ambientales o por falta de hospederos primarios el ciclo se interrumpe y solo se presentan generaciones partenogénicas; este ciclo incompleto se denomina Anholociclo (Barbagallo et al., 1998).

2.2.4.1 Caracterización del pulgón lanífero del manzano (*E. lanigerum*)

El pulgón lanífero del manzano, (*E. lanigerum*), pertenece al Orden Hemiptera, sub-orden Sternorrhyncha y a la familia Aphididae. Estos pulgones se reconocen principalmente por estar siempre cubiertos de lanosidad filamentosa y cerosa. El cuerpo es de color rojo púrpura, debido a la hemolinfa pigmentada de este color, lo que se distingue cuando se aplastan los cuerpos. Las hembras ápteras tienen una longitud de 1,5-2 mm, cubiertas de una secreción cerosa filamentosa de 3-4 mm de largo emitida por varios orificios glandulares dispuestos en el dorso. Posee ojos de tres facetas y antenas tan largas como el cuerpo de 6 segmentos. También presenta pelos cortos en el dorso del abdomen y los cornículos están poco desarrollados (Artigas,1994).

2.2.4.2 Ciclo biológico del pulgón lanífero (*E. lanigerum*)

En primavera, Septiembre–Octubre en la zona de central sur de Chile, emergen las colonias invernantes de hembras ápteras de lugares protegidos como troncos y grietas en la corteza. Las ninfas y adultos empiezan a emigrar ascendentemente colonizando ramas en la copa, cortes de poda, heridas y principalmente las axilas de las hojas (Brown et al., 1994).

En un comienzo la agregación de colonias es menor, debido a que el grueso de la población de esta plaga está conformada por individuos de estados inmaduros, los cuales generan una importante migración a sitios más atractivos que les sirvan de refugio y alimento. Este comportamiento intrínseco de la plaga se debe a condiciones climáticas y a la acción de enemigos naturales (Brown et al., 1994). Cabe destacar que la población de pulgones está formada principalmente por hembras ápteras vivíparas, las cuales generan un crecimiento explosivo de la población, completando 9 a 11 generaciones en la temporada (Mols et al., 2001).

En verano la población se hace más sésil, ya que está conformada en su mayoría por individuos adultos, los cuales generan una importante agregación de colonias constituidas por un número que varía de 10 a 1000 individuos (Asante et al., 1993). Desde el otoño, esta plaga tiende a emigrar a zonas que les faciliten protección de las condiciones climáticas adversas. Bhardwaj et al. (1994) determinó que la presencia de lluvias y un descenso progresivo de las temperaturas hacia el término del verano generan un movimiento descendente de las colonias para invernar en las raíces del manzano.

2.2.4.3 Rango de hospederos y distribución del pulgón lanífero (*E. lanigerum*)

Es una de las plagas de mayor importancia económica en manzano (*M. pumila*), utilizando como hospederos otras especies de *Malus*, *Crataegus*, *Cotoneaster*, *Sorbus* y *Pyracantha*. Es nativo de Norteamérica, donde tiene un holociclo con reproducción sexual sobre *Ulmus americanus*. Actualmente, se encuentra distribuido en todas los países productores de manzana, con la excepción de China. En Chile se encuentra desde la I a la XI Región (Artigas, 1994).

2.2.4.4 Resistencia de portainjertos frente al pulgón lanígero (*E. lanigerum*)

Estudios realizados en Norteamérica demostraron que los patrones enanizantes de la Serie MM como; MM101, 106 y 111 presentaron una menor infestación de colonias de pulgón lanígero. Otros patrones como, KA 313 (Serie Antonovka) y Pi 80 (Serie Pillnitz), también le confieren a la planta resistencia al pulgón lanígero; sin embargo, habría que evaluar su respuesta en cuanto al vigor y precocidad en las variedades que se producen en Chile (Loreti & Gil, 1994). En la actualidad los patrones de la serie MM, especialmente MM111, son los más utilizados por la resistencia al pulgón lanígero; sin embargo, se debe destacar que pueden ser susceptibles a *Phytophthora cactorum* y nemátodos (www.viverosrequinoa.cl).

2.2.4.5 Daño

El pulgón lanígero del manzano coloniza raíces, troncos, ramas y brotes. La inyección de saliva causa sobre el tejido una notable neoplasia (nódulos y tumores) que en los años sucesivos se manifiestan con grietas en la corteza. En las raíces se manifiestan nódulos, los cuales no permiten la disponibilidad de agua y nutrientes en la parte aérea lo que trae como consecuencia una disminución o bloqueo del desarrollo de la planta (Brown et al, 1994). Se ha observado efectos negativos sobre el número y peso de frutos, largo y diámetro de ramillas y por ende, en el rendimiento (Brown et al., 1995). Cabe destacar que este pulgón al alimentarse, disminuye la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio en el tejido vegetal, lo que trae consigo alteraciones en la formación de ramas, hojas y frutos (Weber et al., 1998).

Sobre la parte aérea, las ninfas y los adultos infestan ramas, particularmente las axilas de las hojas, crecimientos laterales y lesiones del tronco (Brown et al., 1995). La producción de tumores deja a la planta muy susceptible al ataque de hongos y a la formación de canchales (Asante, 1994). Por último, en presencia de una alta densidad poblacional de este pulgón, la lanosidad producida y el incremento de fumagina puede causar problemas importantes sobre los frutos (Asante, 1994; Barbagallo et al., 1998).

2.2.5 Control biológico del pulgón lanígero del manzano (*E. lanigerum*).

Entre los enemigos naturales de *E. lanigerum* se han reportado 73 especies de insectos, los cuales pueden actuar como parasitoides, depredadores o patógenos. Se destaca como principal enemigo natural el parasitoide *Aphelinus mali* Haldemann, el cual pertenece al orden Hymenoptera, super familia Chalcidoidea y a la familia Aphelinidae (Asante et al., 1997),

Los depredadores, corresponden a los órdenes: Coleóptera, Díptera, Neuróptera, Dermáptera y Hemiptera mientras que como entomopatógeno se puede mencionar el hongo *Verticillium lecanii*. La mortalidad lograda por este patógeno fue de 1-14% en New South Wales, Australia (Asante et al., 1997).

2.2.5.1 Características de *Aphelinus mali* (Haldemann)

El microhimenóptero *Aphelinus mali* fue introducido en Chile por el Ministerio de Agricultura en 1921, destinado a controlar el pulgón lanígero del manzano; experiencia que se constituyó en el primer éxito del control biológico en el país (www.inia.cl/...htm); además de haber sido efectivo como controlador de esta plaga en otros 40 países (De Bach et al., 1991).

Las avispas adultas de este parasitoide colocan sus huevos dentro de las ninfas, desarrollándose sus estados inmaduros en el interior del cuerpo del pulgón. Al finalizar su etapa larval el parasitoide ha consumido totalmente los tejidos del pulgón, construyendo un refugio con los restos del exoesqueleto de su hospedero muerto (momia). Después de un periodo total de 40-50 días con una acumulación de 125 a 135 grados días emerge nuevamente una avispa adulta que mide de 0,7-1,0 mm de longitud (Mols et al., 2001).

La actividad de los parasitoides en el campo se inicia en primavera, coincidiendo con la migración de las ninfas del pulgón al dosel. El parasitoide produce 7-8 generaciones por temporada, en comparación a las 8-10 generaciones del pulgón lanígero (Asante et al., 1993). El desarrollo de *A. mali* es más lento que el del pulgón lanígero ya que la temperatura umbral de desarrollo para *E. lanigerum* fue estimada en 4,2°C, mientras que la temperatura umbral para *A.*

mali fue estimada en 5,2°C (Asante et al., 1997). No obstante, Mols et al. (2001) determinaron que existen ciertas razas de *A. mali* adaptadas a condiciones de temperaturas y pluviosidad más adversas.

Otros estudios de Asante et al. (1993) en Armidale, Inglaterra; confirmaron la capacidad de este microhimenóptero en regular el sexo de su progenie de acuerdo al tamaño de su hospedero, siendo su descendencia de sexo femenino cuando la población de su hospedero es alta con abundantes pulgones grandes (adultos y ninfas de III y IV estado), mientras por el contrario se privilegia la descendencia masculina en hospederos pequeños, como ninfas de primeros estadíos.

Por último, se puede manifestar una disminución de la población de *A. mali* y una eventual pérdida de eficiencia de control de la plaga, por el frecuente uso de insecticidas en contra de otras plagas de la manzana, tal como: *C. pomonella* (Asante et al.,1997); principalmente el uso de insecticidas organofosforados como clorpirifos, los cuales son muy de tóxicos para este parasitoide (Shaw & Walker, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del ensayo y características del huerto

Para poder evaluar y comparar el desarrollo de la población del pulgón lanífero del manzano (*E. lanigerum*) y de sus enemigos naturales durante la temporada 2001/2002, se seleccionaron dos cuarteles de manzanos de la variedad Braeburn, del Huerto San José de Perquín propiedad de Agrícola San Clemente, ubicado a 35,5° latitud sur y 71,5 de longitud oeste, en la localidad de San Clemente, provincia de Talca, Séptima Región.

Los cuarteles seleccionados (5 y 6) tienen una superficie total de 17,5 hectáreas de manzano Braeburn/ Franco, plantadas el año 1993 a una distancia de plantación de 4,5 x 2,5 m, (889 plantas/ha), conducidas en eje central y usando como polinizantes las variedades Manchurian y Granny Smith.

3.2 Diseño experimental

El Estudio de la dinámica y presencia de enemigos naturales del pulgón lanífero se realizó en dos programas de manejo de *C. pomonella*.

◀ *Programa 1:* Cuartel 5/ Braeburn/Franco/ 8,6 has.

Se realizó un manejo de plagas de tipo convencional, que incluyó una aplicación de aceite reforzado con organofosforados a salida de invierno. Durante la temporada se monitoreó el vuelo de los machos de polilla de la manzana, para estimar los momentos de aplicación de insecticidas organofosforados y una aplicación de insecticidas reguladores de crecimiento. El monitoreo se realizó con una trampa Pherocom CM (Codlemone 1X).

◀ *Programa2*: Cuartel 6/ Braeburn/Franco/ 9.9 has.

Se realizó un manejo de plagas selectivo para la polilla de la manzana, que incluyó una aplicación de aceite reforzado con organofosforados a salida de invierno. Durante la temporada se utilizó la técnica de confusión sexual, consistente en la instalación de 250 emisores/ha de feromona sexual a una concentración de 275 mg con un 70% de ingrediente activo (Codlemone), Rak Pomáceas (BASF). Se utilizaron tres trampas Pherocom CM (Codlemone 10X) para evaluar la eficiencia de control de los emisores. Siguiendo las recomendaciones del uso del método de confusión sexual, los bordes de este cuartel fueron tratados con el mismo programa de aplicaciones del manejo convencional (cuartel 5).

3.3 Evaluación

En Octubre de 2001 se realizó un muestreo preliminar para determinar las áreas de mayor infestación de colonias de pulgón lanígero en los programas de manejo seleccionados para el control de *C. pomonella*. En el seguimiento del asentamiento y posterior colonización de *E. lanigerum* se encontraron árboles con una alta presencia de cecidias (agallas) en ramillas, ubicados principalmente en el sector norte de ambos cuarteles, abarcando una superficie aproximada de 1 hectárea en cada uno de ellos, ya que en temporadas anteriores se realizaron en el sector sur de ambos cuarteles, aplicaciones del insecticida organofosforado vamidothion (Kilval) para el control de *E. lanigerum*, hecho que originó un cambio espacial en la distribución de la plaga. Posterior a la identificación de los sectores más dañados se procedió a seleccionar 20 árboles en cada cuartel para los muestreos sucesivos.

3.3.1 Dinámica poblacional del pulgón lanígero del manzano

En los árboles seleccionados en cada cuartel manejado con los programas señalados, se evaluó la población del pulgón lanígero de acuerdo a tres variables: i) tamaño de colonias, ii) porcentaje de yemas infestadas y iii) grado de infestación (índice de Brown & Smith, 1994). En

cada árbol se seleccionaron 5 ramillas de vigor similar (diámetro aproximado de 1,5 cm) con una longitud superior de 50 cm (esta medición se realizó desde la base de cada ramilla). En estas ramillas se evaluó el tamaño de las colonias y porcentaje de yemas infestadas.

El tamaño de las colonias del pulgón se determinó mediante el largo de las colonias en los 50 cm proximales de las ramillas. El porcentaje de yemas infestadas fue evaluado, contando las yemas presentes en los 50 cm de ramilla con presencia y ausencia de colonias de pulgón lanígero y aplicando la siguiente relación:

$$(\%Y.I) = (Y.I / Y.T) 100$$

%Y.I: Porcentaje de yemas infestadas

Y.I: Yemas con presencia de pulgón lanígero

Y.T: Número total de yemas presentes en los 50 cm de la ramilla

El grado de infestación fue evaluado mediante el índice de Brown & Smith (1994), que estima cualitativamente el nivel establecimiento de esta plaga en los árboles. El G.I está formado por el grado de dispersión (GD) y el grado de intensidad de la colonización del pulgón lanígero.

Grado de Dispersión: Corresponde al número de ramillas con presencia de al menos una colonia viva de pulgón lanígero en el árbol.

Grado de Dispersión:

Categoría	Número de ramillas con pulgón
0	0
1	1 a 10
2	11 a 20
3	21 a 30
4	31 a 40
5	41 a 50

Grado de colonización: Corresponde a la intensidad del ataque evaluado cualitativamente como el número de colonias presentes en las ramillas del árbol. Al igual que en caso anterior se debió categorizar cada nivel para determinar valores máximos y mínimos de esta variable.

Grado de colonización:

Categoría	Características
1	Pocos áfidos o 1 colonia presente en la ramilla.
2	2 o más colonias presentes en la ramilla
3	Abundante colonización, abarca mas de la mitad de la ramilla
4	Cobertura total.

De acuerdo a lo anterior el grado de infestación se determina de la siguiente forma:

$$G.I = \sqrt{G.D * (G.C \text{ máx} + G.C \text{ Mín})}$$

Correspondiendo a un G.I máximo un valor de 6,32, el cual se refiere a un árbol con un alto número de ramillas con presencia de pulgón lanígero (41 a 50 ramillas) y cada ramilla cubierta completamente por la lanosidad producida por la plaga. Por el contrario, un G.I mínimo corresponde a un valor 1,41 y se refiere a un árbol con un número muy reducido de ramillas colonizadas (< 10) y la presencia de solo algunos pulgones en la ramilla. Por último, un G.I igual a cero corresponde a un árbol que no ha sido infestado por la plaga.

3.3.2 Dinámica y diversidad poblacional de enemigos naturales del pulgón lanígero

De las áreas infestadas con pulgón lanígero de cada cuartel, se procedió a seleccionar al azar 20 trozos de ramillas de 20 cm con presencia de colonias de la plaga. Cada muestra se colocó en una caja plástica para su conservación y posteriormente fueron llevadas a laboratorio donde se evaluaron y analizaron las siguientes variables:

- ◀ Identificación y dinámica de las posibles especies de insectos que ejercieron un control natural de *E. Lanigerum* durante la temporada.

- ◀ Evaluación de la Eficiencia de *Aphelinus mali*
 - En cada fecha de muestreo se registró el número de microavispa que ejercieron un control natural de *E. lanigerum*.
 - En cada fecha de muestreo se registró el número de pulgones vivos presentes en las colonias de las ramillas, los cuales se caracterizaron por presentar un color rojizo y una abundante lanosidad.
 - A fines de Junio de 2002, se procedió a contabilizar las microavispa emergidas de los cuerpos momificados de los pulgones en cada fecha con el fin de determinar el nivel de parasitismo ejercido por *A. mali* durante la temporada.

Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de control (\%)} = (\sum \text{A.E} / \sum \text{P.V}) * 100$$

\sum A.E: Total de las microavispa emergidas de los cuerpos momificados de los pulgones en una fecha determinada.

\sum P.V : Sumatoria de los pulgones vivos presentes en las ramillas en la misma fecha.

4. RESULTADOS

4.1 Dinámica poblacional de *E. lanigerum*

El grado de asentamiento y colonización de *E. lanigerum* fue diferente en ambos cuarteles. En el Cuartel 5, sometido a un control convencional para la polilla de la manzana, el pulgón lanífero no se desarrolló por la gran susceptibilidad que presenta a los insecticidas aplicados (Tomkins, 1995; Shaw et al., 1996; Cohen et al., 1996). Especialmente en verano, para mantener el huerto con protección permanente frente a *C. pomonella* se realizaron cinco aplicaciones. (González et al., 1996). (ver Anexo 2). Por el contrario, en el programa de manejo con confusión sexual para *C. pomonella*, el pulgón lanífero pudo desarrollarse y completar varias generaciones durante la temporada. Todos los datos que se presentan de aquí en adelante corresponden a este cuartel manejado con confusión sexual.

4.1. 1 Tamaño de colonias de *E. lanigerum*

A partir de Noviembre se presentó un rápido crecimiento de las colonias del pulgón, con un valor inicial de 1,5 cm de longitud. Esta agregación de las colonias fue aumentando continuamente en la temporada, hasta alcanzar 3,4 cm de tamaño a principios de enero. Esto se debió a que las temperaturas primaverales relativamente más bajas que en el verano, permitieron sólo un bajo nivel de parasitismo y depredación por parte de los enemigos naturales del pulgón. Esto se complementa con la Figura 4.2, la cual demuestra el crecimiento exponencial de la población del pulgón en la primera etapa de la temporada hasta alcanzar a principios de Enero una población máxima promedio de 2500 (pulgones/ramilla). Cabe mencionar que las fluctuaciones que se presentaron durante el mes de enero pudieron deberse al control de los enemigos naturales y/o a la migración de ninfas a otros nichos alimenticios (Brown & Schmitt, 1994). Sin embargo, el tamaño de las colonias experimenta un alza y alcanza a principios de Febrero el máximo tamaño de colonias de 3,9cm. Este valor se debe al aumento de la población de la plaga, con un consiguiente mayor nivel de agregación (Figura 4.1).

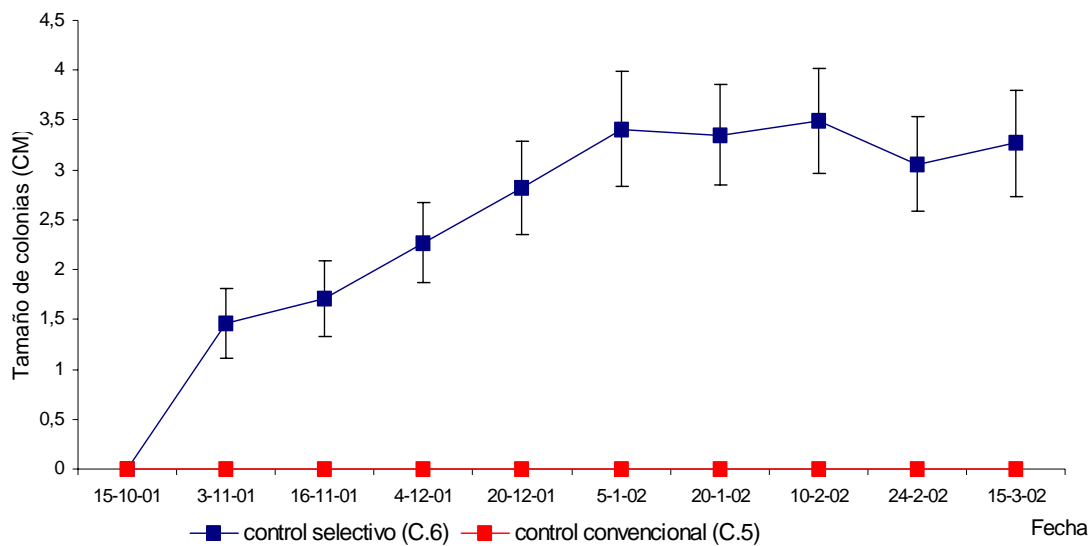


Figura 4.1: Dinámica del tamaño de colonia del pulgón lanífero.

La figura muestra el crecimiento del tamaño de las colonias de *E. lanigerum* en el programa de manejo de tipo convencional (Cuartel 5) y de tipo selectivo (Cuartel 6) para *C. pomonella*.

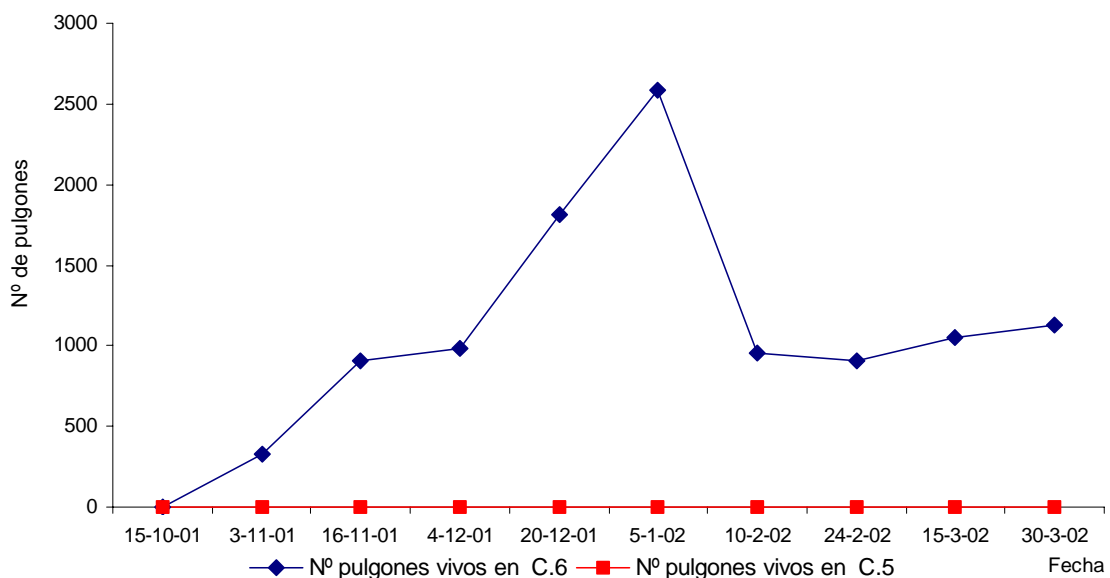


Figura 4.2: Dinámica de la población del pulgón lanífero del manzano.

La figura muestra el crecimiento de la población de *E. lanigerum* en las ramillas de 20 cm obtenidas del cuartel con control selectivo (C.6) y del cuartel con control convencional (C.5) durante la temporada.

Posterior al 10 de Febrero se presentó un descenso del número de individuos / ramillas, sin una reducción clara del tamaño de las colonias (Figuras 4.1 y 4.2). Esto puede relacionarse con la mayor actividad de la población del parasitoide *A. mali*, la cual reduce el número de pulgones vivos, pero el tamaño de las colonias se mantiene aparentemente sin cambios al permanecer las momias cubiertas de lanosidad.

4.1.2 Porcentaje de yemas infestadas

En el caso de la Figura 4.3, se comenzó con un 11% de yemas infestadas con respecto al total de yemas presentes en los 50 cm de ramilla; valor que fue relativamente alto al inicio de la temporada. Esto podría significar que el principal sitio para el inicio de la infestación serían las yemas. Esta situación es planteada por Brown et al. (1994), quienes demostraron que durante primavera un 51% de colonias de pulgón lanífero se encontraban en las axilas de las hojas.

Al igual que en la Figura 4.1, la evolución del porcentaje de yemas infestadas presentó un continuo crecimiento hasta alcanzar en Enero un máximo de 32% de yemas infestadas en relación al total de yemas de la ramilla, valor que se mantuvo hasta Marzo (Figura 4.3).

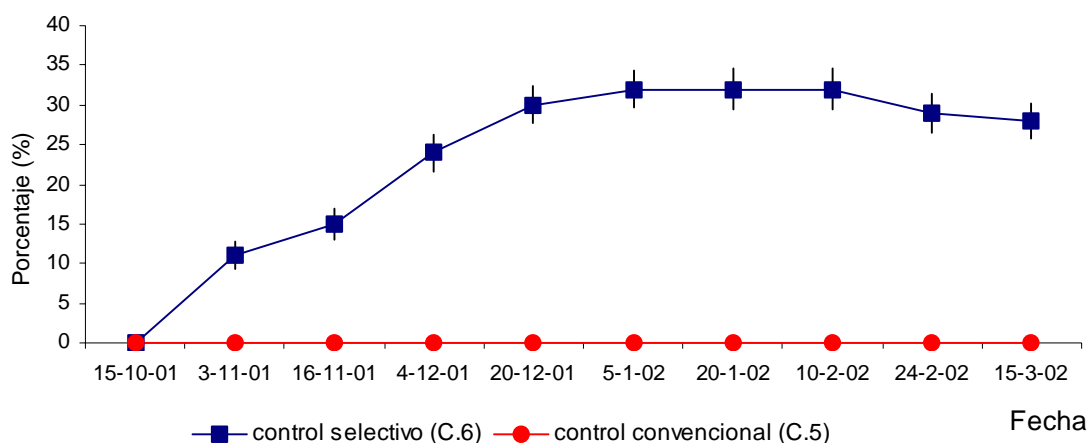


Figura 4.3: Corresponde al porcentaje de yemas infestadas con pulgón lanífero. La figura muestra el porcentaje de yemas infestadas con *E. Lanigerum* en el programa de manejo de tipo convencional (Cuartel 5) y de tipo selectivo (Cuartel 6) para *C. pomonella*.

Es importante destacar que en los 50 cm de ramilla seleccionada el máximo tamaño de colonias correspondió a un 7% del largo de la ramilla, en comparación de un 32% de yemas infestadas del total de yemas presentes en la misma ramilla. Esto evidenció que la pérdida de yemas tiene más incidencia en el desmedro de la productividad del manzano, ya que disminuye potencialmente la formación de nuevos centros frutales.

4.1. 3 Grado de infestación (G.I).

El 3 de Noviembre se registró un primer grado de infestación de 1,7; es decir 1 a 2 colonias por ramilla, con un bajo número de ramillas colonizadas por el pulgón. A mediados de este mes, se observó un repunte en el grado de infestación, el cual aumentó considerablemente en Diciembre con valores de 2,3 y 2,6.

En la primera etapa de muestreo (hasta principios de Enero), se observó una curva de infestación con una pendiente mayor al resto de la temporada, destacándose en el periodo de Noviembre y Diciembre de 2001, en donde el incremento del G.I es debido al gran desarrollo de la plaga y a la alta capacidad de dispersión de los estados inmaduros; además durante Noviembre las relativamente menores temperaturas permiten un bajo nivel de parasitismo y depredación por parte de los enemigos naturales del pulgón

Estudios evidencian que la dispersión en Primavera, se realiza por los estados ninfales del pulgón los cuales requieren de una temperatura mínima de 15 °C para salir de las colonias y dispersarse a otros sitios alimenticios donde formarán nuevas colonias (Mols & Bors, 2001). Además, en primavera se generan crecimientos vigorosos en los árboles de manzanos, los que pueden proveer de nuevos hábitats para la alimentación y establecimiento de la plaga (Asante et al., 1993). Cabe destacar el período transcurrido entre el 20 de Diciembre y el 5 de Enero, ya que se manifiesta el mayor incremento del G.I dado principalmente el aumento del número de ramillas colonizadas por la plaga. Brown & Schmitt (1994), determinan que la mayor dispersión de esta plaga ocurre a fines de Primavera, donde se observa que el grueso de la población está constituida por ninfas "crawlers" y ninfas de III y IV estadio.

En Verano las temperaturas promedio para los meses de Enero y Febrero fueron de 19,7 y 18,5 °C, respectivamente. De acuerdo a Bhardway et al. (1995), se observa un movimiento ascendente del pulgón lanigero en los árboles, cuando la temperatura fluctúa entre 13 y 25 °C. Esto concuerda con lo visto en terreno, ya que se observa en la figura el ascenso de la plaga a partir de Noviembre. (Figura 4.4)

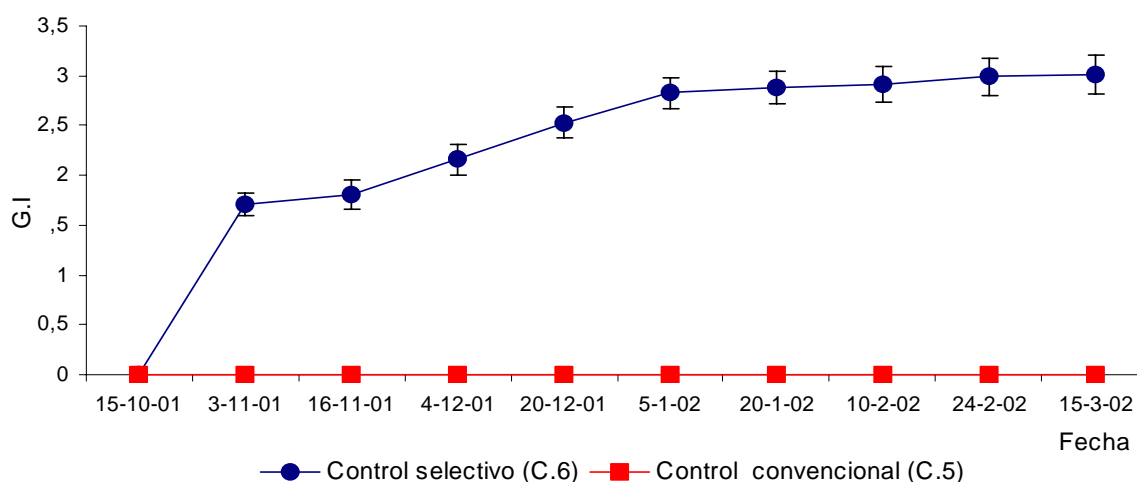


Figura 4.4: Grado de infestación de la plaga.

La figura muestra la curva de infestación de *E. lanigerum* en el programa de manejo de tipo convencional (Cuartel 5) y de tipo selectivo (Cuartel 6) para *C. Pomonella*

La Figura 4.4 evidencia que en verano el grado de infestación sigue aumentando hasta alcanzar un 3,13 de G.I. en marzo; sin embargo, crece a niveles menores, ya que se observa que el grueso de la población de la plaga corresponde a individuos adultos que tienden a agruparse en las colonias. Las causas de agregación de este pulgón se pueden deber a diversos factores como: comportamiento intrínseco de la especie, reproducción biológica o heterogeneidad del medio ambiente, tales como: microclima y distribución de enemigos naturales (Asante et al., 1993). Otro factor de importancia se debe al alto control de depredadores y del microhimenóptero. Esto se evidencia principalmente a fines de enero, donde se da el menor incremento de la población del pulgón, el cual corresponde a una diferencia de 0,03 de G.I. entre el 20 de Enero y el 10 de Febrero.

4. 2 Dinámica poblacional y diversidad de enemigos naturales de *E. lanigerum*.

Es importante señalar que no se detectó la presencia de controladores biológicos en el cuartel tratado con pesticidas; debido a la ausencia del hospedero en dicho tratamiento. Por ende, el estudio se enfocó en el cuartel con programa de manejo selectivo para *C. pomonella* (confusión sexual) donde se pudo registrar la dinámica poblacional de los enemigos naturales.

La Figura 4.5 evidencia que la población de enemigos naturales estuvo constituida por un total de 1180 individuos, de los cuales el 97,6 % de esta población correspondió al microhimenóptero *Aphelinus mali* (Haldemann), siendo éste el más importante de los enemigos naturales del pulgón lanígero (Asante, 1997).

El 2,4% restante de la población de enemigos naturales correspondió a especies depredadoras. En este grupo se identificaron larvas y adultos de coccinélidos, nábidos y larvas de sírfidos (dípteros); estas últimas junto con *A. mali* fueron identificadas por Prado (1991) como los principales controladores biológicos del pulgón lanígero en Chile.

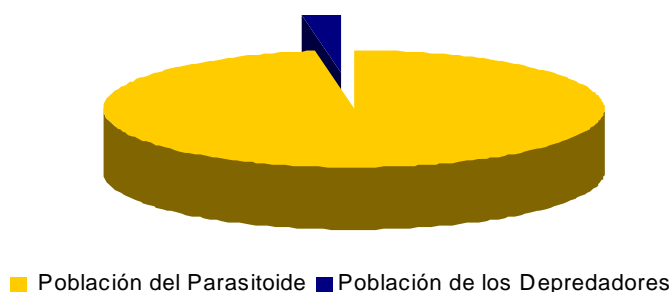


Figura 4.5: Recuento de enemigos naturales del pulgón lanígero presentes en el cuartel 6.

La Figura 4.6 muestra la población de depredadores del pulgón conformada por 28 individuos, de los cuales el 50% correspondió a larvas y adultos de coccinélidos. Brown & Miller (1998) en sus estudios demostraron la importancia de estos coleópteros en el control de *E. lanigerum* en huertos de manzanos.

Con respecto a las larvas de Sífidos estas correspondieron al 46,4% de la población de depredadores. Prado (1991) destacó a las especies del género *Shyrpus*, como los principales depredadores del pulgón en Chile. Por último, el 3,6% correspondió a la especie perteneciente al orden Hemiptera, familia Nabidae; sin embargo, estudios de Asante et al. (1997) determinaron que no existen evidencias de control del pulgón por esta especie.

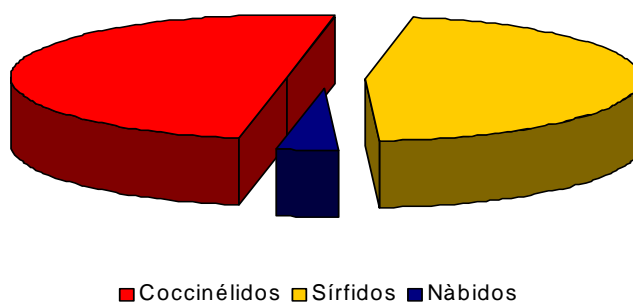


Figura 4.6: Recuento de enemigos naturales depredadores del pulgón lanígero

En la Figura 4.7 se puede observar la dinámica de la población de depredadores, la cual se caracterizó por presentar un primer máximo poblacional en Noviembre y Diciembre, donde la población de *E. lanigerum* era baja. Sin embargo, a partir de enero no hubo evidencia de depredadores, ya que la gran lanosidad producida por la plaga generó un efecto negativo en el control de la misma. Posteriormente, debido a la acción de *A. mali* sobre la plaga en Febrero, permitió contrarrestar la lanosidad producida y se produjo la segunda concentración de depredadores. Asante et al., (1993) y Brown et al., (1994) apoyan esta dinámica explicando una primera intervención de *A. mali* y luego la acción de los restantes controladores biológicos sobre *E. lanigerum*.

A principios de Noviembre, se registró una baja cantidad de depredadores, siendo los de mayor importancia los coccinélidos con un número de tres larvas en la primera medición, además en este mes aparecieron las primeras larvas de Sífidos. A principios de Diciembre, se encontraron las únicas 2 larvas de coccinélidos y Sífidos del primer periodo hasta el mes de Febrero, donde se obtuvo el grueso de la población de coccinélidos encontrándose adultos y larvas de esta familia de coleópteros y posteriormente, las larvas de Sífidos se concentraron en el mes de Marzo con un

número de 6 individuos. Según Brown et al., (1994), determinaron que estos insectos junto con *A. mali* correspondían a las especies de controladores biológicos más abundantes asociados a las colonias de *E. lanigerum*. Como se mencionó anteriormente en Primavera se encontró un solo ejemplar de la Familia Nabidae, el cual no presentó una importancia significativa en el control de *E. lanigerum*(Figura 4.7)

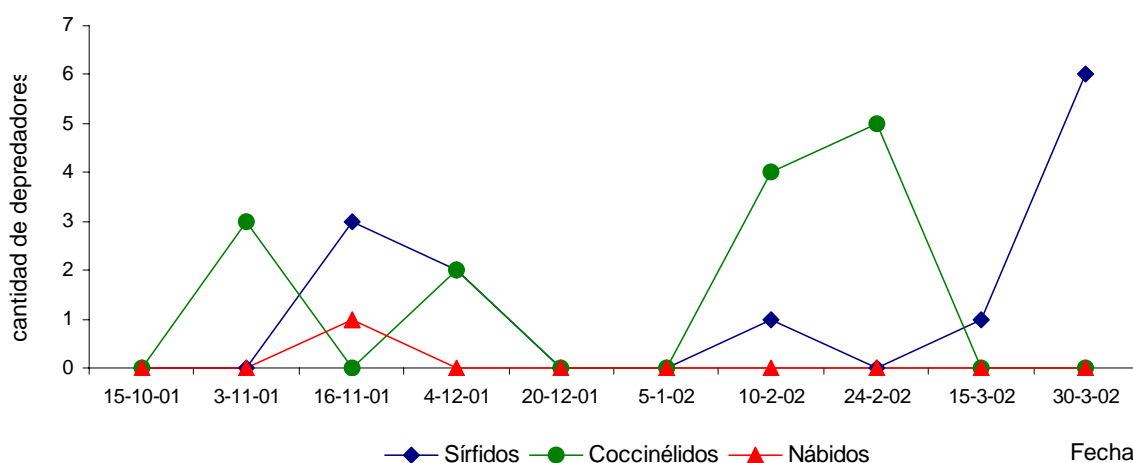


Figura 4.7: Dinámica poblacional de los depredadores de *E. lanigerum*

La figura muestra la dinámica poblacional de los depredadores (coccinélidos, sírfidos y nábidos) presentes en el programa de manejo selectivo para *C. pomonella*

Con relación al parasitoide *A. mali*, la Figura 4.8 muestra como se registró a principios de Noviembre la emergencia de adultos, aunque con un bajo nivel de parasitismo hasta esta fecha. A mediados de este mes, la población del parasitoide aumentó tanto por el número de avispas emergidas durante los primeros días de crianza, como por la población total obtenida durante toda la crianza en laboratorio. Cabe destacar el periodo comprendido entre Diciembre y Febrero, donde se registró un crecimiento rápido de la población del parasitoide favorecido por la temperaturas promedio de verano, las cuales pudieron suplir las necesidades térmicas del umbral de desarrollo de *A. mali*, destacándose el mes de febrero donde se obtuvo la máxima población de la microavispa con un número aproximado de 350 individuos. Esta población estuvo constituida tanto por la población total de microavispas emergidas obtenida durante toda la crianza en laboratorio como por el número de microavispas emergidas durante los primeros días de crianza.

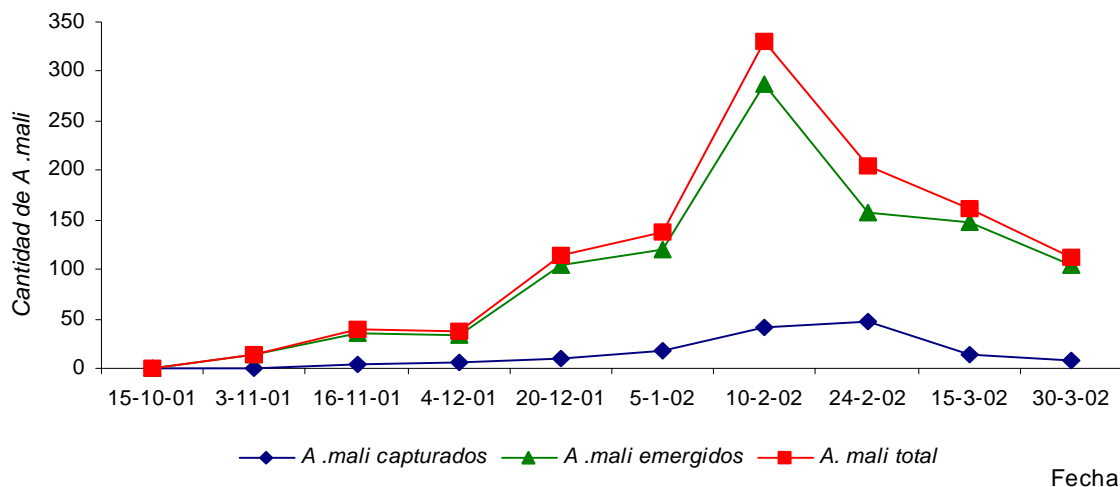


Figura 4.8: Dinámica poblacional de *Aphelinus mali*.

La figura muestra la curva de la población total del parasitoide registrada durante la temporada en el cuartel 6. esta información incluye el recuento de microavispa en cada fecha de muestreo (*A. mali* capturados) y la población de avispa emergidos de cuerpos momificados registradas en Junio de 2002 (*A. mali* emergidos).

El bajo nivel poblacional de los enemigos naturales a principios y término de temporada se atribuye a factores climáticos, especialmente las bajas temperaturas, las cuales no compensan las necesidades térmicas de estos insectos para desarrollarse. En el caso de *A. mali* se determinó que el umbral de desarrollo es muy superior al de la plaga y varía para cada localidad, como por ejemplo: En Palestina fue estimado a un valor de 8,6°C, 8,2°C en Francia y 8,3°C en Australia. Por el contrario, las temperaturas superiores a 20 °C en verano (enero – febrero) permiten un rápido crecimiento y desarrollo de la población del parasitoide (Asante et al.,1997).

4.2.1 Eficiencia de *Aphelinus mali*

La Figura 4.9 determina como interactúa la población de la plaga con respecto a la población de su controlador biológico bajo las condiciones de manejo para *C. pomonella*. Se puede observar en una primera instancia, la baja eficiencia de control por parte del enemigo natural lo que permite a la plaga alcanzar un rápido desarrollo logrando un máximo nivel poblacional a fines de diciembre de 2001. Sin embargo, con el aumento de las temperaturas, se observa en el periodo de enero – febrero el crecimiento de la población del parasitoide, hasta lograr un máximo número

de avispas emergidas a principios de febrero de 2002. Esta figura describe el comportamiento típico en las poblaciones de insectos donde se registra una curva desfasada de la población del controlador biológico con respecto a la población de la plaga. (Asante et al., 1993; Artigas, 1994).

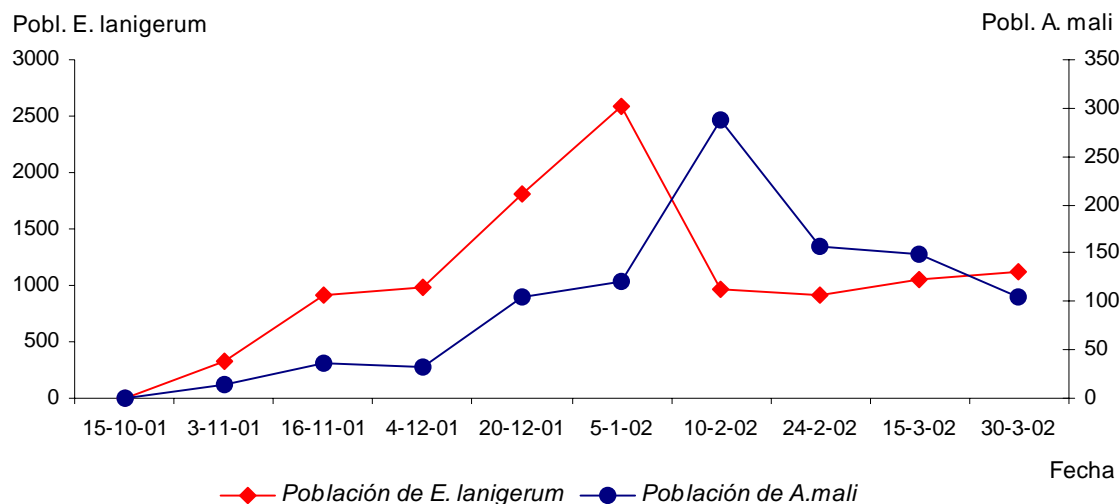


Figura 4.9: Interacción entre *E. lanigerum* (huésped) y su controlador biológico *A. mali*.

La figura muestra la curva de la población total del parasitoide y del pulgón lanígero registrada durante la temporada en el cuartel 6. Estos datos corresponden a los pulgones vivos a la fecha de muestreo y la población de avispas emergidas de cuerpos momificados registradas en Junio de 2002 (*A. mali* emergidos).

La figura 4.10 muestra que en el periodo comprendido entre noviembre y principios de enero se observó una baja eficiencia de control de 6%, debido principalmente al requerimiento térmico de éste que crece a tasas menores comparado con el crecimiento de la población la plaga. Mols & Boers (2001) determinaron que *A. mali* crecía a una tasa de 0,1 con temperaturas sobre los 20°C, en comparación a la población de su hospedero que crecía a una tasa de 0,14 a 0,27, bajo las mismas condiciones. Debido a esto, *E. lanigerum* presentaba 10 a 11 generaciones en la temporada, en cambio el parasitoide solo 4 a 5 generaciones (Asante et al., 1997).

Esto se evidenció en terreno donde se observó un crecimiento continuo del número de *A. mali* llegando a población aproximada de 150 individuos a principios de enero; sin embargo, no se observó un aumento paralelo del nivel de parasitismo; por el contrario, se registró una la eficiencia de control de un 4,7%, debido principalmente al alto nivel poblacional del pulgón lanígero. (Figura 4. 2).

A finales del mes de Enero, se observó un crecimiento rápido del número de microavispa, lográndose a principios de febrero el máximo poblacional del parasitoide, el cual ejerció una eficiencia de control de 30%, siendo ésta el valor máximo registrado en la temporada. Cabe destacar que enero presentó temperaturas máximas superiores a los 30°C que favorecieron actividad del controlador biológico. De acuerdo a lo anterior, la temperatura correspondería al factor más significativo en el desarrollo y actividad del parasitoide (Figura 4.10).

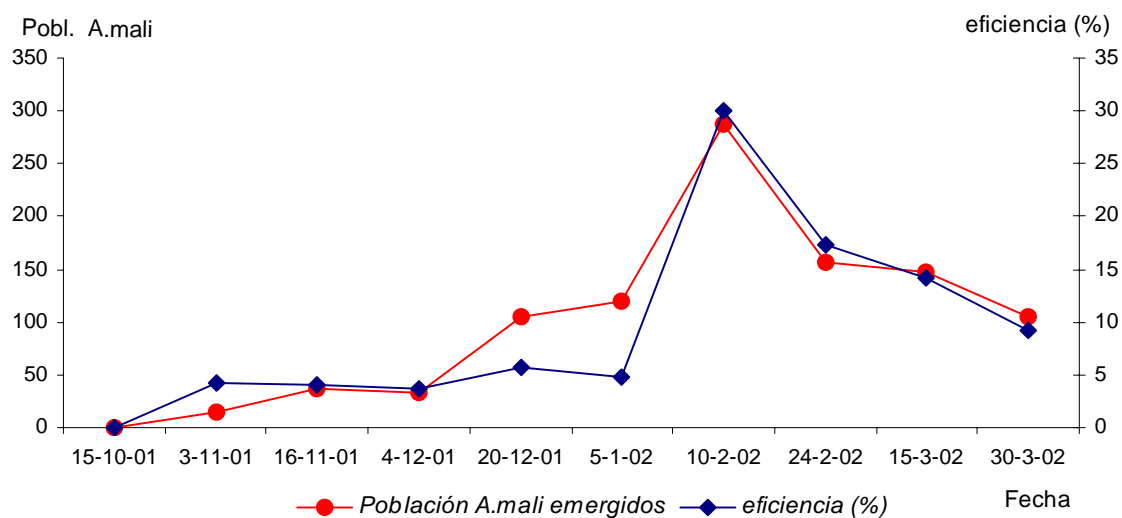


Figura 4.10: Recuento de n° de microavispa y la eficiencia de control de *A. mali*. La figura muestra la eficiencia de control y la dinámica de la población de las microavispa emergidas de la población de *E. lanigerum* en el programa de manejo selectivo para *C. pomonella*

Otro factor a considerar, sería la capacidad que posee esta microavispa en regular el sexo de su progenie de acuerdo al tamaño de su hospedero, siendo hembras cuando la emergencia ocurre en cuerpos de gran tamaño y machos cuando provienen de cuerpos pequeños (Asante et al., 1993). En laboratorio se observó en los meses de enero y febrero que el grueso de la población del pulgón lanífero correspondió a individuos de gran tamaño como ninfas de III y IV estado y hembras adultas. Además, se puede apreciar en la figura 4.7 que en febrero se obtuvo un alto número de captura de *A. mali* y él más alto número de microavispa emergidas, hechos que permiten suponer que el grueso de la población del parasitoide correspondió al sexo femenino.

Por último, se registró un descenso de la población del parasitoide junto con la disminución del parasitismo, alcanzando un valor de 9% al término de la temporada. Esto se debió

principalmente a las condiciones climáticas adversas para el microhimenóptero (bajas temperaturas y presencia de lluvias) las que alteraron la estabilidad ecológica entre el pulgón y su controlador biológico.

Como se pudo apreciar la máxima eficiencia obtenida por el parasitoide fue de 30%, valor que es bajo comparado con el resultado obtenido en otras localidades donde han logrado un control del 90% de la plaga (Barbagallo et al., 1998). Sin embargo, se debe considerar la variabilidad en la distribución y establecimiento de *E. lanigerum* en el campo y aún mas en los árboles, hecho que repercute significativamente en el control del pulgón, ya que se observó un bajo nivel de parasitismo en ramillas ubicadas en zonas de denso follaje; y por el contrario, una alto parasitismo en ramillas solitarias. Esto manifiesta la importancia del microclima que se produce en ambas situaciones (Brown et al.,1995).

Se recomienda en futuras plantaciones de huertos de manzanos utilizar patrones resistentes a *E. lanigerum* como MM111 con la finalidad de complementar los programas de manejo selectivos para *C. pomonella*; y en huertos ya establecidos se recomienda evaluar y ejecutar programas de control biológico aumentativo como también prácticas de manejo de follaje que favorezcan la acción de los enemigos naturales en el control de *E. lanigerum* en los árboles, basados principalmente en un enfoque ecológico.

5.CONCLUSIONES

La población del pulgón lanífero sólo logró desarrollarse en el programa tratado con confusión sexual para la polilla de la manzana. En cambio, en el programa de manejo convencional que incluye la aplicación de insecticidas organofosforados no se detectó la presencia de *E. lanigerum*, lo que manifiesta la alta susceptibilidad de esta plaga a los productos utilizados.

En el cuartel con presencia del pulgón en Febrero se registró el máximo tamaño de colonias (media de 3,5 cm, que equivale a un 7% de largo total de las ramillas), junto con un máximo de yemas infestadas (32%). Esto permite determinar que las yemas corresponderían a un importante nicho alimenticio utilizado por el pulgón lanífero.

El pulgón lanífero del manzano alcanzó un máximo grado de infestación al término de la temporada, según el índice de Brown & Smith (1994), siendo en una primera etapa más importante el grado de dispersión por el aumento del número de ramillas infestadas y posteriormente el grado de colonización por la agregación de las colonias.

En el cuartel con manejo selectivo de la polilla de la manzana, se registraron cuatro grupos de enemigos naturales, los cuales correspondieron a coccinélidos, sírfidos, nábidos y el microhimenóptero parasitoide *Aphelinus mali* (Hym: Aphelinidae); siendo este último el principal controlador biológico representando un 97,6% de la población total de enemigos naturales de *E. lanigerum*.

La eficiencia de control de *A. mali*, alcanzó un máximo de 30% de la población de *E. lanigerum* durante el mes de febrero, desfasado en un mes con respecto a la máxima población de la plaga.

6. BIBLIOGRAFIA

- ❖ Apablaza, J. 1990. Entomología general e introducción a la entomología agrícola. Editorial Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 169 pp.
- ❖ Artigas, J. 1994. Entomología Económica. Ediciones Universidad de Concepción. Chile. Volumen 1. 1126 pp.
- ❖ Artigas, J. 1994. Entomología Económica. Ediciones Universidad de Concepción. Chile. Volumen 2. 2943 pp.
- ❖ Asante, S. & W. Danthanarayana. 1993. Sex ratios in natural populations of *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae) in relation to host size and host density. *Entomophaga* 38(3): 391 – 403.
- ❖ Asante, S., W. Danthanarayana & S. Cairns. 1993. Spatial and temporal distribution patterns of *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 22(5): 1060 – 1065.
- ❖ Asante, S. & W. Danthanarayana. 1994. Susceptibility of apple varieties to attack by the woolly aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Homoptera: Aphididae). *Plant Protection Quarterly* 9(4): 126-130.
- ❖ Asante, S. & W. Danthanarayana. 1997. Natural enemies of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Homoptera: Aphididae) a review of the world literature. *Plant Protection Quarterly* 12(4): 166-170.
- ❖ Barbagallo, S., P. Cravedi, E. Pasqualini & I. Patti 1998. Pulgones de los principales cultivos frutales. Madrid, España. Ediciones Mundi-prensa. 123pp.
- ❖ Bhardway, S., R. Chander & S. Bhardway. 1995. Movement of woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum*) (Homoptera: Pemphigidae) on apple (*Malus pumila*) plant in relation to weather parameters. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 65 (2): 217- 222.
- ❖ Brown, M. & J. Schmitt. 1994. Population dynamics of woolly apple aphid (Homoptera: Aphididae) in West Virginia apple orchards. *Environmental Entomology* 23(5): 1182-1184.
- ❖ Brown, M. & J. Schmitt, S. Ranger & H. Hogmire 1995. Yield reduction in apple by edaphic woolly apple aphid (Homoptera: Aphididae) populations. *Environmental Entomology* 88(1): 127-133.

- ❖ Brown, S. & S. Miller 1998. Coccinellidae (Coleoptera) in apple orchards of Eastern West Virginia and the impact of invasion by *Harmonia axyridis*. Entomological News. 109(2): 136-142.
- ❖ Cohen, H., R. Horowitz, D. Nestel & D. Rosen 1996. Susceptibility of the woolly apple aphid parasitoid *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae), to common pesticides used in apple orchards in Israel. Entomophaga 41(2): 225 - 233.
- ❖ Contreras, L. 1991. Braeburn. Revista Frutícola 12(1): 23.
- ❖ Control biológico clásico. Control biológico aumentativo, inundativo. Disponible en www.inia.cl...cobertura/quilamapu. Revisado el 25 de mayo de 2001
- ❖ Curkovic, T., R.H. González & G. Barría 1996. Periodos de protección y degradación de residuos de insecticidas contra la polilla de la manzana, *Cydia pomonella* L. Revista Frutícola. 17 (5): 77-91.
- ❖ De Bach, P. & D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. 2° edición. Cambridge Univ. Press. 440 p.
- ❖ Evolución reciente del sector frutícola. Artículo publicado en la temporada agrícola N° 11, ODEPA primer semestre de 1998. Disponible en: [http:// www. Odepa. Gob.cl/servicios-información/tempo/t11 es.htm](http://www.Odepa.Gob.cl/servicios-información/tempo/t11.es.htm). Revisado el 20 de Abril de 2001.
- ❖ Frutales y viñas. Oficinas de estudios y políticas agrarias. 2001. Disponible en: [www. ODEPA.cl](http://www.ODEPA.cl). Revisado el 20 de Mayo de 2002.
- ❖ González, R.H. 1984. Desarrollo estacional de insectos y ácaros del manzano 1982 –1984. Revista Frutícola 5 (1): 3 - 9.
- ❖ González, R.H. & G. Barría 1984. Trampas de feromona sexual para la detección y control de la polilla de la manzana. Revista Frutícola 5(2): 43 - 49.
- ❖ González, R.H. 1993. Uso de feromona sexual para la detección y control de la polilla de la manzana. Revista Frutícola 14(1): 5 - 13.
- ❖ González, R.H. 1996. La polilla de la manzana y su importancia cuarentenaria. Chile Agrícola. 164: 494 - 495.
- ❖ González, R.H. 1998. Protección integrada de frutales pomáceos en Chile. Revista Frutícola. 19(1): 5 –13.

- ❖ González, R.H. 2000. Antecedentes biológicos de la polilla de la manzana, *Cydia pomonella* (L) en huertos de pomáceas. Revista Frutícola 21: 814 -828.
- ❖ Loreti, F. & G. Gil 1994. Los portainjertos de manzana. Situación actual y perspectivas. Revista Frutícola 15(3): 81 –91.
- ❖ Lusk, C. 1998. Agroecología. Serie docente. Universidad de Talca. Talca. 150 p.
- ❖ Mols, P. & J. Moers. 2001. Comparison of Canadian and Dutch strains of the parasitoid *Aphelinus mali* (Hald)(Hym. Aphelinidae) for control of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Haus.) (Hom: Aphididae) in the Netherlands: a simulation approach. Journal of Applied Entomology 12 (5): 255 –262.
- ❖ Oficinas de estudios y políticas agrarias. Ministerio de Agricultura (ODEPA 2002). Estadísticas productivas. Disponibles en <http://www.ODEPA.gob.cl/cifra/productivas>. Html. Revisado el 20 de Mayo de 2002.
- ❖ Penman, D.R. & R.B. Chapman 1980. Woolly apple aphid outbreak following use of fenvalerate in apples in Canterbury, New Zealand. Journal of Economic Entomology 73: 49-51.
- ❖ Portainjertos de manzanos con resistencia a Pulgón lanífero del manzano *E. lanigerum*. Disponible en www.viveros.requinoa.cl. Revisado el 15 de Mayo de 2001.
- ❖ Prado, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. INIA Estación experimental la Platina. Serie Boletín técnico n°169. Santiago. Chile. 207 pp.
- ❖ Pringle, K., J.H. Giliomee & M. Addison 1994. Vamidothion tolerance in a strain of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae). African Entomology 2(2): 123 –125.
- ❖ Reyes, M. 1994. Manejo y postcosecha de manzana Braeburn. Revista Frutícola 15(3): 95 – 101.
- ❖ Shaw, P. & J. Walker 1996. Biological control of woolly apple aphid by *Aphelinus mali* in an integrated fruit production programme in Nelson, New Zealand. Revisado en: www.hornet.co.nz/...htm
- ❖ Sotomayor, C. 2000. Variedades modernas de manzana para Chile. Chile Agrícola Volumen Mayo. Junio: 71 –75.
- ❖ Tomkins, A. 1995. Activity of insecticides against apple leaf curling midge *Dasyneura* and *Eriosoma lanigerum* Haus. Disponible en www.Hornet.Co.nz/publications/...95/95.htm. Revisado el 24 de mayo de 2002.

- ❖ Weber, D.C. & M.W. Brown 1998. Impact of woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum*) (Homoptera: Aphididae) on the growth of potted apple trees. *Journal of Economic Entomology* 91(4): 1170 – 1177.

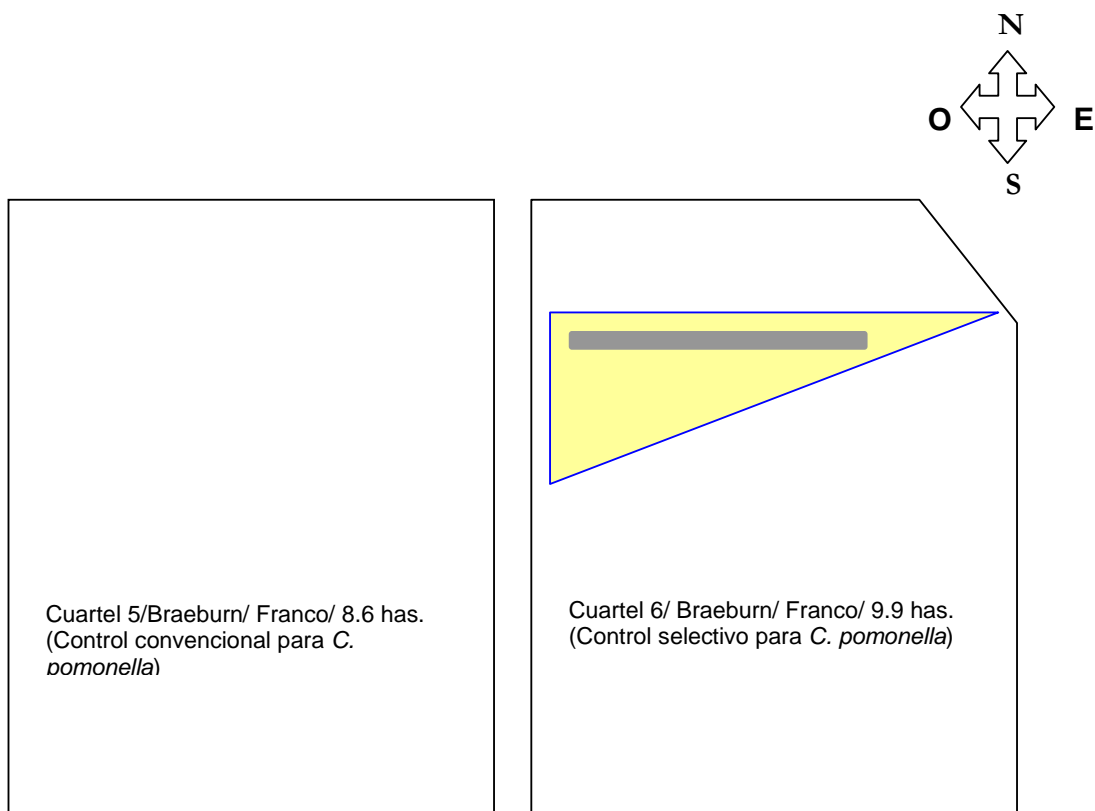
- ❖ Woolly apple aphid chemicals and *A. mali*. Disponible en: www.hornet.co.nz/...waapara. . Revisado el 15 de Mayo de 2001.



- ❖ Yuri, A. 2001. Principales variedades de manzanas, porcentaje en superficie en Chile. Disponible en http://w2.otalca.cl/fa_o_ca/Pomáceas/cuadro_17.htm. Revisado el 20 de Abril de 2001.

- ❖ Yuri, A. 2001. Producción integrada de fruta. *Revista Frutícola* 22(1): 5 – 16.

Anexos

Anexo 1: Distribución espacial de la infestación de *E. lanigerum* en los programas de manejo de *C. pomonella* (cuarteles 5 y 6) del Fundo San José de Perquín, propiedad de Agrícola San Clemente.



-  65 - 70% de infestación *E. lanigerum* en una área aproximada de 0,7 ha.
-  95 - 100% de infestación De *E. lanigerum* en una área aproximada de 0,3 ha.

Anexo 2: Captura de Polilla de la Manzana (2001/2002), AGRÍCOLA SAN CLEMENTE, San José de Perquín (San Clemente). Cuartel 5.

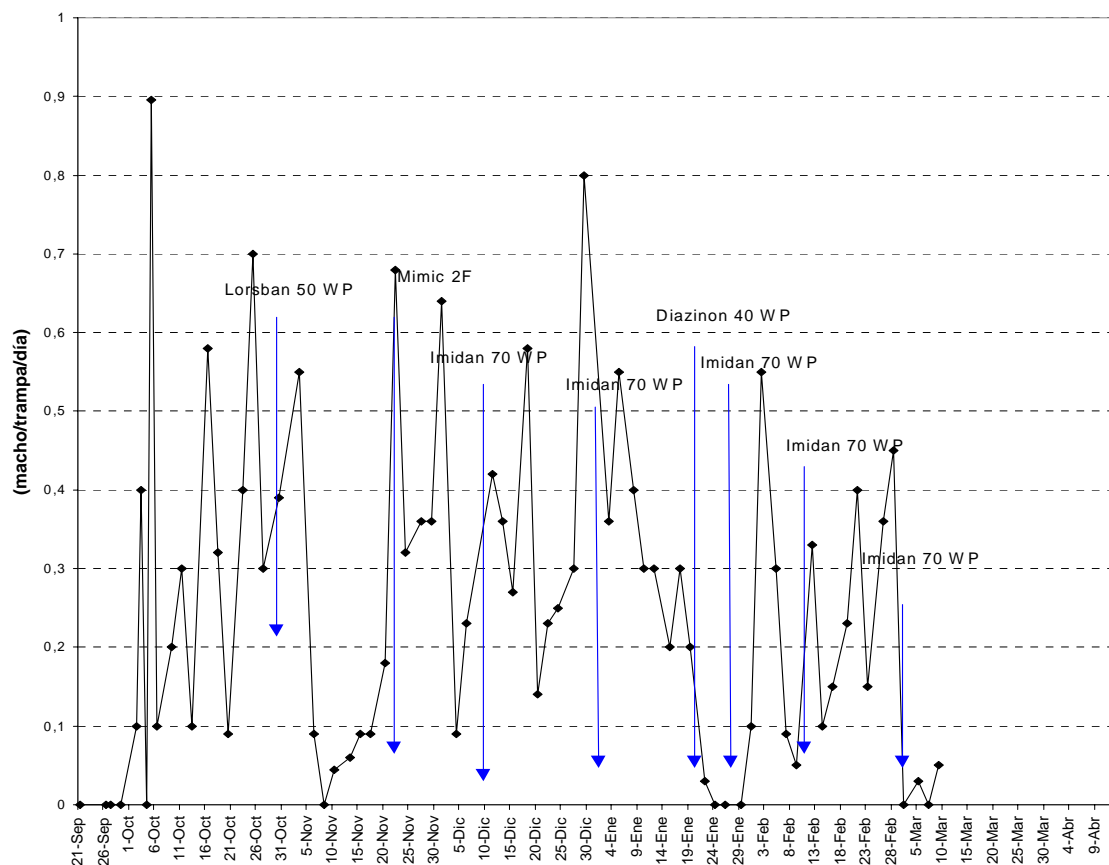


Tabla de aplicaciones químicas realizadas en el cuartel 5 y 6 para el control de la polilla de la manzana (*C. pomonella*)

Producto	Fecha	Dosis
Lorsban 50 WP	05/11/01	20.6lt/17225 lt de agua *7.6lt/2000lt de agua
Mimic 2F	28/11/01	5.16lt/18324 lt de agua
Imidan 70 WP	18/12/01	12 Kg/18691 lt de agua
Imidan 70 Wp	05/01/01	12 Kg/17103lt de agua
Diazinon 40 WP	23/01/01	24Kg/19057 lt de agua
Imidan 70 WP	05/02/02	12 Kg/17958 lt de agua *2.1 Kg/3000lt de agua
Imidan 70 WP	18/02/02	12Kg/19955 lt de agua 2.1Kg/3000 lt de agua
Imidan 70 WP	12/03/02	12Kg/17933lt de agua *2.1Kg/ 3000 lt de agua

(*) Aplicaciones realizadas en el cuartel 6 (en los lados de este), debido a la proximidad de ambos tratamientos.