Manejo Integrado de Plagas Subterráneas en Avellano Europeo

(Con especial referencia a Aegorhinus superciliosus y A. nodipennis)

Editores: Miguel Ellena D., Abel González G., Alfonso Aguilera P.

BOLETIN INIA Nº 237

Directora Regional INIA Carillanca:
Elizabeth Kehr Mellado.

Editores:

Miguel Ellena D., Ing. Agrónomo, Dr.
Abel González G., Ing. Agrónomo.
Alfonso Aguilera P., Ing. Agrónomo. Entomólogo asesor.

Comité Editor:

Elizabeth Kehr Mellado, Ing. Agrónomo M.Sc.
Lilian Avendaño Fuentes, Periodista, Lic. en Com. Social
Julio Jequier Jequier, Ing. Agrónomo.
Paola Sandoval Ferrada, Ing. Agrónomo.
Manuel Contreras Cifuentes, Ing. Agrónomo.

Boletín INIA Nº237

ISSN: 0717-4829

Ellena, M., González, A., y Aguilera, A. 2012. Manejo integrado de plagas subterráneas en avellano europeo (con especial referencia a *Aegorhinus Superciliosus y A. nopidennis).* Publicación editada en el contexto del proyecto INNOVA CORFO:"Programa de manejo integrado de plagas subterráneas en avellano europeo".

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Carillanca, km 10 camino Cajón Vilcún, comuna Vilcún. (45) 297100, Ministerio de Agricultura. Prohibida la reproducción parcial o total de la obra sin permiso de INIA.

Diseño y Diagramación: Ramón Navarrete Díaz
(rendcl@yahoo.com)

Impresión: Imprenta Rakota.

Cantidad Ejemplares: 300

PRÓLOGO

Una contribución importante para el rubro avellano en Chile, ha sido el proyecto de difusión y transferencia tecnológica en Manejo Integrado de Plagas Subterráneas ejecutado por INIA y financiado por CORFO, cuyo objetivo central fue validar y difundir tecnologías de control bajo el concepto MIP a los agricultores, profesionales, técnicos y estudiantes vinculados al rubro.

Siendo las plagas subterráneas un problema latente para el cultivo, surge este manual que pretende ser una guía para quienes se dediquen al rubro del avellano europeo y puedan desarrollar estrategias y tácticas de control, de acuerdo a los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP). El texto considera la descripción de ontogenia y etología de las principales plagas subterráneas con especial referencia a cabrito del maitén y cabrito del coigüe. Además, contempla diagnóstico, monitoreo y estrategias de manejo integrado de plagas subterráneas.

En tal sentido, este manual permitirá a los agricultores discernir y adoptar acciones que les ayuden a enfrentar una estrategia de control desde una mirada holística. Los antecedentes incorporados en esta publicación constituyen la suma de conocimientos y experiencias que permitirán generar el intercambio de información entre aquellos que enfrentan el problema. En el caso del cabrito del maitén y del coigüe, significa una preocupación constante por que el no controlarlos puede constituir afrontar una pérdida económica importante.

Este manual es la culminación del proyecto antes mencionado y espera ser la base para iniciar actividades que generen nuevos conocimientos sobre el problema que preocupa a la produción e industria del avellano europeo en Chile.

Cabe señalar que el Centro Regional INIA Carillanca, a través de su Plataforma Frutícola, consciente de esta brecha tecnológica existente, tiene contemplado ejecutar una importante línea de investigación, con el objeto de desarrollar nuevas tecnologías para el manejo integrado de esta plaga nativa, la cual ataca a diversas especies frutales de interés para la zona centro sur y sur del país.

Robinson Vargas Mesina
Ing. Agrónomo, Dr. en Entomología
Subdirector I&D
Instituto de Investigaciones Agropecuarias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRÓLOGO 3
INTRODUCCIÓN 7
CAPITULO 1. 9
DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS SUBTERRÁNEAS 9

CAPITULO 2. 23
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS 23
2.1. Origen. 24
2.2. Definiciones. 24
2.3. Análisis de la definición de MIP. 26
2.4. Implementación de un programa MIP. 27

CAPITULO 3. 31
DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE PLAGAS. 31
3.1. Muestreo cuantitativo. 34
3.1.1. Muestreo cuantitativo absoluto. 34
3.1.2. Muestreo cuantitativo relativo. 36
3.2. Muestreo cualitativo. 38
3.3. Muestreo secuencial. 40
3.4. Herramientas complementarias para un buen diagnóstico. 40
3.4.1. Cálculo de grados días. 40
3.4.2. Determinación de enemigos naturales. 41
3.5 .Estudio de casos: unidades demostrativas. Diagnóstico y Monitoreo. 42
3.5.1. Perquenco, Región de La Araucanía. 42
3.5.2. Unidad demostrativa Pitrufquén. 47
3.5.3. Unidad demostrativa Gorbea. Caso especial. 55

CAPITULO 4. 61
ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS SUBTERRÁNEAS. 61
4.1. Pre plantación. 62
4.1.1. Elección del sitio de plantación. 63
4.2 Plantación 64
4.2.1 Material vegetal. 64
4.2.2 Manejo preventivo para el control del adulto. 64
4.2.2.1 Manejo del entorno. 65
4.2.2.2 Barreras Físicas 65
4.2.3 Manejo curativo para el control del adulto. 69
4.2.3.1 Control químico. 70
4.2.3.2 Control físico mecánico. 73
4.2.4 Manejo curativo para el control larvario. 73
4.2.4.1 Control químico. 73
4.2.4.2 Control biológico. 79
4.3 Unidad demostrativa de control tipo curativo: sector Perquenco 85
4.3.1 Sector 1. 86
4.3.2. Sector 2. 88
4.4 Unidad demostrativa de control tipo preventivo: sector Pitrufquén. 90

CONCLUSIONES. 97

ANEXOS 101

INTRODUCCIÓN

El cultivo de avellano europeo (*Corylus avellana L.*) ha presentado un desarrollo sobresaliente durante la última década. Chile se posiciona como el principal productor en el hemisferio sur con más de 13 mil hectáreas plantadas, proyectándose como el tercer productor de este fruto seco en el mundo. Por su parte, el sur de Chile se ha transformado en un eje fundamental para el impulso del cultivo, dado las favorables condiciones de clima y suelo. Todo esto sumado a la calidad de los empresarios vinculados al rubro, quienes en conjunto con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA y el apoyo de CORFO, han liderado el desarrollo del cultivo a nivel nacional.

Desde Collipulli hasta Puerto Varas, las plantaciones de nuevos huertos han aumentado en forma exponencial durante las últimas temporadas, superando las 4 mil 500 ha plantadas. En el sur de Chile este cultivo es clave como alternativa y complemento productivo a rubros como cereales, ganadería y lechería. Desde este ámbito, el interés de los inversionistas para establecer nuevos huertos es creciente, con tasas exponenciales de plantación.

No obstante lo anterior, el aumento de este frutal exótico también provoca un desequilibrio en el agro ecosistema, favoreciendo la colonización de los huertos por organismos fitófagos, como los insectos, que en busca de nuevas fuentes de alimento para remplazar su alimentación nativa, se han constituido en una plaga clave o primaria en avellano europeo, como es el caso de los cabritos del género *Aegorhinus*, donde destacan -por su agresividad- dos especies: el cabrito del maitén (*Aegorhinus superciliosus)* y el cabrito del coigüe (*Aegorhinus nodipennis)*. La gravedad del daño que ocasionan estas especies en avellano europeo, se incrementa porque sus hábitos alimentarios deterioran el follaje y el sistema radical. Las larvas de hábito subterráneo comprometen seriamente la producción y la longevidad de un huerto, al horadar y anillar las raíces principales y el cuello de los árboles.

En efecto, la discontinua investigación sobre el problema durante las últimas décadas, ha originado en la actualidad, no contar con un conocimiento exhaustivo de la plaga y a su vez, no disponer del uso de nuevas tecnologías para enfrentar su control.

Para solucionar este problema en forma definitiva, se hace necesario llevar a cabo investigación científica continua e interdisciplinaria, que permita tener las herramientas para un control eficiente y eficaz del manejo de la plaga.

Producto de este Proyecto de Difusión Tecnológica, el manual que se pone a disposición de productores, inversionistas, profesionales del agro, asesores y estudiantes relacionados con el rubro, tiene el propósito de dar una orientación para la implementación de estrategias y tácticas de control bajo el concepto del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Miguel Ellena D.
Director Proyecto Plagas

CAPITULO 1.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS SUBTERRÁNEAS

Alfonso Aguilera Puente

Se consideran como plagas subterráneas aquellos animales invertebrados con costumbres hipógeas, que pasan parte de su vida soterradas consumiendo raíces como los gusanos blancos, larvas de curculiónidos, gusanos alambres, larvas de moscas fitófagas, chicharras, tenebriónidos o aquellos insectos que al estado larvario se esconden bajo la superficie del suelo durante el día, para acometer contra los cultivos durante la noche, produciendo daños a la parte aérea de las plantas, como ocurre con los gusanos cortadores y cuncunillas negras.

Particularmente, en avellano europeo los insectos subterráneos, económicamente más importantes, corresponden a aquellos coleópteros pertenecientes a la familia Curculionidae conocidos en su estado adulto como cabritos.

También aquellos nominados como burritos y capachitos. Suelen acompañar al ataque de cabritos insectos del mismo orden (Coleoptera), pertenecientes a la familia Scarabaeidae, que en su estado adulto se conocen como pololos y al estado larvario simplemente gusanos blancos. El género *Aegorhinus,* de la sub familia Aterpinae, representado en Chile por más de 20 especies, alberga dos de éstas que constituyen el problema mayor en avellano europeo, porque sus representadas causan daños severos tanto al estado adulto como al estado larvario. En efecto el cabrito del maitén (CM); *Aegorhinus superciliosus* (Guérin- Méneville, 1830) y el cabrito del coigüe (CC), *Aegorhinus nodipennis* (Hope,1834) son las dos especies que en el sur de Chile preocupan a quienes están relacionados con el cultivo del avellano europeo.

El cabrito del maitén (CM)
***Aegorhinus superciliosus* (Guérin- Méneville, 1830)**
(Coleoptera: Curculionidae: Aterpinae)

Foto 1. Adulto del Cabrito del Maitén. (Gentileza Natural Chile).

Distribución. Desde las regiones del Maule a Los Lagos. Presente en Argentina con registro de Neuquén.

Diagnosis. Los adultos del CM son grandes, de 1,50 cm de longitud, alargados, robustos, obscuros, rugosos, fuertemente esclerosados, algunos ejemplares totalmente negros. Cabeza redonda, ojos globosos separados, finamente facetados, brillantes; antenas acodadas de diez segmentos; rostro prolongado. Tórax con escamas blancas esparcidas en su superficie. Pronoto más ancho que largo con puntuaciones gruesas e irregulares. Élitros con el área humeral desarrollada, estrías con puntuaciones gruesas e irregulares, con siete bandas o filamentos blancos, grises o celestes en el dorso, transversales a su largo. Patas negras, largas, fuertes, con tarsos bien desarrollados, el último alargado y provisto de dos uñas terminales (Foto 1).

El huevo del CM es blanco cremoso, amarillento o café claro, algo oval, mide 0,13 cm a 0,15 cm de diámetro (Foto 2). Larva ápoda, blanca cremosa. Cabeza expuesta,

café, con sus piezas bucales muy esclerosadas, duras, resistentes. Recién emergida mide 0,15 cm y plenamente desarrollada alrededor de 2,0 cm (Foto 3). Pupa exarata de 1,5 cm de largo por 0,80 cm de ancho máximo, blanca cremosa, con setas cafés, cortas, como espinas y destacadas en el dorso (Foto 4).

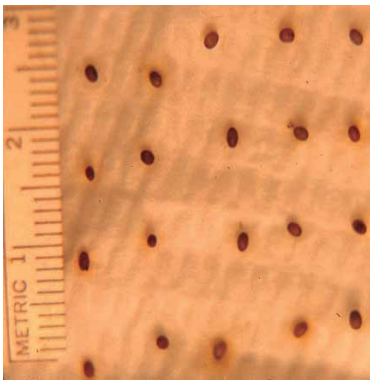

Foto 2. Huevos del CM

Foto 3. Larva del CM

Foto 4. Pupas del CM

Ontogenia y etología. La hembra adulta del CM ovipone en el suelo muy cerca del cuello de la planta, prácticamente en la superficie, cubriendo los huevos con una substancia mucilaginosa y con sus propias excretas. También puede depositarlos en el cuello de su hospedero. Por la condición de la postura, los huevos son difíciles de ubicar a simple vista. Después de la postura los huevos tardan entre 28 a 35 días en eclosar. Las larvitas recién nacidas o neonatas se entierran un tanto y se alimentan de raicillas. Durante el desarrollo larvario ocurren varias mudas, siendo esta fase del insecto la más prolongada y variable en tiempo, entre 289 y 428 días, lo que representa el 86% del ciclo vital del CM. Durante este periodo, subterráneamente consume raíces y se introduce a la raíz principal, donde se aloja para pupar en un habitáculo que construye con parte del material vegetal que devora.

El período de pupación demora entre 15 a 49 días y luego se reanuda el ciclo, con la emergencia del adulto después de un año o más desde su primera postura. En la Figura 1, se presenta el ciclo estacional del CM, con sus estados de desarrollo.

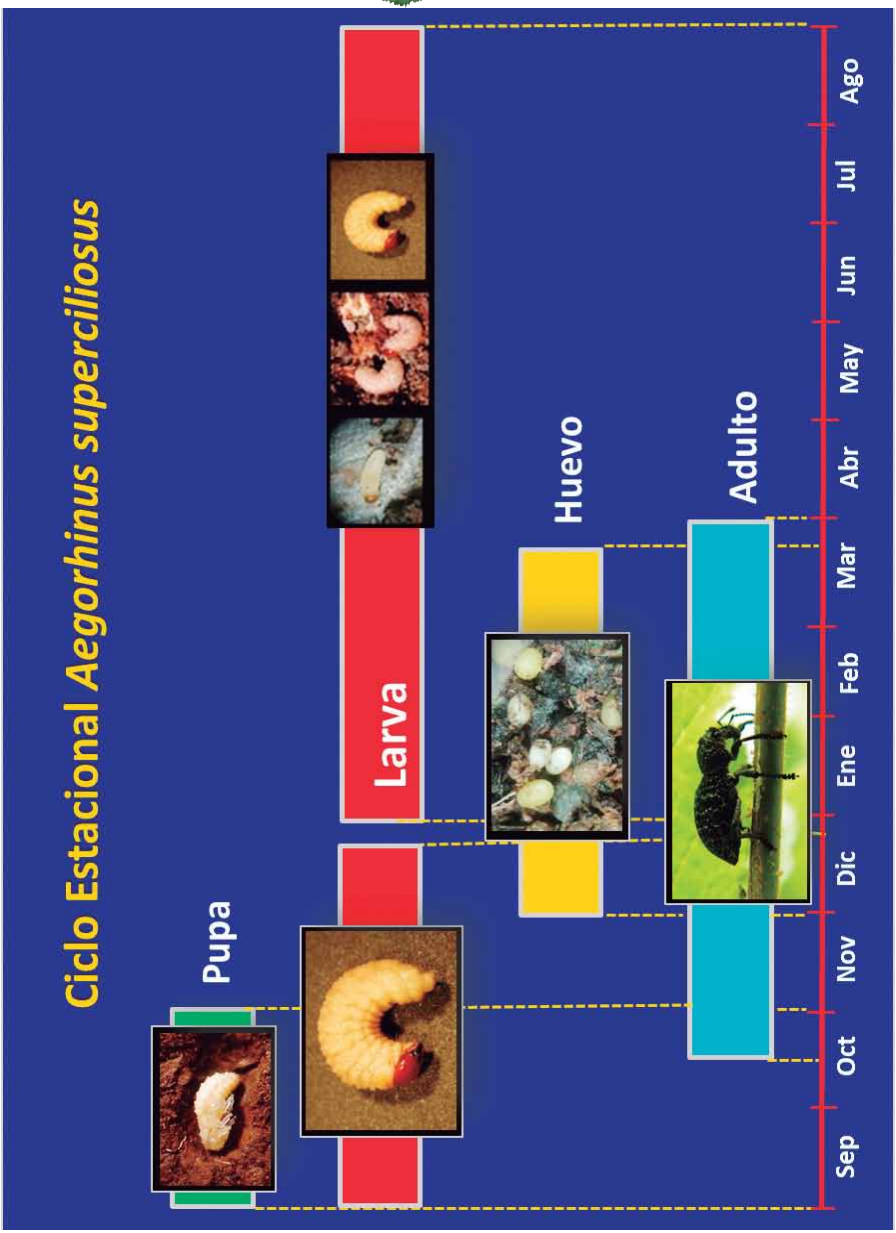

Figura 1. Ciclo estacional del CM.

Hospederos y daños. A continuación en el cuadro 1, se presenta un listado de los hospederos nativos y exóticos registrados en el sur de Chile.

Cuadro 1. Hospederos del CM en el sur de Chile.

Hospederos nativos	Hospederos exóticos
Avellano chileno, *Gevuina avellana*	Abedul, *Betula pendula*
Canelo, *Derimys winteri*	Arándano, *Vaccinium corymbosum*
Coigüe, *Nothofagus dombeyi*	Arándano ojo de conejo, *Vaccinium asheye*
Chilca, *Baccharis racemosa*	Astilbe, *Astilbe arendsii*
Maitén, *Maytenus boaria*	Avellano europeo, *Corylus avellana*
Zarzaparrilla, *Ribes sp.*	Ciruelo, *Prunus salicina*
	Frambueso, *Rubus idaeus*
	Frutilla , *Fragaria chiloensis x ananassa*
	Grosellero, *Ribes grossularia*
	Liatris, *Liatris spicata*
	Lirio, *Iris reticulata*
	Manzano, *Malus domestica*
	Membrillo, *Cydonia oblonga*
	Mora, *Rubus constrictus*
	Peonia, *Paeonia lactiflora*
	Romaza, *Rumex crispus*
	Sauce, *Salix viminalis*
	Zarzaparrilla negra, *Ribes nigrum*
	Zarzaparrilla roja, *Ribes rubrum*

Es conocido el daño que estos insectos causan al estado adulto y estado de larva, en frutales del sur de Chile como arándano, frambueso, frutilla, mora, zarzaparrilla y también se menciona atacando ciruelos, durazneros, manzanos, perales, árboles del bosque nativo y ornamentales. Se estima que el CM es uno de los insectos más nocivos en el cultivo de frutales arbustivos. En frambueso se considera que un promedio de dos adultos por planta causa daños severos al cultivo.

En avellano europeo los adultos del CM consumen follaje, principalmente los brotes tiernos y las nervaduras de las hojas, provocando desfoliaciones y retraso en el desarrollo de ramillas (Foto 5).

Foto 5. Avellano europeo con síntoma de ataque por larvas del CM

Las larvas pequeñas inicialmente consumen raicillas y a medida que crecen se alimentan de la raíz y en sus estadíos avanzados se introducen en ella haciendo galerías, alojándose en la raíz principal cerca del cuello para terminar su desarrollo, pasando por estado de pupa para alcanzar el estado adulto. El imago abandona la cámara pupal desde el interior de la raíz principal y emerge a la superficie para comenzar a alimentarse del follaje.

Una larva compromete el desarrollo normal del árbol, el cual se reciente en la temporada siguiente. Un par de larvas que se desarrollen en la raíz principal del

avellano europeo durante la temporada es suficiente para dar muerte al árbol. La mayor cantidad de larvas contabilizadas en un árbol de cinco años que se secó fue de cinco larvas del CM, que estaban ubicadas entre el cuello de la planta y la raíz principal.

Control natural. Como agentes bióticos se registra al entomófago *Centistes* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y a los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) y *Beauveria bassiana* (Bals.).

Cabrito del coigüe (CC)
***Aegorhinus nodipennis* (Hope, 1834)**
(Coleoptera: Curculionidae: Aterpinae)

Foto 6. Adulto del Cabrito del Coigüe

Distribución. En Chile su distribución se registra desde las regiones del Maule a la de Aysén, del General Carlos Ibañez del Campo. También su presencia se menciona para las provincias de Neuquén y Chubut en la República Argentina.

Diagnosis. Los adultos del CC tienen el cuerpo alargado de 1,3 cm a 1,8 cm de largo y 0,3 cm a 0,6 cm de ancho máximo en el medio del cuerpo. Negros, no brillantes con escasa pubescencia. Cabeza con proyecciones laterales cortas entre los ojos globosos, separados, finamente facetados; rostro rectangular y tan largo como el ancho de la cabeza; antenas de diez segmentos, acodadas del mismos color del cuerpo con escamas blancas en la parte posterior, insertas en la mitad del rostro, con el pedicelo globoso hacia el ápice y de la mitad del largo del resto de la antena. Tórax negro mate, rectangular, más largo que ancho, algo globoso, punctuado, con escamas blancas en los costados a la altura del primer par de patas; élitros notoriamente más punctuados que el protórax, con filas longitudinales paralelas y dos proyecciones corniformes destacables en el tercio posterior descendente y bajo ellos máculas escamosas blancas. Patas largas del tipo caminadoras, con manchas escamosas blancas o azul violeta en la parte apical de los fémures, también en los tarsos, que además tienen las almohadillas con el sector inverso amarillento, terminando con uñas fuertes. Ventralmente negro, cerdoso, algo brillante, con manchas blancas escamosas entre las coxas. También en los costados entre las patas y en el centro del primer al cuarto segmento abdominal y en el sector lateral de los mismos (Foto 6).

Huevo blanco amarillento, algo ovalado de 0,14 cm de largo y 0,1 cm de ancho (Foto 7). La larva del CC es blanca, pilosa, de 0,25 cm a 0,28 cm de largo recién emergida, plenamente desarrollada mide 2 cm de largo, con la cabeza café con un ancho de 0,06 cm, expuesta. Pupa exarata, similar a la del CM.

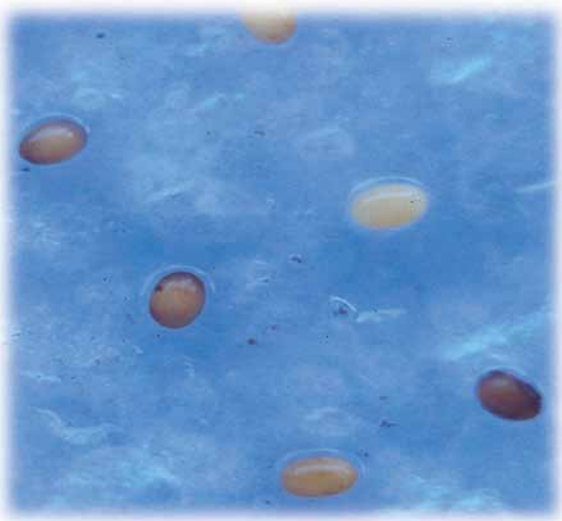

Foto 7. Huevos del CC obtenidos en condiciones de laboratorio.

Ontogenia y etología. El CC es un insecto univoltino con su ciclo vital similar al CM, sin embargo no se conocen detalles de su desarrollo. En condiciones de laboratorio se ha observado que durante su período de postura, la hembra no cubre los huevos con exudaciones y excretas. Es probable que en condiciones de campo tenga un hábito diferente, por lo que se hace muy necesario estudiar en detalle los aspectos biológicos de esta especie de cabrito, aún desconocido, como ocurre con la mayoría de las especies nativas y endémicas del país. La larva inicialmente come raicillas y a medida que crece se alimenta de raíces y horada la raíz principal haciendo galerías, alojándose cerca del cuello del árbol para pupar, donde forma una cámara rodeada de aserrín.

El adulto emerge del suelo en primavera y sube al follaje para alimentarse de la vegetación, especialmente de los brotes tiernos. La cópula se efectúa en el follaje y la postura de huevos la hembra la realiza cercana al cuello del árbol.

Tanto adultos como larvas del CC y CM suelen encontrase al mismo tiempo en el mismo hospedero. Por lo tanto, deben ser consideras especies simpátridas y sincrónicas.

Hospederos y daños. Avellano chileno, canelo, coigüe, maitén, ulmo. En abedul es particularmente agresivo. En frutales se menciona asociado a arándano, duraznero, ciruelo, manzano, membrillo, palto y nogal.

En avellano europeo el daño a las raíces se manifiesta durante el verano, con el amarillamiento de las hojas y su posterior caída, preferentemente de aquellas que se encuentran en los extremos de las ramillas y ramas, afectando notoriamente el crecimiento.

Los adultos se alimentan eligiendo las ramillas del año, consumiendo la corteza aún verde, con un efecto similar a un anillado, secando la ramilla o rama, produciéndose posteriormente el quiebre de las mismas. Con la llegada del otoño algunos adultos suelen alimentarse de los amentos del avellano europeo. Al igual que el CM, el ataque del CC en su estado larvario puede provocar la muerte del árbol.

Control natural. No hay registros de enemigos naturales entomófagos asociados al CC. Recientemente se ha determinado la presencia de hongos entomopatógenos asociados a larvas del CC.

GLOSARIO

Amento: flor masculina del avellano europeo.

Ápoda: sin patas.

Áptera: sin alas.

Artrópodo: animal invertebrado con patas articuladas en varios segmentos.

Ciclo vital: período de desarrollo de un insecto desde la postura de huevos a la emergencia del estado adulto.

Ciclo estacional: presencia de los estados de desarrollo de un insecto durante el año.

Coxas: primer segmento de la pata de un insecto adosadas al tórax.

Curculionidae: familia de Coleoptera, caracterizada por tener su rostro prolongado.

Élitros: primer par de alas, no funcionales, esclerosadas, características de los coleópteros.

Endémico: que es exclusivo de un lugar.

Entomófago: insecto que se alimenta de otro insecto.

Entomopatógeno: organismo causante de una enfermedad en los insectos, atribuible a un hongo, bacteria, riketsia, protozoo o virus.

Esclerosado: duro y resistente. Estructura del cuerpo de un insectos que ha sufrido un proceso de esclerosis.

Especie: población animal aislada reproductivamente de otra población que es capaz de dar descendencia fértil.

Etología: estudio de los hábitos de una especie.

Exarata: referente a las pupas que presentan sus apéndices libres y expuestos.

Exuvia: piel o resto de la cutícula de un insecto en su estado larvario, cuando se produce una muda.

Estadio: fase de un insecto entre una y otra muda.

Imago: estado adulto de un insecto.

Nativo: que es propio y característico de un lugar.

Ocelos: ojos simples de un artrópodo.

Ojos facetados: ojos de los insectos compuestos de múltiples facetas u ojos simples.

Ontogenia: estudio del desarrollo de una especie.

Planta exótica : de origen externo, no nativa o endémica de Chile.

Pronoto: sección anterior del tórax de un insecto.

Rostro: sección prolongada de la cabeza, característica de los ejemplares adultos de curculiónidos.

Tarso: segmento apical de las patas de un insecto, por lo general con presencia de uñas.

Univoltino: que desarrolla solo un ciclo vital al año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, A. 1995. Plagas subterráneas. Centro Regional de Investigación INIA Carillanca, Temuco - Chile. Seminario de Protección Vegetal Nº 45: 85-140
.

Aguilera, A. 1996 a. Plagas del avellano europeo. Revista El Tattersall. Santiago - Chile. N°129: 4-5.

Aguilera, A. 1996 b. Controles para el cabrito del frambueso. Revista El Tattersall. Santiago - Chile. Nº133: 4-5.

Aguilera, A. & Rebolledo, R. 2001. Estadíos larvarios de *Aegorhinus superciliosus* (Guerin,1830) (Coleoptera: Curculionidae). Rev. Chilena Ent. 28: 5-8

Arias, E. 2000. Coleópteros de Chile. Chilean Beetles. Fototeknica (Santiago, Chile). 209 p.

Artigas, J. 1994. Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Ed. Universidad deConcepción (Concepción, Chile) Vol. 1, 1126 p. y Vol. 2, 943 p.

Borror, D.J.; C.A. Triplehorn & N.F. Johnson 1989. An Introduction to Study of Insect. Sauders College Publishing, Philadelphia - U.S.A. 875p.

Carrillo, R. 1993. Plagas insectiles en arbustos frutales menores. En Barriga, P. & M.Neira (Eds.). Cultivos no tradicionales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Pp. 73-86.

Casals, P. 1993. Frambuesos y arándanos. Insectos y ácaros. Boletín de Extensión Nº 2.Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía Chillán - Chile. 33 p.

Elgueta, M. 1993. Las especies de Curculioidea (Insecta: Coleoptera) de interés agrícola en Chile. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago. Publicación Ocasional 48: 1-79.

Elgueta, M. & Marvaldi, A.E. 2006. Lista sistemática de las especies de Curculionoidea (Insecta:Coleoptera) presentes en Chile, con su sinonimia. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 55: 113-153.

González, R. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Ed.Ograma. Santiago. 310 p.

Klein, C. & D. F. Waterhouse. 2000. Distribution and importance of arthropods associated with agriculture and forestry in Chile. (Distribución e importancia de los artrópodos asociados a la agricultura y silvicultura en Chile). ACIAR (Canberra, Australia) Monograph 68. 631 p.

Peña, L. 1987. Introducción a los insectos de Chile. Ed. Universitaria. Santiago - Chile. 254 p.

Prado, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. Serie Boletín Técnico Nº 169. 203p.

CAPITULO 2.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Alfonso Aguilera Puente

2.1. Origen.

El Manejo Integrado de Plagas, conocido mundialmente por su sigla en inglés IPM o en castellano MIP, tuvo su origen durante la primera mitad del siglo XX como respuesta a los problemas causados por el uso de los pesticidas orgánicos de síntesis química, como único recurso para la protección de los cultivos a los organismos perjudiciales. La constante aplicación, principalmente de insecticidas, generó la resistencia de los insectos a estos compuestos químicos, obligando cada vez al uso creciente de mayores dosis, a la búsqueda y obtención de moléculas más tóxicas para las plagas, con consecuencias en el corto tiempo, por el agravamiento de los problemas y el surgimiento de nuevas plagas, la alteración y contaminación del ambiente, poniendo en peligro la salud humana.

En California, EE.UU., hacia fines de la década de los 40, en el siglo pasado, nace un nuevo concepto del control de plagas, que en el transcurso del tiempo se ha constituido en una filosofía de cómo actuar frente al asedio de los problemas fitosanitarios, comenzando por aquellos provocados por los insectos fitófagos, debido, en primera instancia, a la persistencia de los insecticidas clorados (hoy prohibidos en todo el mundo) y su acumulación en el medio ambiente, especialmente en las cadenas tróficas donde también interviene el hombre como productor y recibidor del problema. Por ello se fundamenta el uso de plaguicidas cuando sea sólo estrictamente necesario.

El libro "Primavera Silenciosa" de Rachel Carson, publicado en 1964, fue un hito histórico de la sanidad vegetal, animal y humana; puso en alerta al mundo sobre la gravedad en el uso indiscriminado de los pesticidas y de esta manera se fue creando conciencia del peligro para la humanidad del uso de substancias tóxicas para el control de plagas, enfermedades y malezas.

En la actualidad no se concibe la producción de alimentos, sin la aplicación del MIP para mantener las poblaciones de fitófagos en niveles que no afecten la rentabilidad del cultivo.

2.2. Definiciones.

Sobre MIP numerosas son las definiciones que existen al respecto. Para los efectos de este manual se han seleccionado dos definiciones que se complementan.

Definición 1:

"El manejo integrado de plagas es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables, desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico, para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos**".**

Definición 2:

"Selección y uso inteligente de las acciones de control que aseguren consecuencias favorables en lo económico, ecológico y social **".**

La figura 1 representa en cierta medida, los elementos y las interrelaciones que se deben considerar en la aplicación de un programa bajo el concepto de MIP, donde el cultivo forma parte del agro ecosistema.

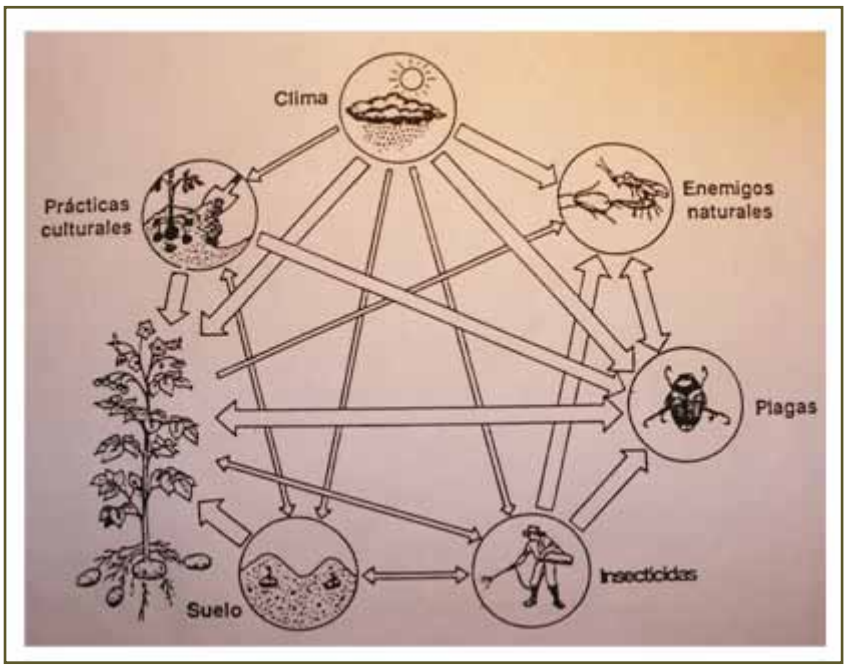

Figura 1. Algunos elementos a considerar en el MIP

(Fuente: Cisneros, F. 1996)

2.3. Análisis de la definición de MIP.

El primer elemento que aparece en una de las definiciones expuestas en el punto 2.2., corresponde al término plaga, el cual debe entenderse como una población de una determinada especie animal (en el caso de este manual el CM), que reduce el valor de una cosecha a un nivel que compromete la rentabilidad del cultivo, cuyo origen está en la ruptura del balance natural producido de manera artificial por el hombre. Desde este punto de vista, la agricultura de por sí es una actividad que conlleva a la artificialización del ambiente y por ello la concepción actual debe ser que el cultivo es parte de un agro ecosistema.

La presencia de una determinada especie fitófaga y su nivel poblacional determina, a su vez, diversas categorías de plagas que, por lo general se clasifican en primarias o claves, secundarias, ocasionales y potenciales según su posición de acuerdo al nivel de daño económico (NDE). Esto se entiende como la densidad del insecto fitófago que causa una pérdida en el cultivo, cuyo costo es similar al gasto que significa su control. Mientras no se supere este nivel económicamente no se justifica recurrir a la implementación de algún método de control, siendo aconsejable dejar que actúen las fuerzas naturales en la regulación poblacional. Un sólo insecto no es problema, excepto si corresponde a la categoría de plaga cuarentenaria.

Si la condición descrita anteriormente no se da existe un nivel de alerta que se denomina umbral de daño económico (UDE), el cual se determina que ocurre antes que se produzca el NDE y de esta manera se asegura intervenir con un control de manera oportuna. Actualmente tanto el NDE y el UDE se expresa en una densidad poblacional que se denomina nivel de tolerancia (NT) o umbral intervención (UI).

La acción de control bajo el criterio de MIP debe considerar no solamente la implementación de un método de control, sino que la utilización coordinada e inteligente de varios métodos (físico-mecánico, cultural, etológico, biológico, químico). El objetivo es conseguir una reducción poblacional significativa, donde el control químico debería utilizarse como último recurso con una elección adecuada del producto, seleccionando aquel que sea el más amigable con el ambiente para evitar un desequilibrio mayor y muy especialmente, se debe considerar la protección de la salud del aplicador y de los consumidores.

Existe la posibilidad de utilizar el control genético, regulado por una institución especializada en el manejo de la radioactividad, que mediante la esterilización de insectos permite reducir significativamente la población de una plaga e incluso en casos especiales, erradicarla definitivamente o reducirla a su mínima expresión. La esterilización química también es posible, pero más compleja de utilizar.

Además, se debe considerar el control legal, ejercido por un organismo estatal que mediante un decreto o resolución, determina el control obligatorio de una plaga, especialmente cuando ésta tiene la categoría de plaga cuarentenaria.

2.4. Implementación de un programa MIP.

Para la implementación de un programa MIP es necesario conocer la estrategia del control de plagas, que se inicia con la determinación de la especie (nombre científico). Esto ayudará a la búsqueda de antecedentes bibliográficos sobre el insecto perjudicial, especialmente aspectos de su biología fundamentales para determinar el momento de su eventual control. Conocida su biología se debe realizar un monitoreo del insecto plaga, para tener un diagnóstico del problema.

En el monitoreo se debe efectuar un muestreo periódico que proporcionará la información necesaria para seleccionar las diferentes acciones de control, basadas en resultados de la investigación científica local, nacional o extranjera si existe.

Finalmente, se debe elaborar un registro detallado de las acciones efectuadas durante la temporada, de tal manera que al confeccionar un archivo, permite tener un historial que a futuro servirá para planificar y hacer los ajustes necesarios para un programa MIP exitoso.

En la implementación de un programa MIP se debe considerar el huerto como parte del agro ecosistema. Incluye entonces conocer las condiciones climáticas, la especie de cultivo, los cultivares empleados, las prácticas culturales, los enemigos naturales de la plaga y las condiciones socioeconómicas del agricultor. El programa MIP debe responder a las condiciones particulares del lugar donde se decide implementarlo.

GLOSARIO

Agroecosistema: ambiente intervernido dedicado a la agricultura, donde algunos factores físico y biológicos son modificados por el hombre.

Ecosistema: ambiente donde los factores físicos y biológicos interactúan sin intervención antrópica.

Enfermedad: situación detrimental provocada por un micro organismo que altera la salud de otro organismo.

Fitopatógeno: micro organismo que cauda daño a un vegetal, causándole una enfermedad.

Fungicida: substancia química que se utiliza para el control de un hongo fitopatógeno.

Insecticida: substancia natural o de síntesis química, considerada un veneno, atrayente, repelente o reguladora del crecimiento utilizada para el control de insectos perjudiciales.

Maleza: vegetación no deseable un cultivo.

Nivel de daño económico: población de una plaga que provoca una pérdida con un costo igual a la aplicación de un control, por lo general químico.

Patógeno: micro organismo que cauda daño a otro organismo causándole una enfermedad.

Peste: cualquier organismo que cause un daño directo e indirecto a la humanidad, como una plaga , enfermedad o maleza.

Pesticida : substancia química utilizada para controlar una peste.

Plaga: organismo animal que afecta directa e indirectamente a la humanidad.

Plaga agrícola : población de una determinada especie animal que perjudica económicamente la rentabilidad de un cultivo.

Umbral de daño económico: Población de una plaga que se encuentra cercana al nivel de daño económico.

Posición general de equilibrio: Población de una plaga sin control artificial.

Nivel de tolerancia: concepto que comprende el nivel de daño económico y el umbral de daño económico. Se refiere al nivel poblacional de una plaga al cual debe ejercerse una acción de control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AliNiazee, M.T. 1988. Ecology and management of hazelnut pest. Ann. Rev. Entomol. 43: 395-419.

Altieri, M. 1983. Agroecología. CETAL. Valparaíso - Chile. 184p.

Araya, J. 2004. Historia entretenida sobre los insectos. Una entomología impresionista. Allgraph. Santiago - Chile. 247p.

Cisneros, F. 1995. Control de plagas agrícolas. Full Print. La Molina, Lima-Perú. 313 p.

Daxl, R.; N. von Kayserling; C. Klein-Kock; R.Link, & H. Waibel. 1994. El manejo integrado de plagas. Schriftenreihe der GTZ Nº 246. Die Deutsche Bibliothek. 135p.

Metcalf, R.L. & W.H. Luckmann. 1975. Introduction to insect pest management.. John Wiley & Sons. New York - USA. 587p.

NAS. 1980. Manejo y control de plagas de insectos. Vol. 3. Limusa. México D.F. 522.

Romero, F. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Chapingo - Mexico 103p.

CAPITULO 3.

DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE PLAGAS.

Alfonso Aguilera Puente, Miguel Ellena Dellinger
Abel González Gelves, Julio Jequier Jequier,
Sergio Escobar Salgado

El diagnóstico se define como un arte, cuyo objetivo es conocer la naturaleza de una plaga mediante la observación de síntomas y signos.

El manejo integrado de plagas (MIP) con su concepción ecológica enfatiza como primer fundamento, el diagnóstico correcto del problema fitosanitario. Basado en esto, el agricultor, encargado del huerto o asesor pueden seleccionar las tácticas de manejo apropiadas para reducir la población de una plaga, a un nivel que no cause un daño económico o afecte la rentabilidad de un cultivo. Este enfoque tiene gran aceptación en la actualidad, donde la protección del ambiente y la salud humana son una exigencia de primer orden en la producción sostenible y donde el MIP se incorpora a nivel mundial en los programas agrícolas.

Siendo el diagnóstico una etapa fundamental en el ámbito de la protección de los cultivos, para realizarlo se deben analizar las condiciones en que se presenta el problema, en especial el manejo del cultivo y las interacciones planta, agente causal, organismos benéficos y condiciones agroclimáticas, es decir, se requiere de un análisis integral que conlleve un acertado juicio sobre la dimensión cuantitativa y cualitativa del problema.

Para implementar un programa MIP, una de las actividades claves para hacer buen diagnóstico lo constituye el monitoreo de las plagas. El primer objetivo de esta actividad es identificar en forma exacta la o las especies de insectos presentes tanto en el entorno, como en el huerto propiamente tal.

Una vez identificada la(s) especie(s) plaga en su estado adulto, el segundo objetivo es dimensionar en términos cuantitativos la presión de ésta (s), lo cual permite tener una magnitud del número de ejemplares adultos que hay por unidad de superficie, unidad de tiempo, unidad de esfuerzo o estimar una fluctuación poblacional o emergencia de ejemplares. Para ello, dentro del huerto se pueden establecer "estaciones de monitoreo". Estos puntos de monitoreo, permiten registrar información en un mismo sector durante toda la temporada y ayudar a tomar decisiones respecto a las tácticas de control. La estación de monitoreo puede ser designada con alguna bandera, estaca u otra alternativa que permita visualizar a distancia el lugar de monitoreo. La información debe ser registrada en la planilla de monitoreo (anexo 6.5). Con este instrumento de información, se logra justificar las aplicaciones en superficies mayores, o a nivel de cuartel.

Como resultado de los monitoreos y observaciones realizadas durante este proyecto, se han definido indicadores de ataque, cuyos valores representan la relación entre los índices de emergencia y poblacionales, con la sintomatología visual que refleja

el grado de ataque de *Aegorhinus* observado en los huertos de avellano europeo (cuadro 1).

Cuadro 1. Índices de ataque de adultos emergidos del suelo y registrados en el follaje.

Monitoreo			
Índice	Emergencia adultos del suelo	Adultos en el follaje	
	N° Adultos /Trampa	N° Adulto/ árbol	N° Adultos /10 árboles
Muy grave	1,5	3	30
Grave	0,7	1,5	15
Mayor	0,3	0,7	7
Leve	0,1	0,35	3,5
Incipiente	0,05	0,1	1

Un buen monitoreo tiene relación con la frecuencia adecuada del muestreo, la cual depende del índice de ataque de la plaga en cada foco del predio. De acuerdo al cuadro 1, sobre índice de ataque "grave", el monitoreo debe ser realizado durante todo el año, con mayor énfasis a partir de la emergencia de los primeros adultos hasta fines de verano, aumentando la frecuencia de muestreo como mínimo una vez por semana.

Del mismo modo y una vez cuantificado el nivel de ataque del(s) insecto(s), es preciso dimensionar en términos espaciales el desarrollo y potencial avance de éste, en cada uno de los focos determinados. Para ello, con el uso de un receptor GPS, es posible obtener las coordenadas y la posición absoluta de cada uno de los focos de ataque monitoreados. Una vez obtenidas las coordenadas, es posible construir mapas de presión de la plaga de cada uno de los subsectores del huerto, identificando y diferenciando con colores las zonas de mayor y menor ataque y su relación con el entorno. Esta información será la base para definir las estrategias de control en un predio y con ello evitar la expansión de la plaga a sectores menos afectados del huerto.

Es preciso señalar que existen dos métodos para contabilizar el número de adultos en un huerto. El primero y más frecuente es la curva poblacional, con la cual se

mide el número de adultos en el follaje y estructuras de sostén del árbol, durante períodos de tiempo. Esta curva mide el efecto acumulativo de adultos en un predio según se avanza periódicamente en el conteo. Es decir, un adulto contado en la semana uno puede ser nuevamente contabilizado en las semanas posteriores. A diferencia de la metodología anterior, el monitoreo con trampas de emergencia en los árboles, permite con exactitud medir la emergencia de adultos en cada período y al mismo tiempo medir la cumbre de emergencia de éstos en una determinada área agro ecológica. Es importante señalar que la cumbre de emergencia de adultos siempre es anterior que la cumbre poblacional.

De esta forma, las estrategias de aplicación de insecticida, con objetivo de evitar un alto número de posturas, deben tomar como marco de referencia dos momentos importantes. El primero, las emergencias iniciales de adulto y el segundo la cumbre de emergencia de éstos. Dado que existe un período de 20 a 30 días durante el cual las hembras de cabrito inician el proceso de ovoposición, dichos instantes definen los períodos de tiempo para establecer una táctica de control.

En cuanto a los diferentes tipos de muestreo, éstos pueden ser cuantitativos o cualitativos, dependiendo de los elementos que se disponga. Estos muestreos permiten determinar los niveles de daño, umbrales de daño o medidas unificadoras como el nivel de tolerancia o el nivel de advertencia, que permiten al agricultor tomar medidas de control antes que se produzcan daños con consecuencias de deterioro económico en la producción.

3.1. Muestreo cuantitativo.

El muestreo cuantitativo, como su nombre lo indica, consiste en contar los ejemplares de una determinada especie de insecto. La contabilización en un huerto del insecto plaga puede ser absoluta o relativa.

3.1.1. Muestreo cuantitativo absoluto.

Consiste en contabilizar todos los ejemplares de una especie presentes en su hospedero. Es la forma más exacta de estimar una población de insectos plaga. En condiciones de campo, demanda mucho tiempo y disponibilidad de personal, sin embargo con la ayuda de algunas técnicas es posible llevarlo a cabo como el cepillado de hojas, colecta manual de ejemplares adultos por unidad de superficie o por árbol, larvas por metro cuadrado, ejemplares por unidad de longitud o ejemplares por unidad de tiempo (Foto 1).

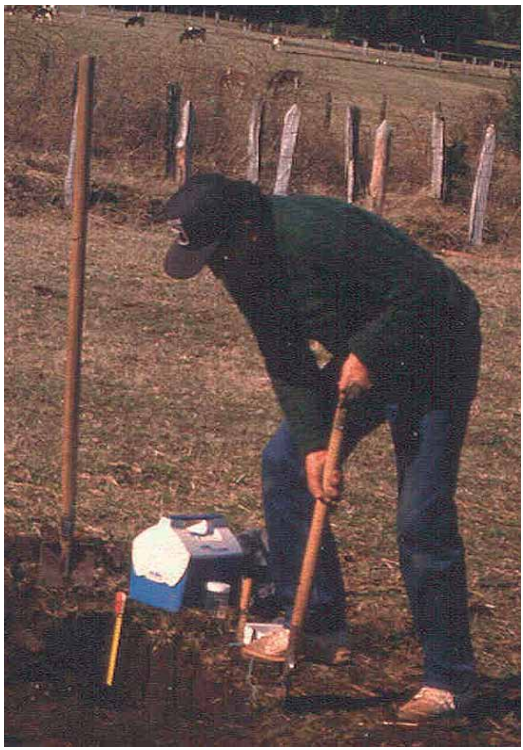

Foto 1. Ejemplos de muestreos cuantitativos

En condiciones de laboratorio es común utilizar este sistema donde siempre se dispone de una población conocida, como por ejemplo, para evaluar ensayos de eficacia con insecticida, determinar potencial reproductivo, parasitoidismo, depredación, evaluación de infestación o infección de entomopatógenos.

3.1.2. Muestreo cuantitativo relativo.

Es más frecuente la utilización de este sistema de muestreo que el anterior, pero el muestreo cuantitativo relativo es menos exacto, debido a que en su aplicación se recurre a la ayuda de trampas que no reflejan la cantidad de ejemplares por unidad de superficie, por árbol o parte de éste. De esta manera, la trampa de luz, trampa de feromona, trampa del tipo Malaise, trampa Möerick, trampa enterrada en el suelo con algún atrayente para insectos caminadores (pit fall), insectos capturados con red entomológica y la trampa adhesiva de diversos colores, dan una aproximación poblacional que pudiese existir en el huerto (Foto 2) La medición se reduce a la cantidad de ejemplares por trampa y de acuerdo a ello se da una alerta o se estima cuándo recurrir a la utilización de algún método de control.

Foto 2. Ejemplos de muestreo cuantitativo relativo

3.2. Muestreo cualitativo.

Este sistema consiste en la observación de síntomas y restos de un signo. La exactitud de este muestreo dependerá de la experiencia de la persona que lo ejecuta y su conocimiento de la biología de la plaga. Los restos de signos pueden estar referidos a partes de insectos como las cápsulas cefálicas, restos de muda de las ninfas o larvas de un insecto, depósitos fecales de una especie de insecto correspondiente al estado larvario o al estado adulto. Es más frecuente en un muestreo cualitativo estimar los daños por una plaga conocida, pero en esta observación se desconoce la población que provocó el daño (Foto 3.)

Foto 3. Síntomas de ataque de cabrito.

Experimentalmente se puede determinar la magnitud del daño, relacionándola con una determinada población de la plaga. Para ello se puede recurrir a ensayos con poblaciones conocidas para asociarla a la magnitud del daño.

Como resultado del proyecto se presenta una escala de sintomatología de daños que presentan los árboles de avellano europeo (Foto 4).

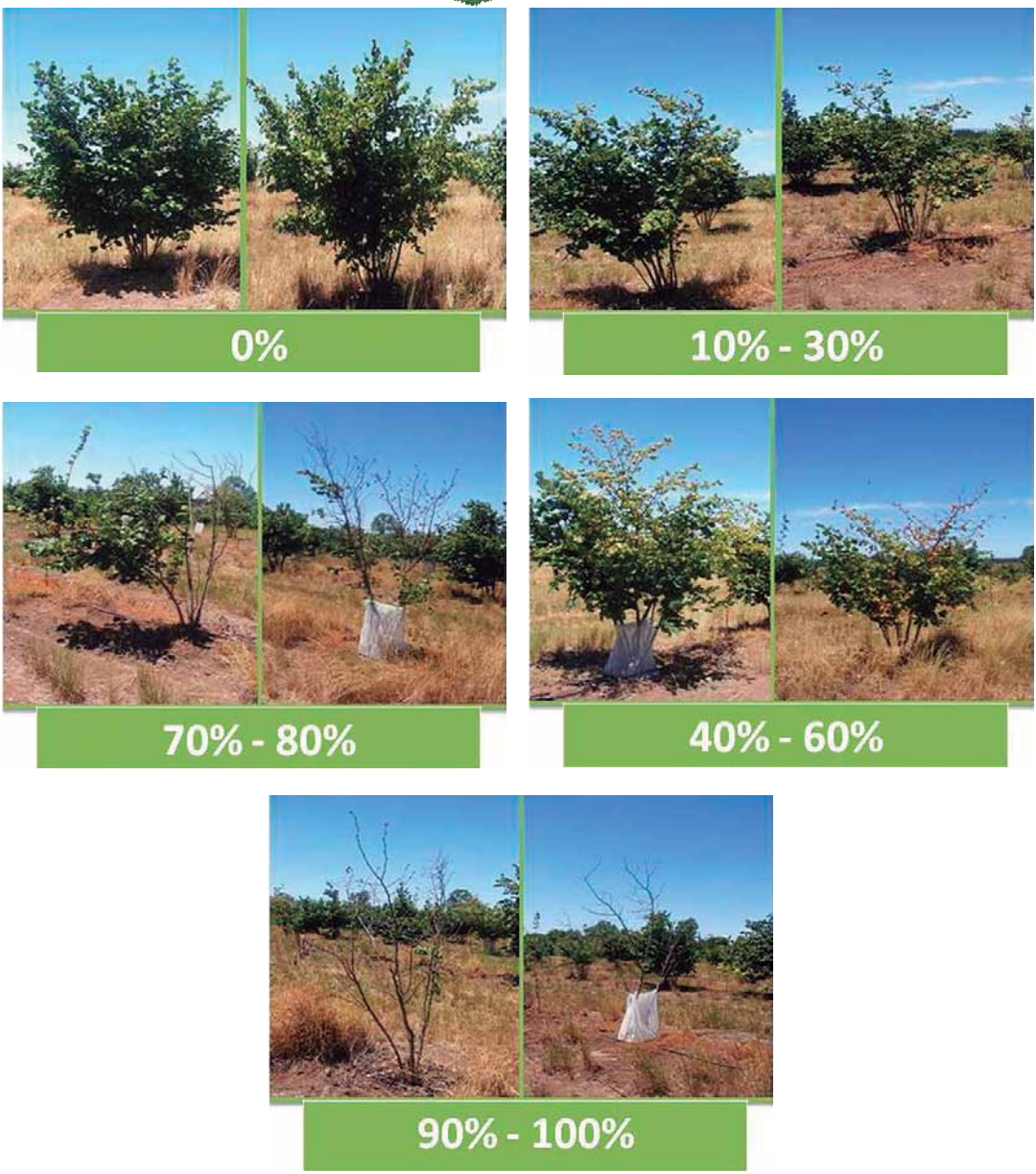

Foto 4. Escala de sintomatología de daños.

3.3. Muestreo secuencial.

Este tipo de muestreo es un elemento que ahorra tiempo, es más económico y de alta confiabilidad ante las alternativas de no controlar una plaga cuando sea necesario. Se basa en obtener muestras consecutivas y acumulativas para decidir controlar, seguir muestreando o suspender el muestreo. Para implementarlo es necesario conocer muy bien los métodos de muestreo, la disposición espacial de la plaga, el umbral de daño económico y los valores para establecer el peligro alto, bajo o medio de la plaga para decidir controlar y no controlar. Para el caso específico del CM y del CC, aún no es posible aplicar este sistema de muestreo debido a la falta de antecedentes relacionados con algunos aspectos biológicos de las especies, como la determinación de los grados días para cada etapa de su desarrollo.

Para efectuar el muestreo secuencial no es necesario tomar, en cada oportunidad el mismo número de muestras. Además, este tipo de muestreo puede aplicarse a uno del tipo cualitativo. Cuando se tienen todos los antecedentes de la plaga y experiencia en el cultivo, para tomar la decisión de controlar o no controlar una plaga específica, se puede confiar en los datos que se obtengan con un número reducido de muestras.

3.4. Herramientas complementarias para un buen diagnóstico.

3.4.1. Cálculo de grados días.

Otra herramienta para realizar un buen diagnóstico es la utilización de una estación meteorológica para el registro de temperatura (máxima, mínima y media) específica de un lugar, factor determinante en el ciclo vital de una plaga. Por tal motivo un elemento importante es relacionar la biología del insecto con la suma de grados días (GD).

Otros factores importantes del clima que es necesario tener registro corresponden a la humedad relativa (HR), pluviometría, horas frío, que también influyen en el desarrollo de la plaga.

Los grados días (GD) corresponde al cálculo del número de grados por sobre una temperatura base conocida, la cual por lo general se estima entre 5° C y 10° C. El cálculo se realiza considerando la temperatura media diaria ((Tmax + Tmin)/2) y se relacionan con la temperatura base determinada (Cuadro 2).

El uso de esta información permite relacionar la acumulación de GD en un período conocido con el desarrollo de una plaga durante el mismo. Es decir, si se conoce

la fecha de emergencia de una plaga, se puede determinar la cantidad de GD acumulados a esa fecha. Con esta información es posible determinar con mayor exactitud la fecha probable de aparición de una especie de insecto la próxima temporada y así realizar una estrategia de control más precisa.

Para el cálculo de los GD es necesario:

1. Definir el período en que se desea saber la información.
2. Temperatura base por sobre la que se medirá.
3. Temperatura media diaria.

Cuadro 2. Ejemplo determinación GD

FECHA	T° MEDIA DIARIA	GRADOS DÍA BASE 5°C	GRADOS DÍA BASE 10°C
1-oct-11	9,8	4,8	0,0
2-oct-11	9,0	4,0	0,0
3-oct-11	11,0	6,0	1,0
4-oct-11	10,6	5,6	0,6
5-oct-11	12,4	7,4	2,4
6-oct-11	11,2	6,2	1,2
DG ACUMULADOS EN 6 DÍAS		**34,0**	**5,2**

Fuente: Estación meteorológica INIA Gorbea. (Gentileza de Hector Pauchard).

3.4.2. Determinación de enemigos naturales.

Un factor biológico importante del agro ecosistema es el rol que cumplen los enemigos naturales, en este caso, específicamente los insectos entomófagos y organismos entomopatógenos. Por lo tanto, es necesario y conveniente efectuar un registro de estos organismos para un mejor diagnóstico de la plaga.

Para el caso de los cabritos se cuenta con el registro de un parasitoide del género *Centistes* (Hymenoptera: Braconidae) solamente para el CM y de hongos

entomopatógenos para CM y CC. De estos últimos se han aislado cepas de *Metarhizium anisopliae y Beauveria bassiana* que se están comercializando como insecticidas biológicos.

3.5 .Estudio de casos: unidades demostrativas. Diagnóstico y monitoreo.

3.5.1. Perquenco, Región de La Araucanía.

Ubicado en el km 16 del camino Perquenco – Quino, Región de La Araucanía. Corresponde al área agroclimática del llano central de la región. El tipo de suelo predominante es aquel derivado de cenizas volcánicas recientes –trumaos- aunque en este predio se encuentra suelo rojo arcilloso. Estos son menos profundos, por lo que debido al balance hídrico presenta un alto riesgo de anegamiento y daño al cultivo.

Altura del lugar: 250 a 300 m.s.n.m., según altímetro mmHg.
Suelos de tipo rojo arcilloso, profundidad media.
Año de plantación: 2007.
Marco de plantación: 6m x 5m.
Variedades: Barcelona.
Polinizantes: Trebizonda, Negret y TGL.
Riego: tecnificado, riego por goteo.
Orientación del huerto: este – oeste,
Conducción: multi eje.

3.5.1.1 Diagnóstico.

En algunos sectores del huerto no se observó ejemplares de *Aegorhinus* (Coleoptera: Curculionidae); sin embargo la información proporcionada por el propietario, correspondiente a temporadas anteriores, en un sector del campo, donde se hizo limpieza de matorrales, apareció la mayor cantidad de cabritos contabilizando 40 ejemplares por planta.

En octubre de 2010, en el huerto se detectó una mortalidad de plantas cuyo número alcanzó alrededor de 50 árboles, atribuibles a la acción de *Aegorhinus* en su estado larvario (Foto 5).

Foto 5. Sintomatología de daño de *Aegorhinus* al follaje y sistema radical.

En la descripción del problema causado por el insecto, según el propietario del predio, la mayor proporción de insectos correspondería a *A. nodipennis* (Hope), cuya aparición de los ejemplares adultos ocurre en noviembre y diciembre. También manifestó que en otros sectores del huerto no se ha constatado presencia del insecto.

Durante el diagnóstico, también fue posible observar la presencia del pulgón del avellano europeo (PAE), *Myzocallis coryli* (Goeze) (Hemiptera: Homoptera: Aphididae), con una alta población de chinitas (Coleoptera: Coccinellidae), de tal manera que la densidad del PAE por hoja no debería sobrepasar los 0,16 pulgones por centímetro cuadrado. En esta ocasión se contabilizó más de 15 chinitas en varios árboles. La especie de chinita predominante en un 90% correspondía a *Adalia angulifera* Mulsant. (Foto 6).

Foto 6. Chinita *Adalia angulifera* Mulsant

- **Mapa del predio.**

  La información de mapeo del predio permitió determinar los sectores dentro del huerto que sufrían mayor presión de parte de la plaga o donde se encontró el problema, facilitando la observación y ubicación de ésta, para poder realizar las acciones correctivas (Foto 7).

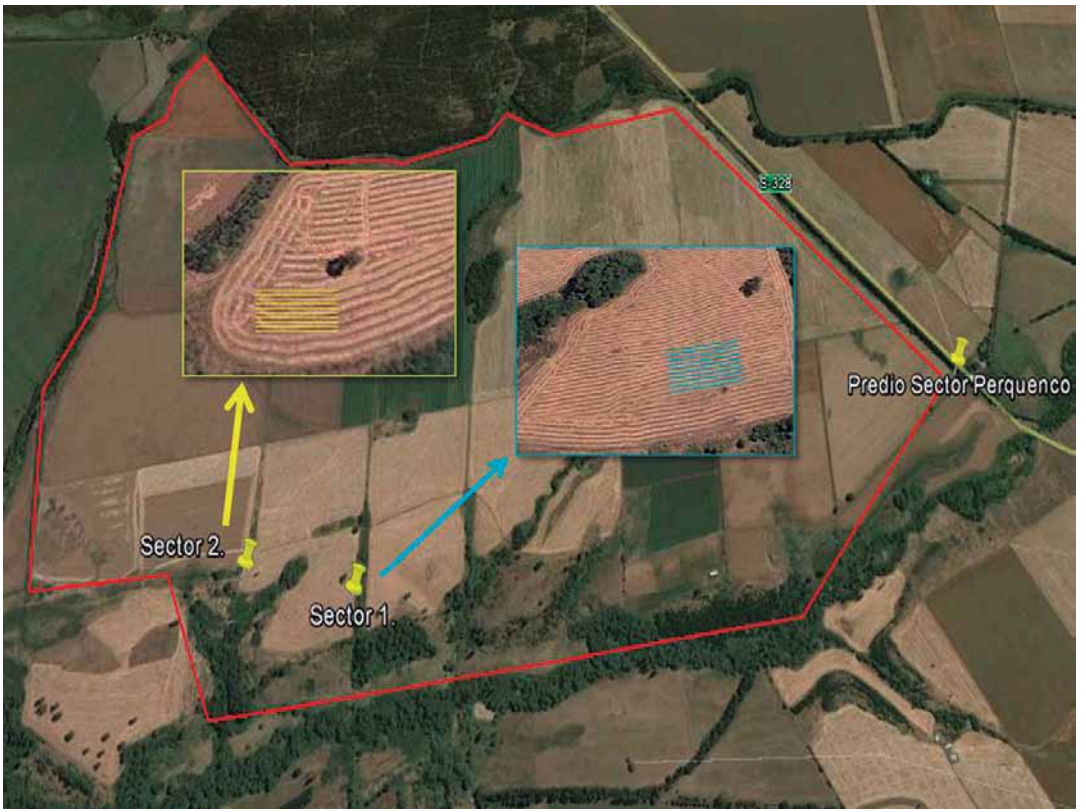

Foto 7. Mapa predial con identificación de sectores de ataque.

En la foto anterior, se muestran los sectores denominados 1 y 2, éstos se establecieron de acuerdo al diagnóstico e información del propietario del predio, que correspondía a dos lugares del huerto donde existía una mayor presión de la plaga. Además, la información sobre el manejo previo

a la plantación indicó que existía una extensa área de vegetación nativa hospedera en ambos sectores, la cual se arrancó sin manejo previo. Esta información permitió determinar que el ataque de *Aegorhinus* ejerce una alta presión de la plaga y el desplazamiento de ésta hacia otros sectores del huerto por una menor disponibilidad de hospederos naturales.

- **Muestreo.**

El muestreo se realizó en los sectores establecidos. Se efectuaron mediciones periódicas desde octubre a diciembre de 2011, mediante la utilización de trampas (Foto 8). El número de trampas instaladas para el monitoreo, en cada sector con 100 árboles, correspondió al 10% de éstos.

Foto 8. Trampa de tul en sistema de conducción multi eje.

Los resultados de esta actividad se muestran en la figura 1, donde se indica el número de cabritos colectados en las trampas y los grados días acumulados desde la emergencia del insecto el 01 octubre de 2010 hasta la próxima emergencia ocurrida en octubre de 2011. En este período la nueva emergencia de adultos ocurrió cuando la acumulación térmica alcanzó alrededor de los 2.400 GD base 5°C y alrededor 800 GD base 10° C.

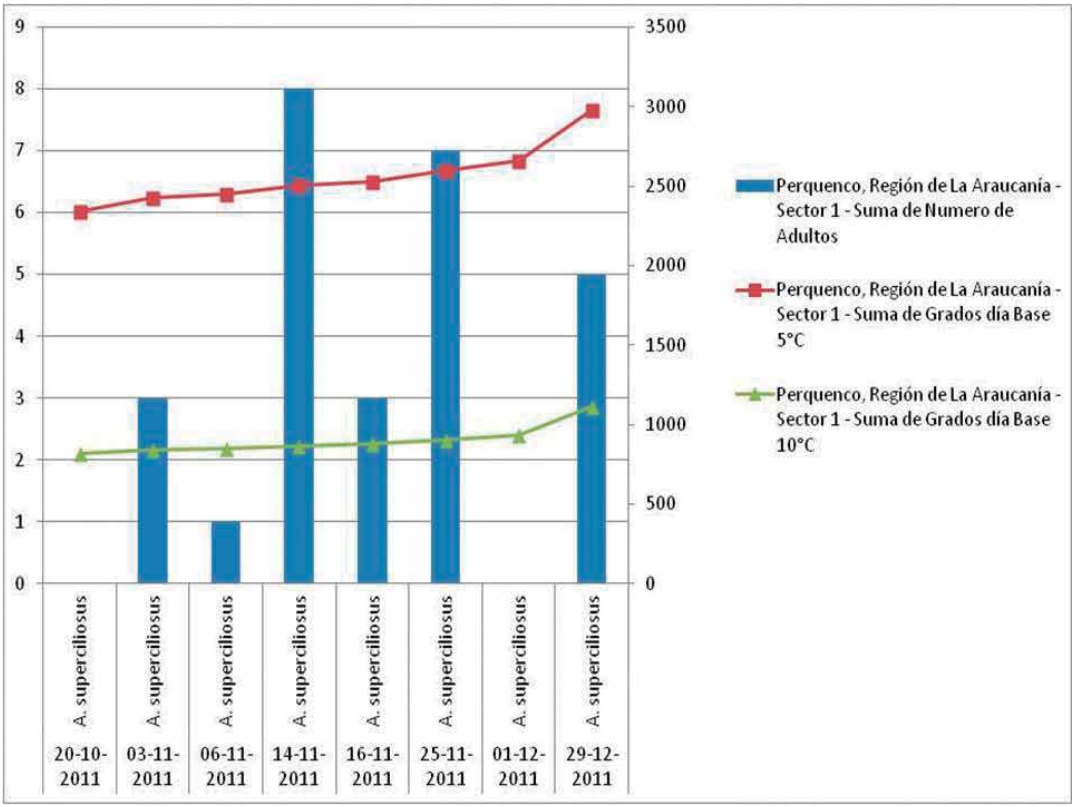

Figura 1. Acumulación de *Aegorhinus superciliosus* adultos y GD en el período.

El cálculo de GD en este predio se realizó con la información de la estación metereológica Traiguén INIA (ver anexos 6.1; 6.2; 6.3 y 6.4).

En el sector 1, el muestreo mediante el sistema de trampas utilizado determinó una captura total de 28 ejemplares adultos de CM, emergidos de la base de los árboles en el período comprendido entre el 01 de octubre de 2011 hasta el 29 de diciembre de 2011. La mayor captura se registró el día 14 de noviembre de 2011 con ocho ejemplares. Las cifras registradas manifiestan que en este sector hay una emergencia de 2,8 ejemplares por árbol, ubicándose dentro de la categoría de ataque "muy grave".

En el sector 2, el muestreo determinó que el número de ejemplares promedio de *Aegorhinus* por árbol fue de 0,1. La emergencia de adultos desde la base de los árboles en este sector se verificó recién en diciembre de 2011.

Conclusiones:

La cantidad promedio de adultos por árbol (2,8) registrada en el sector 1 corresponde a un ataque "muy grave" de *Aegorhinus* al estado larvario en la temporada 2010 – 2011.

La cantidad promedio de adultos por árbol (0,1) registrada en el sector 2 corresponde a un ataque "leve" de *Aegorhinus* al estado larvario en la temporada 2010 – 2011.

3.5.2. Unidad demostrativa Pitrufquén.

Ubicada en el km 16 del camino Pitrufquén – Villarrica, Región de La Araucanía. Corresponde al área agroclimática del llano central de la región. El tipo de suelo predominante es aquel derivado de cenizas volcánicas recientes –trumaos-. Estos suelos de lomaje suave son profundos con un adecuado balance hídrico, por lo que no presenta un riesgo de anegamiento y daño al cultivo.

Altura del lugar: 150 a 170 m.s.n.m, según altímetro mmHg.
Suelos de tipo trumao profundo.
Año de plantación: 2007 y 2008.
Marco de plantación: 6m x 3m.
Variedades: Barcelona y Giffoni.
Polinizantes: Rojo, Azúl, Amarillo, Verde, Café y Blanco.
Riego: Auxiliar.
Conducción: mono eje

- **Diagnóstico.**

El diagnóstico se efectuó el 7 de octubre de 2010. En esta ocasión el huerto principal, de tres años, presentaba ataque de liebres y conejos. Con el fin de proteger los árboles se pintó el eje principal de éstos con látex blanco, adicionándole thiram (Foto 9).

Foto 9. Protección contra liebres y conejos

En el huerto se han observado algunos ejemplares adultos de CM y CC. En su contorno, predomina la mora o murra, con presencia de algunos árboles nativos. En esta vegetación se ha observado ejemplares de *Aegorhinus.* (Foto 10).

Foto 10. Contorno del huerto con murra o mora

En la visita de diagnóstico no se observaron ejemplares de cabritos ni evidencia de daños en la plantación. Si estaba presente el pulgón del avellano europeo (PAE) (Foto 11), insecto que en Chile es específico de este frutal de nuez, por lo tanto se comporta como holocíclico monoico. Una contabilización general de la población del PAE, en varias hojas permitió establecer la existencia de una población de 11,1 pulgones por hoja, sin presencia de mielecilla.

De acuerdo a los diferentes tamaños de hoja, la densidad se estimó en 0,6 pulgones por centímetro cuadrado, considerando estados ninfales y adultos no alados. No se observó presencia de enemigos naturales del PAE.

Foto 11. Pulgón del avellano europeo

- **Mapa del predio.**

La información del mapeo del predio permitió identificar los sectores dentro del huerto con mayor riesgo de presión por parte de la plaga desde los contornos con vegetación nativa hospedera. Como no se encontró el problema, esta información permitió poder realizar las acciones preventivas y de monitoreo (Foto 12).

Foto 12. Mapa predial con identificación de sectores de monitoreo y barreras perimetrales.

- **Muestreo.**

El muestreo se realizó en los sectores establecidos. El inicio de este fue el 04 de octubre de 2011 y su término en diciembre de 2011. Consistió en el conteo de adultos capturados en trampas adosadas al eje principal del árbol (Foto 13). Además de los adultos encontrados en los árboles nativos hospederos, las trampas se instalaron en los árboles de avellano europeo colindantes a los focos identificados en el mapa, con el objetivo de determinar la curva de emergencia de la plaga y si existían indicios de ataque de *Aegorhinus*.

Foto 13. Trampa de tul en sistema de conducción mono eje.

En la figura 2 se indica el número de cabritos colectados en 8 árboles nativos (maitenes) en el sector 1 y los grados días acumulados desde la emergencia del insecto el 1ro. de octubre de 2010 hasta la próxima emergencia, ocurrida en octubre de 2011. En este período la nueva emergencia de adultos ocurrió cuando la acumulación térmica alcanzó alrededor de los 2200 GD base 5°C y sobre los 750 GD base 10°C.

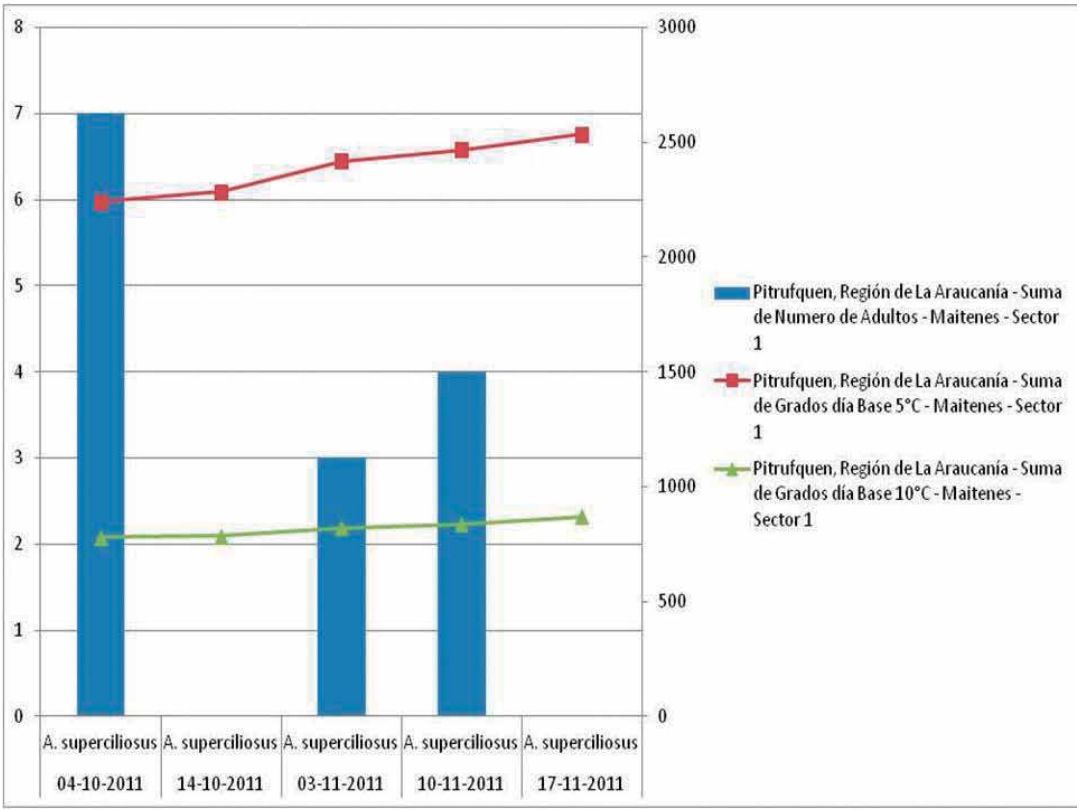

Figura 2. Acumulación de *Aegorhinus superciliosus* adultos en árboles nativos y GDA acumulados en el período.

Para el cálculo de GD en este predio se realizó con la información de la estación meteorológica Gorbea INIA (ver Anexos 6.6; 6.7; 6.8 y 6.9).

En el sector 1, el muestreo determinó una captura total de 14 ejemplares adultos de CM en los árboles nativos ubicados a un costado del huerto de avellano europeo, en el periodo comprendido entre el 04 de octubre de 2011 hasta diciembre de 2011, registrándose la mayor captura el día 4 de octubre de 2011 con 7 ejemplares. Las cifras registradas manifiestan que en este predio hubo una población de 1,75 ejemplares por árbol registrada en los maitenes, ubicados en los bordes del huerto (Foto 12). No se registró emergencia de adultos de *Aegorhinus* en las trampas ubicadas en la bases de los árboles de avellano europeo.

En la figura 3 aparece la cantidad de ejemplares de *Aegorhinus* capturados en un árbol nativo (maitén), ubicado a un costado del sector 2 (ver foto 12), durante la temporada 2011, también relacionadas con los GD.

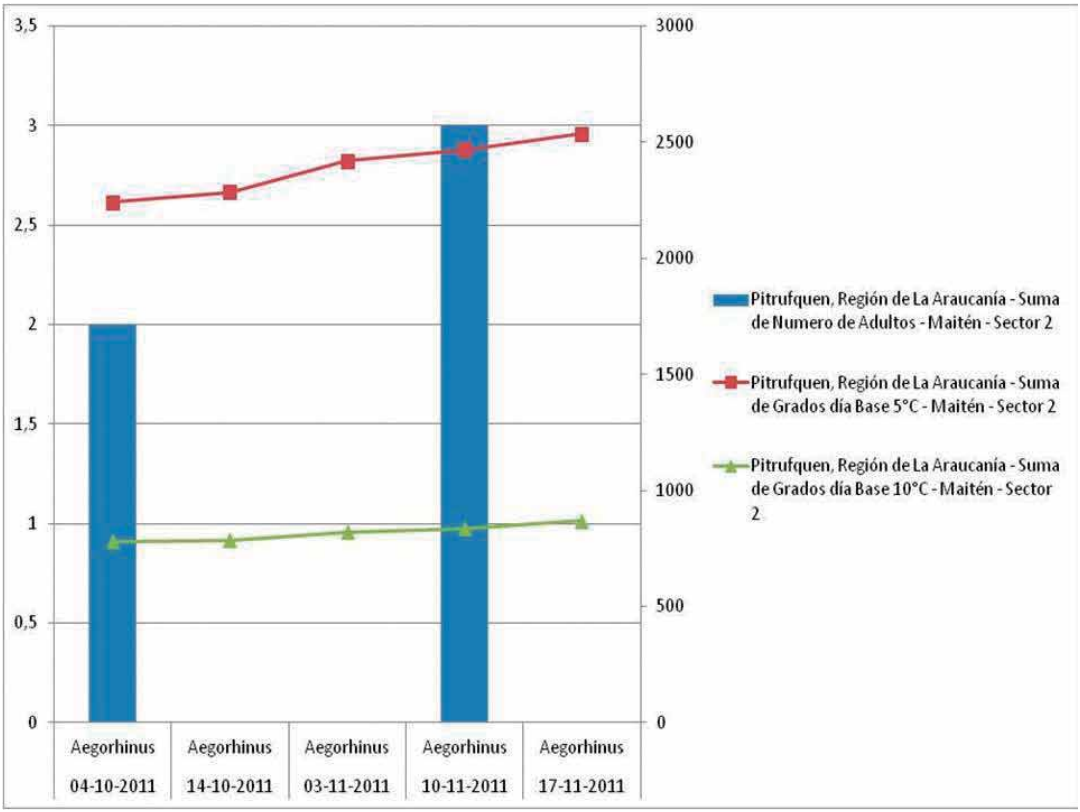

Figura 3. Acumulación de *Aegorhinus* adultos en un maitén y GDA en el período.

Los resultados muestran una población de 5 ejemplares de adultos en un árbol nativo ubicado a un costado del huerto de avellano europeo.

En la figura 4 aparece la cantidad de ejemplares de *Aegorhinus* emergidos desde las trampas ubicadas en la base de los árboles de avellano europeo en el sector 2, durante la temporada 2011, también relacionados con los GD.

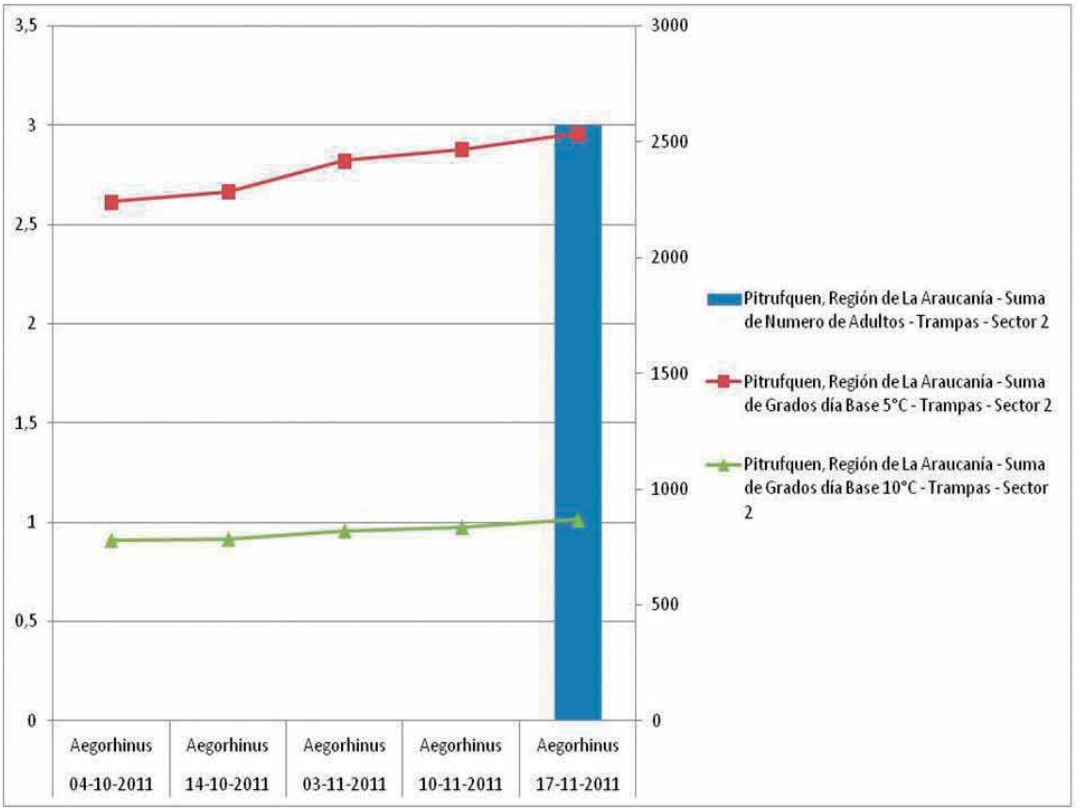

Figura 4. Acumulación de *Aegorhinus* adultos emergidos y GDA en el período.

En la figura 4 el monitoreo determinó una captura total de 3 ejemplares adultos de *Aegorhinus* emergidos de la base de los árboles de avellano europeo, en el período comprendido entre el 4 de octubre de 2011 hasta el 17 de noviembre de 2011, registrándose la única captura el día 17 de noviembre de 2011. las cifras manifiestan que en este sector hay una emergencia de 0,75 ejemplares por árbol.

Conclusiones:

En el sector 1 no se registró emergencia de adultos desde la base de los árboles de avellano europeo.

En el sector 1 no se registró adultos en la parte aérea de los árboles de avellano europeo.

En el sector 1, la cantidad promedio de adultos de CM por árbol nativo (1,75) registrada en el predio, evidencia una presión de la plaga por lo que se deberá tomar acciones preventivas y de este modo, evitar el ingreso de la plaga al huerto.

En el sector 2 se registró una población de 5 adultos de *Aegorhinus* en un árbol nativo (maitén) , ubicado a un costado del huerto, lo que implica un riesgo de ingreso para el avellano europeo.

En el sector 2, la cantidad promedio de adultos de *Aegorhinus* emergida por árbol (0,75) registrada en el predio, evidencia un ataque "grave". Esto se puede explicar por la alta población de *Aegorhinus* registrada en un árbol nativo (maitén), ubicado a un costado del sector.

En el sector 3 no se registró adultos de *Aegorhinus* en el huerto de avellano europeo ni tampoco en los árboles nativos.

3.5.3. Unidad demostrativa Gorbea. Caso especial.

En este sector ubicado en el km 2 camino 4ta Faja, Gorbea Región de La Araucanía, se muestreó la emergencia de *Aegorhinus* en 20 árboles.

- **Muestreo.**

El inicio del muestreo en este predio correspondió al 10 de octubre de 2011 y su término al 11 de enero de 2012. Este consistió en el conteo de adultos capturados en trampas adosadas al eje principal del árbol (Foto 14).

Foto 14. Trampa de tul en sistema de conducción mono eje.

Los resultados de esta actividad se muestran en la figura 5, donde se indica el número de CM colectados en las trampas y los grados días acumulados desde la emergencia del insecto el 01 octubre de 2010 hasta la próxima emergencia ocurrida el 14 de noviembre de 2011. En este período la nueva emergencia de adultos ocurrió cuando la acumulación térmica alcanzó sobre los 2.400 GD en base 5°C y sobre 800 GD en base 10° C.

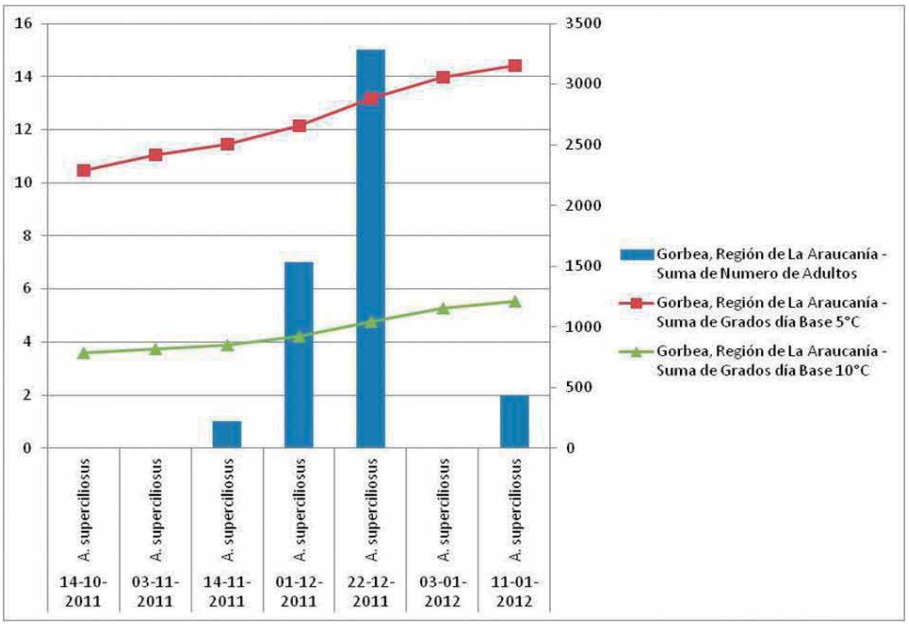

Figura 5. Emergencia de *Aegorhinus superciliosus* adultos y GDA en el período.

Para el cálculo de GD para este predio se realizó con la información de la estación meteorológica Gorbea INIA (ver Anexos 6.6; 6.7; 6.8 y 6.9).

El muestreo mediante el sistema de trampas utilizado, determinó una captura total de 25 ejemplares adultos de CM emergidos de la base de los árboles en el período comprendido entre el 14 de octubre de 2011 hasta el 11 de enero de 2012, registrándose la mayor captura fue el día 22 de diciembre de 2011 con ocho ejemplares. Las cifras registradas manifiestan que en este sector hay una emergencia de 1,25 ejemplares por árbol.

En la figura 6, se muestra la cantidad de ejemplares de *Aegorhinus nodipennis* capturados en las trampas durante la temporada 2011 - 2012, también relacionadas con los GD.

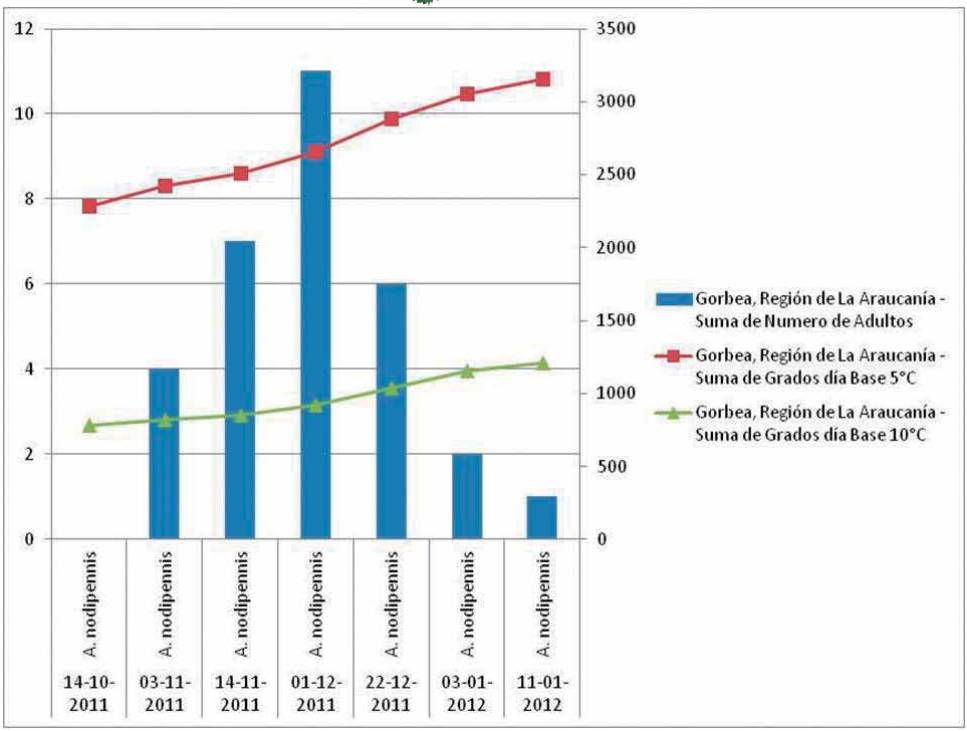

Figura 6. Emergencia de *Aegorhinus nodipennis* adultos y GDA en el período.

Los resultados muestran una emergencia de adultos promedio de 1,5 ejemplares adultos por trampa.

Conclusiones:

La cantidad promedio de adultos de CM por árbol (1,25) registrada en el predio evidencia un ataque "muy grave" al estado larvario en la temporada 2011 – 2012.

La cantidad promedio de adultos de CC por árbol (1,5) registrada en el predio evidencia un ataque "muy grave" al estado larvario en la temporada 2011 – 2012.

GLOSARIO

Diagnóstico: arte de conocer la naturaleza de un problema mediante la observación de sus síntomas y signos.

Ecología: relación de factores físicos y biológicos en un ambiente natural (ecosistema), sin intervención antrópica.

Estrategia: arte para dirigir un asunto. Conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima.

Monitoreo: actividad permanente que consiste en la observación y cuantificación de la plaga.

Muestra: parte o porción que se extrae de un conjunto por métodos, que consisten en considerarla representativa del mismo.

Signo: el agente causal presente de la plaga o enfermedad.

Síntoma: resultado de la acción alimentaria detrimental causado por la plaga o enfermedad. Expresión del signo en su hospedero.

Tácticas: arte que enseña a poner en orden las cosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Daxl, R.; N. von Kayserling; C. Klein-Kock; R. Link & H. Waibel. 1994. El manejo integrado de plagas. Schriftenreihe der GTZ Nº 246. Die Deutsche Bibliothek. 135p.

Metcalf, R.L. & Luckmann, W. H. 1975. Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons. New York - USA. 587p.

Romero, F. 2004. Manejo Integrado de Plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización. Instituto de Fitosanidad, Universidad Autónoma de Chapingo. Montecillo, Chapingo - México. 103p.

Rouanet, J.; O. Romero; Y R. Demanet. 1988. Áreas Agroecológicas en la IX Región. Descripción. Investigación y Proceso Agropecuario, Carillanca, INIA. Temuco - Chile; 7 (1):18-23.

CAPITULO 4.

ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS SUBTERRÁNEAS.

Alfonso Aguilera Puente, Miguel Ellena Dellinger, Abel González Gelves, Julio Jequier Jequier, Sergio Escobar Salgado, Cristian Torres Puentes, Diana Pizarro

La diversidad de los árboles corresponde a un mosaico espacio-tiempo que determina la dinámica poblacional de los fitófagos. En general, la tipología del cultivo condiciona las poblaciones de las especies perjudiciales y en el monocultivo de especies frutales. Las poblaciones de los fitófagos muestran en general altas tasas de nacimiento y de inmigraciones y por otro lado, bajas tasas de muerte y de emigraciones. Adicionalmente, poseen una reducida tendencia a la dispersión. El monocultivo presenta adecuadas condiciones para la colonización de plagas y estimula un aumento de las tasas de inmigración, además de ofrecer a los antagonistas naturales una menor cantidad de reservas (hospederos alternativos, refugios, polen y néctar). Desde este punto de vista, la planificación del diseño de un huerto debiera contemplar el establecimiento de barreras biológicas o áreas de compensación ecológica. Sin embargo, la planificación de la biodiversidad en el establecimiento de huertos de avellano europeo no se ha investigado, particularmente bajo las especiales condiciones agroecológicas del sur de Chile.

4.1. Pre plantación.

Dada las características biológicas de los cabritos nativos, principalmente *Aegorhinus superciliosus y A. nodipennis*, es necesario e imprescindible antes de efectuar la plantación de una especie introducida como el avellano europeo, realizar un diagnóstico del potencial ataque de la plaga al futuro cultivo. Para enfrentar el eventual problema se plantean dos visiones. Una de ellas -considerando la polifagia de la especie- propone la eliminación de la vegetación nativa y silvestre introducida, que son hospederos de la plaga, tanto en el sitio de plantación como a nivel de los contornos del huerto. Como medida complementaria se recomienda efectuar control químico del área, con el fin de eliminar la presencia de insectos adultos y estadíos larvarios o juveniles.

Otra visión considera el cultivo de avellano europeo y su entorno como parte integral de un agro ecosistema, en el cual se debería implementar el concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP), cuyo principal objetivo es reducir la población de la plaga a un nivel que no cause daño económico, considerando además la protección del ambiente y la salud humana.

4.1.1. Elección del sitio de plantación.

Previo al establecimiento del huerto, además de tomar en cuenta las condiciones edafoclimáticas del área, es necesario considerar el sitio de plantación y su entorno. Este último se refiere al espacio circundante y vecino al sitio de plantación. En el entorno, es necesario realizar un diagnóstico del potencial ataque de la plaga al futuro cultivo.

Para el caso puntual de los cabritos, resulta fundamental generar la información sobre diversidad, ubicación, cantidad y distribución de los principales hospederos (Cuadro 1 del capítulo 1), que al albergar los insectos plagas pudiesen causar problemas a futuro en el crecimiento, desarrollo, productividad y sobrevivencia de los árboles establecidos. Para el diagnóstico es indispensable además realizar un monitoreo que permita determinar el período de emergencia de los adultos, su concentración y distribución espacial de la plaga en el entorno del lugar de plantación.

En el sitio específico de plantación es importante disponer del historial de manejo del lugar, elemento clave para determinar la condición del sitio y la estrategia de prevención para evitar la plaga, según las condiciones descritas a continuación:

- **Rotación de cultivos anuales y praderas artificiales.** En un sistema de rotación de cultivos, en el cual los suelos son laboreados anualmente, el principal foco de atención debiera estar dirigido al manejo de su entorno, especialmente cuando la vegetación está compuesta de aquellos hospederos de la plaga. El mismo criterio debiera usarse en praderas. En el supuesto, que existiese vegetación arbórea hospedera de cabrito aislada en el sitio de plantación y se decide mantener esta condición, es imprescindible usar herramientas de control preventivo, barreras de contención perimetral al árbol y como acción curativa el control químico de larvas en suelo y adultos al follaje o control biológico con entomopatógenos (hongos y nemátodos). Bajo esta condición no es necesario hacer aplicación de insecticidas al suelo al momento de la plantación, dado la inexistencia de hospederos de la plaga.

- **Praderas naturales degradadas.** Se considera como tal, aquella condición donde prevalece la existencia de malezas, vegetación arbustiva invasiva y hospedera de cabrito (ejemplo zarzamora y rosa mosqueta). En esta situación,

es fundamental primero la eliminación total de los arbustos hospederos e inmediatamente considerar un plan de acondicionamiento del terreno, a través del uso de abonos verdes, tales como raps, nabo forrajero, col forrajera, lupino amargo, los cuales al ser incorporados al suelo superficialmente (10 a 15 cm), aprovechan la acción bíocida de éstos, que impide el desarrollo de los insectos perjudiciales. Adicionalmente, este manejo contribuirá a la eliminación de malezas anuales y control de algunas enfermedades de tipo radical.

4.2 Plantación.

4.2.1 Material vegetal.

Uno de los puntos principales de atención lo constituye la adecuada elección de los árboles, en lo posible provenientes de viveros que cuenten con registros del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Una vez que las plantas han sido introducidas al predio, éstas son normalmente mantenidas en barbechos o zanjas para evitar la deshidratación. En tal condición, el foco de atención debiera estar en dichos lugares, donde debieran tomarse medidas preventivas, como la desinfección del suelo o sustrato utilizado (barbecho o zanja), a través de la aplicación de un insecticida al suelo de ingestión y contacto con acción fumigante, siguiendo las instrucciones de la etiqueta del producto a utilizar.

En viveros propios del productor, como acción preventiva, las plantas una vez extraídas del lugar deberían ser sometidas a un tratamiento de inmersión radical, a través de la aplicación de un producto insecticida-nemacida, siguiendo las indicaciones señaladas en la etiqueta del producto.

4.2.2 Manejo preventivo para el control de adulto.

Es crucial, debido a que este estado es el infestante. Así, deben ser tomadas todas las medidas para evitar el ingreso del insecto al huerto, que se caracteriza por ser un insecto caminador, con un período longevo de vida y una alta capacidad reproductiva. Se estima que una hembra adulta sobrevive en promedio seis meses o más, con una capacidad de postura de 250 huevos, distribuidos en numerosas posturas y en distintos árboles.

4.2.2.1 Manejo del entorno.

El entorno puede ser un elemento precursor del ataque de *Aegorhinus* a un huerto, principalmente cuando este espacio se encuentra conformado por especies vegetales hospederas del insecto. La incorporación de monocultivos provoca irreversiblemente la reducción del entorno. Esta nueva condición en un huerto causa un estado de desequilibrio poblacional de las plagas nativas. En consecuencia, éstas tienden naturalmente a migrar al cultivo en busca de alimento al ver amenazada su sobrevivencia. El monocultivo frutal a su vez ofrece una fuente inagotable de alimento para el insecto, provocando un incremento de las poblaciones en el sitio de plantación, ocasionando un daño económico para el productor.

Por lo tanto, el espacio en desequilibrio, necesita tomar medidas precautorias que eviten la emigración del insecto al cultivo. De esta manera considerando el instinto exploratorio de la plaga, es conveniente establecer barreras físicas y biológicas que impidan el libre desplazamiento de los adultos de cabritos al huerto. De igual forma, se justifica inicialmente hacer aplicaciones de insecticidas, con el fin de bajar los niveles poblacionales.

No obstante lo anterior, es preciso considerar el mejoramiento de las condiciones para el desarrollo del insecto en su ambiente nativo, haciendo de éste un espacio más atractivo, que no lo obligue a emigrar hacia un huerto frutal, una vez alcanzada la condición de equilibrio. Conseguido el propósito, debe mantenerse permanentemente esta condición, a través de la implementación de corredores biológicos y áreas de compensación ecológica.

4.2.2.2 Barreras físicas: corresponde a una medida complementaria y precautoria al manejo del entorno. Estas deben ser ubicadas en la periferia del entorno, para evitar el posible desplazamiento de los ejemplares adultos del cabrito al huerto.

Las barreras físicas pueden consistir en:

- **Zanjas:** se construyen manualmente o con maquinaria especializada, dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, extensión perimetral del entorno, ancho y profundidad de la misma que el productor decida construir. Esta cavidad en toda su longitud para que cumpla su fin, debe mantenerse permanentemente libre de vegetación en su interior y los bordes internos y externos, mediante la aplicación de herbicidas residuales de amplio espectro. Para mayor seguridad estas estructuras en su interior pueden ser tratadas cada 30 días con un insecticida de ingestión y contacto de largo efecto residual y en lo posible formulada como polvo mojable (WP o PS). Dependiendo de los recursos económicos, la zanja se puede recubrir

con cemento o plástico para mantener un flujo constante de circulación de agua en los períodos de emergencia y desplazamiento del adulto.

- **Mallas:** el material más usado en este tipo de estructuras es de tipo rachel. Se recomienda usar las de mayor densidad de hilado (60% a 80%). La altura mínima de la malla debe ser de 40 cm sobre el nivel del suelo y enterrada al menos 20 cm. Para fijar la malla se requieren estacas de pino impregnado de una pulgada y tensada en la parte superior con alambre galvanizado N°12. Una vez instalada esta barrera, sobre la cara interna expuesta al entorno se puede agregar –para mayor seguridad- grasa, grasa mezclada con insecticida o pasta INIA, que deben ser re-aplicadas cada 45 días. La barrera debe ser contínua y permanentemente mantenida tensa y sin intersticios por donde pueda pasar el CM o CC. Para la detección más eficaz de los cabritos adultos se sugiere que las barreras sean de colores claros –de preferencia blanco- y en lo posible evitando las de colores oscuros como el negro.

- **Coberteras:** las coberteras de suelo de polipropileno pueden ser utilizadas en la primera hilera del huerto, próximas al entorno. La instalación de estas estructuras debe considerar que la abertura para circundar el árbol debe quedar al lado opuesto al entorno. La fijación de la cobertera al suelo requiere de particular atención, para evitar su despliegue por el viento y no cumpla su función. Desde la línea central de la cobertera hacia el entorno y alrededor del árbol, se recomienda la aplicación de una sustancia adhesiva (stikem), grasa sola, grasa con insecticida o pasta INIA, considerando que debe re-aplicarse cada 45 días. También es importante mantener libre de malezas el borde de la cobertera.

- **Pasta y Banda INIA:** la pasta INIA es mezcla de una sustancia oleosa a la cual se la ha agregado un insecticida de ingestión y contacto cuya formulación se comercializa en el mercado. La banda INIA es una cinta de polietileno de 30 cm de ancho ubicada alrededor del tronco de los árboles frutales o nativos, impregnada con la pasta INIA.

Hipótesis: las sustancias adhesivas con o sin insecticida se han recomendado con éxito para el control del burrito de vid (BV), *Naupactus xanthographus* (Coleoptera: Curculionadae: Entiminae), cuyo hábito de postura es distinto al cabrito del maitén (CM), *Aegorhinus superciliosus* y cabrito del coigüe (CC), *Aegorhinus nodipennis (*Coleoptera: Curculionadae: Aterpinae), a pesar de pertenecer al mismo orden y familia, difieren en cuanto a la subfamilia y género. Estas diferencias sistemáticas y biológicas deberían en el futuro ser consideradas en el uso de las bandas. En efecto, la hembra del BV tiene como hábito (etología) de postura, colocar sus huevos en la parte aérea de las plantas, de las cuales también se alimenta. Las hembras del CM y CC, en cambio, su hábito de postura consiste en depositar sus huevos levemente enterrados y cubiertos por una sustancia mucilaginosa con excretas en el cuello de los árboles, secundariamente suben a alimentarse al follaje. En consecuencia, se plantea la hipótesis que para el caso de CM y CC las bandas adhesivas y envenenadas en los árboles nativos, facilitarían la huida de estos insectos hacia el huerto, debido a que al detectar las bandas se retiran y no intentan atravesarlas. Para alimentarse buscan otras fuentes de alimento y de postura, en este caso los avellanos europeos. En resumen plantea la hipótesis, que los árboles nativos deben ser manejados sin bandas, para permitir el libre acceso al follaje y la postura de las hembras *in situ* y no en el huerto.

4.2.3 Manejo curativo para el control de adulto.

Este tipo de control es indispensable una vez que se ha detectado un ataque declarado de cabrito en el huerto. Para estimar la gravedad del ataque de cabrito, se puede obtener mediante la contabilización de ejemplares adultos por árbol presentes en el follaje o mediante la determinación de ejemplares emergidos por árbol mediante la captura con trampas. En el primer caso se estima que un ataque muy grave ocurre cuando existen 30 ejemplares cada 10 árboles en el follaje y en el otro caso cuando existe una captura de 1,5 ejemplares como promedio por trampa.

Para ello es recomendable recurrir a diversos métodos de control de forma integrada, siendo fundamental considerar los principios de la estrategia de control, que se iniciacon la determinación exacta de la especie de insecto que está amagando el cultivo y el posterior monitoreo de la misma, el cual debe realizarse con mayor frecuencia y en forma constante durante la temporada y las siguientes. Así se podrá tener un diagnóstico acabado del problema, que servirá de base para la implementación de un buen manejo integrado de la plaga y con ello reducir en forma significativa la población de la especie plaga.

Para los efectos de esta publicación, los métodos empleados en este programa se detallan a continuación de manera individual.

4.2.3.1 Control químico.

El control químico es una alternativa para la regulación poblacional de una plaga, siendo éste tipo de herramienta una opción válida y aceptada dentro de una estrategia de MIP. Este método de control representa una de las medidas más eficaces para controlar ataques avanzados de cabrito en huertos de avellano europeo. El método consiste en provocar la muerte de los insectos plagas mediante el empleo de sustancias químicas diversas, cuyo uso se recomienda de manera selectiva. Como parte del diseño de una estrategia MIP que incluye el uso de insecticidas, es determinante para el éxito de éste conocer las características físicas, químicas, toxicológica, modo de acción, efecto residual, carencia, selectividad, eficacia y residualidad del producto a aplicar. Así los insecticidas se clasifican de acuerdo a varios criterios y cada sistema de clasificación ayuda a caracterizar los productos. Los principales criterios de clasificación son: según la vía de ingreso del insecticida al cuerpo del insecto; según su capacidad de penetrar y translocarse en la planta; según su efectividad particular contra las plagas; y según el origen y naturaleza química del producto.

- **Criterios de aplicación de insecticida en avellano europeo.**

El CM y CC en su fase adulta es el estado de mayor susceptibilidad para su control, dada fundamentalmente por la exposición de la plaga, la que debido a su hábito migratorio, polula en el follaje y órganos estructurales de los árboles. Por lo tanto, el estado adulto de la plaga es el momento en que el control químico puede lograr una alta eficacia y disminución de los niveles de la población de esta plaga en el tiempo. El objetivo principal del control de adultos es evitar la ovoposición de las hembras, cuyos huevos al transformase en larvas en estadíos posteriores, son las que causan daños considerables en la raíz de la planta, pudiendo llegar a ocasionar incluso la muerte de éstas.

De esta manera, el momento de aplicación de los insecticidas es crucial para evitar dicho proceso. En tal sentido, el monitoreo es una de las herramientas fundamentales para la determinación del momento de emergencia de los adultos. Determinar el instante de aparición de los primeros ejemplares adultos en un huerto de avellano europeo, es clave para planificar el programa de control del insecto. La primera aplicación de insecticida debe tener como objetivo evitar la postura normal de las hembras, la cual ocurre a los 20 a 30 días después de la emergencia de los adultos.

Si la primera aplicación para el control de cabrito en avellano europeo se realiza considerando la cumbre poblacional de los ejemplares adultos, ésta asegura un control de un mayor número de ellos. Sin embargo, existe una alta probabilidad de una postura temprana en el cuello de la planta, manteniendo indefinidamente el

ciclo de reproducción de este insecto, lo que se verá reflejado en la emergencia de adultos en las próximas temporadas.

En la actualidad existen diferentes tipos de productos orgánicos sintéticos que se utilizan para el control de adultos como fosforados, carbamatos, piretroides, neonicotinoides, acilureas, diamidas, antranílicos, oxadiazinas y algunas mezclas de estos. La aplicación del control químico debe considerar la alternancia de uso de ingredientes activos de distintas familias de insecticidas con el objetivo de evitar la adquisición temprana de resistencia por parte de la plaga (Ejemplo: fosforados – piretroides – neonicotenoides). Las primeras aplicaciones de insecticidas provocan fuertes mortalidades en las plagas y sólo unos pocos individuos suelen sobrevivir a los tratamientos. El desarrollo de resistencia en una población de insectos se basa en la variabilidad natural que presentan los individuos de esa población a los efectos de un producto. Normalmente unos pocos individuos son capaces de tolerar las dosis que producen la muerte de la gran mayoría de la población. Si se ejerce una presión de selección por medio de sucesivas aplicaciones en altas o bajas dosis, los individuos susceptibles son eliminados y la población se torna resistente. Estos individuos especiales van siendo seleccionados con las continuas aplicaciones y terminan formando una población distinta, capaz de sobrevivir a los tratamientos. Así se desarrollan las poblaciones resistentes a los insecticidas. El incremento de las dosis hace que la selección sea más severa y se desarrollen niveles de resistencia más altos.

Otros aspectos que se deben tener en cuenta en la elección de un producto es su capacidad de volteo (knock down). Con poblaciones de la plaga altas es preferible elegir un producto de rápido volteo de manera de reducir rápidamente ésta. Solucionado el problema se puede recurrir a productos con menor capacidad de volteo con largo efecto residual.

Un aspecto importante es conocer los componentes de la formulación de un insecticida. Específicamente para la zona sur es conveniente elegir insecticidas que tengan como coadyuvantes compuestos que mejoren su adherencia y eviten el lavado de la lluvia. Este es un factor del clima, importante de considerarlo, especialmente en aquellas zonas de mayor incidencia y de un modo particular cuando se emplean productos formulados como polvo mojable (WP o PM).

Por ejemplo, niveles de precipitación por sobre 10 mm en 12 horas o 5 mm en una hora son suficientes para producir un lavado de producto lo cual obliga a repetir la aspersión si la ocasión así lo exigiese.

Todas las formulaciones comerciales, contienen substancias que mejoran las características físicas del producto, haciendo posible su dilución y aplicación, mejorando su efectividad.

Los adyuvantes afectan la eficiencia del insecticida, mejorando la uniformidad y estabilidad de las diluciones y favoreciendo el depósito, permanencia y penetración de los insecticidas, en la planta y en los insectos. Cierta cantidad de adyuvantes están incorporados en la formulación comercial; pero también se pueden adquirir por separado para ajustar las cualidades de la aspersión a las condiciones particulares de la planta o del clima de una localidad.

Entre los principales adyuvantes están los adherentes, mojantes, dispersantes, esparcidores, emulsificantes y estabilizantes.

Los adherentes o adhesivos: son substancias que "retienen" el insecticida sobre la superficie de la planta, resistiendo al tiempo, viento, lluvia y otros factores adversos del ambiente.

Los mojantes: son substancias que bajan la tensión superficial de la gota en solución, de modo tal que el líquido se extiende sobre la superficie de la planta. Se recomiendan para follaje de superficie cerosa.

Los dispersantes: son substancias que reducen la cohesión o tendencia de las partículas a adherirse entre sí, facilitando su dispersión en el agua. Las substancias dispersantes se utilizan en la preparación de los polvos mojables y concentrados emulsionables. Estos adyuvantes están relacionados con los agentes defloculantes que son substancias que ayudan a producir y mantener las suspensiones de los polvos mojables.

Los esparcidores: son substancias que adelgazan la película de un líquido sobre la superficie de la planta, aumentando el área que cubre.

Los emulsificantes: son llamados también emulgentes o emulsionantes. Son substancias que ayudan a la formulación y mantenimiento de las emulsiones; es decir, a la dispersión de pequeñas gotitas de un líquido aceitoso dentro del agua con la cual no es miscible.

Los estabilizantes: son substancias que sirven para retardar la descomposición de los insecticidas y prolongar su efectividad.

Existen otros adyuvantes como activadores penetrantes, correctivos de pH, controladores de espuma.

Otro factor importante que se debe considerar en la aplicación de un insecticida es la deriva. Vientos con velocidades por sobre los 8 km por hora favorecen esta condición reduciendo con ello la concentración de insecticida sobre el follaje, particularmente cuando se emplean nebulizadores en huertos poco densos sin barrera natural o cortaviento en la periferia.

Para que algunos productos insecticidas tengan una mayor eficacia es recomendable aplicarlos en períodos de menor temperatura y radiación, en lo posible muy temprano en la mañana y al atardecer. Además, evita una eventual acción fitotóxica por efecto del calor.

4.2.3.2 Control físico mecánico.

Se define como el uso de una fuerza o de un factor físico. Dentro del primero se considera el control manual o colecta de insectos, y como complemento físico la incineración de los cabritos. Adicionalmente al control químico se sugiere utilizar este método con la implementación de sustancias adhesivas en el tronco del avellano europeo.

La temperatura es otro factor físico usado como control, sean estas altas o bajas. La solarización es un ejemplo del aprovechamiento de temperaturas altas para la esterilización de suelo. La refrigeración un ejemplo de temperaturas bajas en forma constante para el control de insectos. Otro de los factores físicos a tener en consideración es el uso de barreras, anteriormente descritas.

4.2.4 Manejo curativo para el control larvario.

4.2.4.1 Control Químico.

El control curativo de la larva de cabrito en el suelo es una actividad que requiere conocer varios aspectos físicos y químicos del insecticida, aspectos biológicos de la plaga y propiedades físico-químicas del suelo.

- **Características físico químicas de los insecticidas.**

Para conocer el comportamiento de un insecticida en el ambiente se necesita disponer de cierta información sobre las propiedades físico-químicas de la molécula y su mecanismo de transporte, así como las características toxicológicas (Cuadro 1)

- **Solubilidad en agua.**

La solubilidad en agua de un plaguicida es una medida que determina la máxima concentración de un plaguicida a disolverse en un litro de agua y por lo general tiene un rango de 1 a 100,000 mg/L.

Los plaguicidas muy solubles en agua se adsorben con baja afinidad a los suelos y por lo tanto, son fácilmente transportados del lugar de la aplicación por una fuerte lluvia, riego o escurrimiento, hasta los cuerpos de agua superficial y/o subterránea

Se ha determinado que los insecticidas con una solubilidad mayor a 3 mg/L tienen un alto potencial para contaminar aguas subterráneas.

- **Volatilidad**

La volatilidad representa la tendencia del insecticida a pasar a la fase gaseosa. Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado dependiendo de su presión de vapor, del estado físico en que se encuentren y de la temperatura ambiente. La volatilidad se mide a partir de la constante de Henry que depende de la presión de vapor en estado líquido y de la solubilidad en agua.

- **Presión de vapor**

Es una medida de volatilidad de una sustancia química (insecticida) en estado puro y es un determinante importante de la velocidad de volatilización al aire desde suelos o cuerpos de agua superficiales contaminados. La presión de vapor se relaciona en forma directamente proporcional a la temperatura, es decir, con el aumento de la temperatura aumenta la presión de vapor.

- **Constante de la Ley de Henry (H)**

Describe la tendencia de un insecticida a volatilizarse desde el agua o suelo húmedo. El valor se calcula usando la presión de vapor, solubilidad en agua y peso molecular de un insecticida.

Un valor alto de la Ley de Henry, indica que un insecticida tiene un potencial elevado para volatilizarse en suelo húmedo; un valor bajo predice un mayor potencial de lixiviación del insecticida.

- **Persistencia**

Se define como la capacidad de cualquier insecticida para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio en el cual es transportado o distribuido, durante un período limitado después de su emisión. Los insecticidas que persisten más tiempo en el ambiente, tienen mayor probabilidad de interactuar con los diversos elementos que conforman los ecosistemas.

Si su vida media y su persistencia es mayor a la frecuencia con la que se aplican, los insecticidas tienden a acumularse tanto en los suelos como en la biota y con el tiempo, la mayoría de los insecticidas sufren una degradación como resultado de reacciones químicas y microbiológicas en suelo o agua.

- **Vida media**

La vida media está definida como el tiempo (en días, semanas o años) requerido para que la mitad del insecticida presente después de una aplicación se descomponga en productos de degradación. La descomposición depende de varios factores incluidos la temperatura, el pH del suelo, los microorganismos presentes en el suelo, clima, exposición del insecticida a la luz, agua y oxígeno.

- **Coeficiente de Adsorción de carbono orgánico (Koc).**

A este valor también se le conoce como coeficiente de adsorción suelo/agua o el coeficiente de adsorción. Es una medida de la tendencia de un compuesto orgánico a ser adsorbido o retenido por los suelos. El Koc es específico para cada insecticida y es sumamente independiente de las propiedades del suelo. Los valores del Koc van de 1 a 10,000,000.

Un Koc elevado indica que el plaguicida orgánico se fija con firmeza en la materia orgánica del suelo, por lo que poca cantidad del compuesto se mueve a las aguas superficiales o a los acuíferos.

Cuadro 1. Características físico químicas y toxicidad de insecticidas aplicados al suelo, para control de larvas de cabrito.

Activos/ PC	Familia	P.V. (mPa), 25°C		Solubilidad (mg/L) 20°C		Constante de Henry a 25°C		Indice potencial de lixiviación GUS		Persistencia TD50 en campo (Días)		Koc		Toxicidad
Acephate (ORTHENE)	Fosforado	0.22	Baja	790000	Alta	5.15×10^{-08}	No Volatil	1,14	Bajo Potencial de lixiviación	3	No persistente	302	Movilidad Moderada	Grupo III. Poco Peligroso. Azúl
Carbofurán (FURADAN)	Carbamato	0,08	Baja	322	Moderado	5.0×10^{-05}	No Volatil	3,02	Alto Potencial de Lixiviación	14	No persistente	-	Movilidad Moderada	Grupo I. Sumamente Peligroso. Roja
Clorpiriphos (LORSBAN)	Fosforado	1,43	Media	1,05	Bajo	0,478	Volatil Moderado	0,15	Bajo potencial de lixiviación	21	No persistente	8.151	No Móvil	Grupo II. Moderadamente Peligroso. Amarillo
Diazinon (DZN, DIAZOL)	Fosforado	12	Alta	60	Moderado	$6,09 \times 10^{-02}$	No Volatil	1,14	Bajo Potencial de lixiviación	18	No persistente	609	Poco Movil	Grupo II. Moderadamente
Ethoprophos (MOCAP)	Fosforado	78	Alta	1300	Alto	$1,35 \times 10^{-02}$	No Volatil	2,41	Estado Transicición	23	No persistente	70	Móvil	Grupo I. Sumamente Peligroso. Roja
Imidacloprid (CONFIDOR)	Neonicotenoide	4E-07	Baja	610	Alta	$1,7 \times 10^{-10}$	No Volatil	3,76	Alta posibilidad de lixiviación	174	Persistente	-	Movilidad Moderada	Grupo II. Moderadamente Peligroso. Amarillo
Oxamilo (VYDATE)	Carbamato	31	Alta	148100	Alta	0,051	Volatil	2,36	Transicición	11	No persistente	16,6	Móvil	Grupo I. Sumamente Peligroso. Roja

Fuente: Pesticide properties dataBase (PPDB); AFIPA, 2006.

- **Propiedades físico-químicas del suelo.**

Entre los factores de suelo que regulan la evolución de insecticida son:

Coloides del suelo: los suelos ricos en coloides adsorben más fuertemente a los insecticidas y dentro de estos a los orgánicos con más intensidad que a los minerales. Materia orgánica es otro componente que actúa decisivamente en los fenómenos de adsorción de insecticidas en el suelo.

Capacidad de cambio de las sustancia húmicas: es más elevada que la de los minerales de la arcilla y tienen además una superficie específica mayor, por tanto son más activas. A mayor contenido en materia orgánica más capacidad tendrá el suelo de fijar insecticidas.

pH: los productos organofosforados son más persistentes en medios ácidos. Su efecto está directamente asociado al pKa del insecticida y a las propiedades de carga variable del suelo y el potencial redox del mismo, que es la causa de ciertos procesos degradativos de insecticidas.

Estructura y textura: las estructuras granulares presentan una elevada porosidad y favorecen la volatilización, oxidación y transporte del insecticida; similares resultados dan los suelos de textura gruesa.

Microorganismos: los microorganismos ejercen un papel fundamental en la degradación de los insecticidas en el suelo, pero de manera más importante en los organofosforados.

Temperatura: la volatilización de los insecticidas se incrementa con la temperatura, así como la metabolización de insecticidas.

Pluviometría: la humedad favorece la degradación de los insecticidas. En general la humedad del suelo produce menor adsorción inicial del insecticida, aumenta la difusión del producto y aumenta la asimilación.

Cubierta vegetal: la presencia de vegetales provoca una disminución del contenido en insecticidas de un suelo, al asimilar estos, parte de los productos.

- **Aspectos biológicos de la larva.**

Conocer el desarrollo y los hábitos de vida de un insecto es fundamental para plantear una buena táctica de control, especialmente al emplear el MIP.

Siendo el estado larvario una etapa del desarrollo susceptible a los insecticidas, para el caso específico del CM, al ser una larva subterránea, se torna más difícil su control, debido a que su ambiente que es el suelo le sirve de protección. A su vez, los insecticidas deben tener propiedades que favorezcan su desplazamiento para alcanzar la larva que se encuentra próxima al cuello o en las proximidades de las raíces del árbol.

Por tratarse de una larva de curculiónido apoda, su capacidad de movilización horizontal en el suelo es limitada. Sin embargo, puede en cierta medida profundizar consumiendo raíces desarrolladas debido a que posee fuertes mandíbulas para su alimentación. Inicialmente la larva de cabrito habita en el exterior del sistema radical, para después de un tiempo ingresar a éste donde pasa el resto de su desarrollo hasta formar su cámara de pupación, desarrollando una segunda barrera natural de protección, haciendo aún más difícil su control.

Por lo tanto, la susceptibilidad a la aplicación de insecticidas al estado larvario de un insecto, está en relación directa con su desarrollo. Una mayor eficacia y mortalidad se consigue cuando las aplicaciones de insecticidas al suelo, se realizan cuando el insecto se encuentra en sus primeros estadíos juveniles, siendo menor el control cuando el insecto se encuentra en un estado avanzado de desarrollo larvario o próximo a transformarse al estado de pupa. De esta manera cuando se efectúan aplicaciones tardías de insecticidas al suelo (otoño) con respecto a la biología del insecto, el control es poco eficaz.

En el caso particular del CM, se ha observado en estudios de laboratorio que la larva presenta 14 estadíos, por lo que el mejor control se debiera conseguir entre el primer al tercer estadio, cuando el diámetro de la cápsula cefálica tiene entre 0,6 mm a 0,8 mm de ancho. Lo anterior ocurrirá en condiciones normales de temperatura y humedad del suelo en la zona sur entre el 20 de enero al 28 de febrero.

4.2.4.2 Control biológico.

El control biológico es un pilar fundamental dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), sin embargo, para lograr buenos resultados, se debe identificar correctamente la especie a controlar, el momento adecuado (oportunidad) de control, dosis, transporte y almacenaje, entre otros factores que influyen en el accionar del controlador. En general, el control biológico en el mundo, es una herramienta muy poderosa y eficaz, pero para lograr el éxito, se deben tomar los resguardos necesarios para alcanzar resultados satisfactorios.

La ventaja de éste método ofrece la posibilidad de tener un control permanente, aumentando la relación costo/eficacia, llegando a la más alta de cualquier otra forma de control.

Otra ventaja de estos "bioinsecticidas", permiten su uso incluso durante cosecha, ya que no tienen carencia, y no tienen problemas con límites de residuos permitidos.

Es importante mencionar que existen varias definiciones de control biológico, una de ellas la define como ***"el uso de organismos vivos para minimizar el impacto de otra especie que genera daños económicos o a la salud humana (pudiendo ser considerado esto como una plaga, enfermedad o maleza), necesariamente contempla la intervención del hombre ya sea en la multiplicación, liberación, traslado, almacenaje, venta u otro".***

Se mencionan tres estrategias de control biológico: La inoculación o clásico; inundativo o aumentativo y de conservación.

- **Control biológico inoculativo o clásico:** es una de las estrategias más usadas en el mundo para controlar plagas exóticas o introducidas. Consiste en utilizar especies depredadoras, parasitoides y microorganismos que han sido traídas de otros sitios o países para controlar plagas. Sin embargo, requiere de la adaptación del bío controlador al medio donde se libera, siendo muchas veces el clima o zona geográfica no adecuada para el buen actuar de la especie introducida.

En el mundo, como alternativa a lo anterior, se buscan especies nativas que generen un mejor control, que tengan una adaptabilidad al medio local, generando una gran cantidad de herramientas con alto grado de eficiencia y que han permitido controlar especies que no tenían controladores exóticos.

- **Control biológico aumentativo o inundativo**: esta forma de controlar un organismo considerado plaga, consiste en liberar grandes cantidades o densidades del controlador en el sector afectado, ya que el control natural no ha sido suficiente para mantener un equilibrio. Con este tipo de control se pretende saturar el área con el organismo benéfico, generando la regulación de la población dañina para el medio.

Para esto se requiere aplicaciones de liberaciones periódicas, debido a que una muy baja población del agente controlador no logra establecerse. Altas poblaciones del entomófago liberado permiten mantener una concentración letal, lo que obliga a tener programas de aplicación anuales, siempre basado en monitoreos que indiquen la necesidad de controlar.

- **Control biológico de conservación**: consiste en utilizar la flora y fauna benéfica de un sistema, para potenciar la preservación de los organismos entomófagos, mediante el aumento de la biodiversidad, lugares de refugio y alimentación, lo que permite mantener una población que genera cierto nivel de equilibrio y por ende, bajos daños económicos. Esto involucra el conocimiento de la etología de algunas especies, lo que hace compleja su práctica.

En el control biológico se distinguen dos asociaciones biológicas que tienen el carácter de antagonistas de las plagas. Estas asociaciones corresponden a la depredación y parasitoidismo.

El primer grupo se alimenta directamente del organismo y muchas veces no deja rastros de su presencia, puesto que la presa es devorada completamente. El más representativo de éste de los depredadores corresponde al ícono mundial del control biológico, las conocidas "chinitas", que pertenecen al orden Coleoptera, familia Coccinellidae. La mayoría de los representantes de esta familia son depredadores generalistas y algunas especies han alcanzado un grado de especialización, alimentándose exclusivamente de unas pocas especies.

El segundo grupo de entomófagos corresponde a los parasitoides, que oviponen en el organismo que les servirá de alimento, tanto dentro como fuera del cuerpo de la

presa. Al nacer los individuos se alimentan del organismo hasta causar su muerte, posteriormente abandonan el cuerpo inerte del cual se alimentaron y buscan otras presas donde continuar su ciclo oviponiendo sobre un nuevo organismo.

Existen parasitoides que se alimentan de huevos, larvas, pupas y adultos, lo que ayuda a seleccionar especies benéficas que permitan cortar el ciclo de una determinada plaga, antes que genere un daño económico.

Un grupo importante de agentes biológicos de control corresponden a los entomopatógenos, que involucra a microorganismos que generan enfermedades (hongos, virus, bacterias y nemátodos) y posterior muerte de la plaga. Este grupo de controladores biológicos es frecuentemente utilizado en el mundo, debido a que existen formulaciones que permiten su almacenaje y transporte, siendo considerados como "insecticidas biológicos". Es importante recordar que para el buen desempeño de estos "bío-insecticidas" siempre será necesario conocer la biología y ciclo de vida de la plaga.

Dentro de las alternativas para el control de insectos, los hongos entomopatógenos son un grupo diverso de microrganismos, conocidos mundialmente como enemigos naturales de artrópodos. Existen más de 700 especies de hongos entomopatógenos clasificados y sólo 10 especies han sido desarrolladas para su uso en control de insectos. Dentro de los más utilizados a nivel mundial se encuentran *Metarhizum anisopliae* (33,9%), *Beauveria bassiana* (33,9%), *Isaria fumosorosea* (=*Paecilomyces fumosoroseus*) (5,8%) y *Beauveria brongniartii* (4,1%).

Los Centros Regionales de Investigación INIA Quilamapu, INIA Remehue, e inicialmente INIA La Cruz, durante las últimas décadas han estado colectando, aislando y evaluando cepas de hongos entomopatógenos (HEP), con lo cual se ha logrado formar la mayor colección de HEP existente en el país, los cuales se conservan en condiciones de ultra frío (-150°C). La colección se sustenta en dos especies principales: *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, pero también existen cepas de *Paecilomyces, Hirsutella*, *Lecanicillium y Pochonia sp*. Durante este largo período, se ha logrado obtener aislamientos que muestran una alta especificidad hacia las diferentes especies plagas en frutales menores y otros cultivos. Se han determinado las dosis letales y comerciales de los agentes seleccionados y se ha avanzado en las formulaciones, conservación y formas de almacenaje. Todo ello ha permitido contar con HEP para fines comerciales, parte de los cuales se vende con el sello BioINIA, por la empresa BIOGRAM. Hoy se dispone de aislamientos claramente diferenciados para controlar gorgojo del trigo, capachito de los frutales, zancudo

patón del trigo, cabrito del maitén, gorgojo de los invernaderos, chinche parda de los frutales, chape del cerezo, pololito dorado, pololo verde, chinche verde, pololo café, tijereta, polilla del tomate, gusano del choclo, cuncuna del pino, polilla del brote, gorgojo argentino, chanchito blanco de la vid, burrito de la vid y cuncunilla negra.

La efectividad de los hongos entomopatógenos como agentes de bío-control, dependen de la elección de la cepa específica para el control de un determinado insecto-plaga, de la correcta formulación, dosificación apropiada y del tiempo. Este último factor dependerá del estado o fase más susceptible del insecto-plaga, de las condiciones ambientales favorables que rodean al hongo y de la programación compatible con otras prácticas agrícolas.

Los hongos entomopatógenos producen conídias infectivas que se adhieren, germinan y penetran la cutícula del insecto plaga. Una vez que ellos han logrado ingresar al cuerpo del insecto, proliferan cómo una estructura simple o multicelular. Por lo general, matan al insecto y producen más conídias infectivas para su inmediata transmisión y para su persistencia en el medio ambiente. Los hongos inician su proceso infectivo cuando las conídias se adhieren a la superficie del integumento del insecto-plaga, donde se inicia la formación del tubo germinativo, comenzando el hongo a excretar enzimas que degradan la cutícula del insecto-plaga; como proteasas, quitinasas, quitobiasas, lipasas y lipooxigenasas. Estas enzimas coadyuvan con el proceso de penetración por presión mecánica iniciado por el apresorio, que es una estructura especializada formada en el tubo germinativo.

Cuando el hongo ingresa al insecto, se desarrollan cuerpos hifales que se van diseminando a través del hemocele e invaden diversos tejidos musculares, ocasionando la muerte del insecto. Iniciada la infección, una vez muerto el insecto y ya agotados muchos de los nutrientes, el hongo inicia un crecimiento micelar e invade todos los órganos del hospedero. Finalmente, las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevas conidias (Foto 1).

Foto 1. Larvas de *Aegorhinus superciliosus* parasitadas y muertas por *Metarhizium anisopliae*, (Gentileza de BIOGRAM).

Las condiciones abióticas y bióticas influyen fuertemente en la actividad de los hongos, y de su eficiencia, en la transmisión, persistencia dentro y fuera del insecto. Una humedad por sobre el 90% en el microambiente que rodea al hongo, es muy importante para la germinación y posterior infección y esporulación; siendo el factor ambiental que más influye en el desarrollo de la epizootia. La temperatura ambiente que rodea la conídia del hongo es otro factor importante, y afecta la velocidad de germinación y crecimiento de las conídias.

Las aplicaciones de hongos entomopatógenos es recomendable realizarlas al suelo; dirigidas principalmente a cubrir la zona de raíces -lugar donde se dirigen las larvas neonatas (hasta los 30-40 cm)-. Se recomiendan dos hasta tres aplicaciones al año, para el control de larvas.

Primera aplicación: febrero-marzo. Las hembras oviponen en el cuello de la planta, o en el suelo en áreas circundantes a ésta. Por lo tanto, es recomendable mojar todo el cuello de la planta y el resto de la aplicación debe ser dirigida a las larvas que están a mayor profundidad. Para ello se recomienda aplicación con pitón y de preferencia

en un día de lluvia o a horas de la lluvia, para que así el producto logre llegar a las larvas (producto de contacto).

Segunda aplicación: en el mes de octubre, para lograr mojar a aquellos adultos que emergerán y aquellas larvas que aún se encuentran en ese estado. Para ello se recomienda aplicación con pitón y de preferencia en un día de lluvia o a horas de la lluvia, para que así el producto logre llegar a las larvas (producto de contacto) y aquellos adultos que emergerán.

Tercera aplicación: en el mes de diciembre-enero es recomendable mojar todo el cuello de la planta y el resto de la aplicación debe ser dirigida a las larvas que están a mayor profundidad. Para ello se recomienda aplicación con pitón y de preferencia en un día de lluvia o a horas de la lluvia, para que así el producto logre llegar a las larvas (producto de contacto).

Cuando el producto logra tener contacto con el insecto -mojamiento- se inicia y desarrolla el ciclo patogénico del hongo:

Adhesión: fijación de los propágulos sobre la superficie del hospedante, por medio de mecanismos donde intervienen propiedades físicas, químicas y electrostáticas del patógeno y del hospedero.

Germinación: luego de la adhesión e hidratación de la espora (humedad) sobre el tegumento del insecto, germina emitiendo un tubo germinativo.

Penetración: es el resultado de una serie de transformaciones físicas y/o químicas, que le permite al patógeno penetrar la cutícula de su hospedante específico.

Multiplicación del Hongo en el Hemocele: una vez en el interior del insecto, el hongo se multiplica principalmente por gemación.

Producción de toxinas: consiste en la producción de sustancias venenosas producidas por el patógeno.

Muerte del insecto: es el resultado, en parte, de la acción de las sustancias tóxicas secretadas por el hongo. Ocurre generalmente antes que el hongo colonice todo el interior del hemocele.

Colonización total: luego de la muerte del insecto, invade todos los órganos y tejidos.

En Chile, existen empresas dedicadas a producir eficientemente tanto entomófagos como entomopatógenos, lo que ha permitido probar su eficiencia en campo y contemplar su uso dentro de las estrategias de MIP.

4.3 Unidad demostrativa de control tipo curativo: sector Perquenco.

De acuerdo al diagnóstico realizado el 2010 en esta unidad demostrativa, se estableció una estrategia de control curativo, dado la sintomatología del huerto, que denotaba un alto porcentaje de daños a nivel aéreo de la planta y al mismo tiempo, mediante el muestreo de raíces, se evidenció la presencia de larvas en el sistema radical (Foto 2). El diagnóstico determinó la existencia de dos sectores amagados por *Aegorhinus* con diferentes grados de intensidad. Dichos sectores se encontraban próximos a un entorno de bosque nativo, con hospederos de las plagas y al mismo tiempo, previo a plantación, se desmontaron tres hectáreas de bosque nativo.

Foto 2. Unidad demostrativa sector Perquenco.

Por lo tanto, de acuerdo a estas condiciones se demarcaron dos sectores: sector 1 con alta incidencia de *Aegorhinus* y un sector 2 con incidencia media de la plaga.

De acuerdo a este diagnóstico las tácticas de control, tanto para adultos y larvas de cabritos, fueron de tipo químico y biológico, que se complementaron con control físico mecánico.

Fueron delimitadas dos áreas de trabajo, identificadas como el sector 1 y 2 compuestos cada una de ellas por 100 árboles.

4.3.1 Sector 1.

En esta área se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- **Control químico:** en el cuadro 2 se detallan las aplicaciones de insecticidas aplicadas durante la temporada 2010-2011.
- **Control Biológico:** este método de control se aplicó en la temporada 2011 utilizando una cepa del hongo entomatopatógeno *Metarhizium anisopliae* como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Sector 1 Perquenco: aplicación de insecticida y hongos entomopatógenos.

Tipo aplicación	Fecha de aplicación	Ingrediente activo	Dosis	Objetivo
Químico	03/12/2010	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto
Químico	06/01/2011	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto
Químico	18/01/2011	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto
Químico	15/04/2011	Clorpirifos		Larva
Biológico	13/05/2011	Metarhizum	0,2 Gr/Planta	Larva
Biológico	04/11/2011	Metarhizum	0,4 Gr/Planta	Larva y adulto emergiendo
Químico	16/11/2011	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt gua	Adulto

Los resultados de estas aplicaciones (Cuadro 4.3) obtenidos mediante contabilizaciones de adultos muertos efectuadas en diciembre de 2010 y 2011, en el caso de aspersiones al follaje, correspondieron a un promedio de 0,76 adultos por árbol, que incluyen las dos especies de *Aegohrinus* para ambas temporadas.

Esto denota que la ejecución de un programa curativo combinando el uso de insecticidas y hongos entomopatógenos realizadas durante la temporada 2010-11, no redujo significativamente las poblaciones de cabrito en la temporada siguiente.

Cuadro 3. Unidad demostrativa Perquenco. Sector 1: promedio adultos muertos pos aplicación de insecticida al follaje y emergencia de adultos en trampas de monitoreo.

	Promedio adultos muertos/árbol Temporada 2010-11	Promedio adultos muertos/árbol Temporada 2011-12	Emergencia de adultos/ arboles. Temporada 2011-12
Sector 1	0,76	0,76	2,8

En la temporada 2011-12 (Cuadro 3) el promedio de emergencia de adultos por trampa y por árbol correspondió a 2,8 ejemplares de cabrito. Este promedio de acuerdo a los índices poblacionales estimados en el capitulo 3 indican que la presencia de *Aegorhinus* sobrepasa el índice "muy grave".

Esta situación supone que la aplicación de insecticidas tanto al follaje como al suelo realizada en las fechas indicadas en el cuadro 2 fueron tardías, de acuerdo a los promedios de adultos por árbol en el follaje y las primeras emergencias contabilizadas en el temporada 2011-12.

Los resultados de aplicaciones tardías estarían validando dos hipótesis. La primera de ellas basándose en las fluctuación poblacional de adultos en el follaje, indica que este criterio basado en aplicaciones cuando ocurre la cumbre poblacional, son efectivas para el control de adulto. Sin embargo, se ha producido una significativa postura de hembras, lo que lleva a la temporada siguiente a tener nuevamente una emergencia considerable de adultos. En consecuencia, la primera aplicación de insecticida al follaje debería efectuarse antes de que ocurra la cumbre poblacional y considerando fundamentalmente la primera emergencia de adultos detectadas en trampas de monitoreo.

La segunda hipótesis concordando con la planteada anteriormente, pero considerando esta vez el control del estado larvario, sugiere que también las aplicaciones de insecticidas al suelo y hongos entomopatógenos debe efectuarse tempranamente cada temporada.

4.3.2. Sector 2.

En esta área se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Cuadro 4. Sector 2 Perquenco: aplicación de insecticida, hongos entomopatógenos y construcción de barreras perimetrales con banda INIA.

Tipo Aplicación	Fecha de Aplicación	Producto	Dosis	Objetivo
Físico Químico	06/01/2011	Mallas + Pintado c/ Clorpirifos.	250 cc / 5 kg de Grasa	Adulto
Físico Químico	18/01/2011	Banda INIA árboles de contorno	Pasta INIA	Adulto
Químico	30/11/2010	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto
Químico	06/01/2011	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto
Químico	18/01/2011	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto
Químico	15/04/2011	Oxamilo	4,5 Lt/ha	Larva
Biológico	13/05/2011	Metarhizum	0,2 Gr/Planta	Larva
Biológico	04/11/2011	Metarhizum	0,4 Gr/Planta	Larva y adulto emergiendo
Químico	16/11/2011	Phosmet	2 Kg/ha 500 Lt Agua	Adulto

- **Control químico:** en el cuadro 4 se detalla las aplicaciones de insecticidas aplicadas durante la temporada 2010-2011 y 2011-12.
- **Control Biológico:** este método de control se aplicó en la temporada 2011 utilizando una cepa del hongo entomatopatógeno *Metarhizium anisopliae* como se muestra en el cuadro 4
- Construcción de barreras perimetrales y banda INIA (Foto 3.)

Foto 3. Barreras perimetrales y banda adhesiva venenosa.

Cuadro 5. Unidad demostrativa Perquenco. Sector 2: promedio adultos muertos pos aplicación de insecticida al follaje y emergencia de adultos en trampas de monitoreo.

Sector	Promedio adultos muertos/árbol Temporada 2010-11	Promedio adultos muertos/árbol. Temporada 2011-12	Emergencia de adultos/ árbol/trampa. Temporada 2011-12
Sector 2	0,3	2,96	0,1

La situación del sector 2 en términos generales y en algunos aspectos, concuerda con lo ocurrido en el sector 1. Sin embargo, los resultados de las contabilizaciones de adultos muertos por aplicaciones al follaje señalan que en la temporada 2011-12 hubo un incremento de la población respecto a la temporada anterior. No obstante, si se considera la emergencia de adultos capturados en trampas durante la temporada 2011-12, evidencia que hubo una reducción poblacional debido al control efectuado. El alto número de ejemplares muertos después de la aplicación observada en la temporada 2011-12 en este sector se explicaría por una eventual migración de ejemplares desde otros sectores del interior del huerto.

4.4 Unidad demostrativa de control tipo preventivo: sector Pitrufquén.

En esta área fueron establecidas dos unidades demostrativas. De acuerdo al diagnóstico efectuado durante la temporada 2010-12, se estableció una estrategia de control de tipo preventivo, debido a que existen dos condiciones. Una correspondiente a un huerto de dos años en etapa de formación plantado con diversos entornos de vegetación nativa, y otro huerto iniciando su etapa productiva al quinto verde.

Ambos huertos, independiente de la edad de plantación, se insertan sobre un agro ecosistema de similares características. En general los predios tienen bastos entornos con vegetación nativa (Foto 4), con especies hospederas de *Aegorhinus,* condición que los hace vulnerables a un potencial ataque de estos insectos.

Foto 4. Entorno con vegetación nativa.

La estrategia consistió en evitar el ingreso del insecto al huerto. En este sentido, fueron tomadas medidas precautorias fundamentalmente de control físico mecánico, mediante la implementación de barreras perimetrales en aquellos sectores de mayor vegetación nativa. (Foto 5). En sectores con árboles aislados o hileras de árboles hospederos externos al huerto se implementaron bandas adhesivas con o sin insecticida (Foto 6).

Foto 5. Barrera perimetral **Foto 6. Bandas adhesivas.**

Otras barreras físicas utilizadas como control preventivo, fueron coberturas de polipropileno negro en cuyo borde externo próximo al entorno vegetacional se untó con una sustancia pegajosa (stikem), supuestamente para evitar el paso de los cabritos (Foto 7).

Foto 7. Barreras en coberturas con sustancia adhesiva

Otra alternativa de barrera física, por iniciativa de un productor de avellano europeo asociado al proyecto, fue la instalación de una protección en base a papel plateado asfáltico puesto alrededor del tronco de árboles recién plantados, cuyo objetivo principal es proteger la planta del lagomorfos (liebres y conejos), pero que también podrían contribuir a evitar el acceso de *Aegorhinus* (Foto 8).

Foto 8. Protección para lagomorfos.

Como barrera biológica se sembró lupino amargo para evitar la migración de cabritos desde sectores de árboles nativos hacia el huerto, como se aprecia en primer plano en la foto siguiente (Foto 9).

Foto 9. Barrera Biológica, en base a lupino amargo, en primer plano.

Esta barrera biológica se utilizó, debido a que existen antecedentes que dicha especie de lupino presenta altos contenido de alcaloides, que son nocivos y de acción repelente para diversas especies de insectos.

Con el fin de evaluar el ingreso de la plaga al interior del huerto, fueron ubicadas trampas de monitoreo confeccionadas con tull (Jersey 20), adosadas al tronco del árbol a 80 centímetros del suelo y enterradas a 15 centímetros de profundidad con un diámetro de 80 cm en la base (Foto 10).

Foto 10. Trampas de monitoreo, con adulto emergido.

La implementación de las trampas de monitoreo para determinar emergencia de adultos de cabritos, ubicadas en sectores aledaños a las barreras perimetrales establecidas, no detectaron emergencias de ejemplares adultos de *Aegorhinus*. Por lo tanto, se estima que las barreras implementadas cumplieron su objetivo hasta el momento. En uno de los huertos de avellano de esta área donde existen árboles hospederos aislados de cabrito, donde no se instalaron barreras físicas, se comprobó la presencia de adultos en trampas de emergencia.

Al examinar periódicamente las bandas adhesivas y bandas con insecticidas no se encontraron ejemplares de *Aegorhinus* pegados a dichas bandas y tampoco se encontraron ejemplares que hayan atravesado las bandas hacia el follaje de los árboles nativos para alimentarse. En observaciones de laboratorio con bandas adhesivas (stikem) se comprobó que los ejemplares reúsan a pasar por la banda, dirigiéndose a otros sectores del recipiente donde se realizaron las observaciones.

Esto supone que *Aegorhinus* al no oviponer en el follaje como lo hace *Naupactus* o burrito de la vid, que también se alimenta de hojas de su hospedero, el CM desiste de subir al follaje y regresa a su entorno buscando otras alternativas de alimentación, que incluye el huerto de avellano europeo donde se alimenta principalmente de tejidos de corteza menos lignificados. El cabrito del maitén, *Aegorhinus superciliosus*, ovipone en la base de sus hospederos y no en el follaje como lo hace el burrito de la vid, *Naupactus xanthographus* (Foto 11). Las bandas adhesivas venenosas fueron diseñadas para el género *Naupactus* y no al género *Aegorhinus* al cual pertenece el CM. Esto demuestra que es vital conocer exhaustivamente los hábitos de una plaga previo a la implementación de un determinado método de control, especialmente en el MIP. Por lo anteriormente expuesto. Se sugiere revisar la efectividad de las bandas adhesivas para el control de *Aegorhinus*.

Foto 11. Huevos de *Naupactus xantographus* en fruto de avellano europeo. Provincia de Malleco, Región de La Araucanía.

GLOSARIO

Agro ecosistema: sistema de cultivo que considera el ambiente y sus interrelaciones.

Antagonistas naturales: enemigos naturales de una plaga.

Áreas de compensación ecológica: ecosistema que permite mantener el equilibrio entre la plaga, antagonistas naturales y hospedero.

Estadío: período entre cada muda de una larva.

Hemocele: cabidad interna del insecto.

Hospederos: especie vegetal que alberga una plaga.

Monocultivo: sistema productivo donde se utiliza permanentemente una sola especie vegetal cultivada.

Ovoposición: acción de poner huevos.

Polifagia: organismo que se alimenta de varias especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M.,2002. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. ISSN. Guaíba, RS (Brazil). 2002. 592 p.

Arthurs, S. & M. Thomas. 2001. Effects of Temperature and Relative Humidity on Sporulation of *Metarhizium anisopliae* var. acridum in Mycosed Cadavers of *Schistocerca gregaria*. Journal of Invertebrate Pathology 78: 59 – 65.

De Faria, M. & S. Wraight, 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control 43:237-256.

Hesketh, H.; H. Roy.; J. Eilenberg.; J. Pell. & R. Hails. 2010. Challenges in modelling complexity of fungal entomopathogens in semi-natural populations of insects. BioControl 55:55–73.

Lacey, A.; R. Frutos.; H. Kaya. & P. Vails. 2001 .Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?. Biological Control 21: 230 –248.

CONCLUSIONES

El MIP es una metodología holística que persigue el desarrollo de la estrategia para el control de una plaga.

Para tener éxito en el control de una plaga es indispensable contar con el conocimiento básico de las especies fitófagas que afectan el cultivo. Particularmente, se requiere la identificación exacta de la especie plaga. Su ciclo vital: periodo de desarrollo de los estados del insecto, desde huevo a la emergencia del adulto. Ciclo estacional: presencia de los distintos estados de desarrollo del insecto en el huerto durante el año. Hábitos: forma de vida del insecto, cómo y dónde pone sus huevos, formas de alimentación del estado adulto y larva y tipo de reproducción.

Conocido los aspectos biológicos esenciales de la plaga, para un buen control se requiere efectuar un diagnóstico de la misma, con el fin de dimensionar y calificar la importancia del problema. Para realizar un buen diagnóstico es clave efectuar un monitoreo de la plaga, que determinará el grado de incidencia del insecto en el huerto.

Una vez dimensionado el problema, deben plantearse las tácticas de control, que conllevan a decidir cuáles serán las herramientas necesarias a usar para implementar el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Los resultados del proyecto "Programa de manejo integrado de plagas subterráneas en avellano europeo", ejecutado por INIA Carillanca, señalan que la temperatura base para el cálculo de grado días en *Aegorhinus* estaría cercana a los 10°C. El cálculo de grados días acumulados son un buen indicador para predecir la emergencia de insectos.

Para el caso de *Aegorhinus*, considerando los grados días acumulados, la emergencia del adulto ocurriría entre los 750 y 800 GD.

En cuanto al índice poblacional es posible señalar que, 30 adultos por cada 10 árboles detectados en el follaje, corresponde a un ataque muy grave.

En cuanto al índice de emergencia es posible señalar que, 1,5 adultos capturados en trampa, corresponde también a un ataque muy grave.

Determinar el instante de aparición de los primeros ejemplares adultos en un huerto de avellano europeo, es clave para planificar el programa de control del insecto.

La primera aplicación de insecticida debe tener como objetivo evitar la postura normal de las hembras, la cual ocurre a los 20 a 30 días después de la emergencia de los adultos.

Las aplicaciones de insecticidas cuando se considera la cumbre poblacional de adultos, son efectivas para el control de este estado. Sin embargo, son tardías si se persigue evitar una postura significativa de huevos.

Una mayor eficacia y mortalidad se consigue cuando las aplicaciones de insecticidas al suelo, se realizan cuando el insecto se encuentra en sus primeros estadíos juveniles.

Cuando se efectúan aplicaciones tardías de insecticidas al suelo (otoño) con respecto a la biología del insecto, el control es poco eficaz.

En el caso de las barreras perimetrales, no fueron detectadas emergencias de ejemplares adultos de *Aegorhinus* al interior del huerto. Por lo tanto se estima, que hasta el momento, las barreras implementadas han cumplido su objetivo.

El uso de bandas adhesivas con insecticida aplicadas al tronco de árboles hospederos, no cumplieron su objetivo a cabalidad, debido a que estas fueron diseñadas para el cabrito de la vid, especie con hábito de postura distinto al cabrito del maitén.

ANEXOS

Anexo 6.1. Días grado mensuales base 5° y 10°C período Octubre 2010 - Septiembre de 2011.			
Estación meteorológica Traiguén – INIA			
MES	**AÑO**	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
Octubre	2010	170,2	31,5
Noviembre	2010	209,4	61,1
Diciembre	2010	267,3	115,2
Enero	2011	360,7	205,7
Febrero	2011	339,8	199,8
Marzo	2011	276,4	122,7
Abril	2011	188,8	51,5
Mayo	2011	106,8	5,6
Junio	2011	88,7	4,2
Julio	2011	42,2	1,1
Agosto	2011	66,2	1,7
Septiembre	2011	126,0	11,5
	Total Período	2242,5	811,6

Anexo 6.2. Días grado diarios base 5° y 10°C mes Octubre de 2011.		
Estación meteorológica Traiguén – INIA		
FECHA	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
1-oct-11	4,8	0,0
2-oct-11	4,0	0,0
3-oct-11	6,0	1,0
4-oct-11	5,6	0,6
5-oct-11	7,4	2,4
6-oct-11	6,2	1,2
7-oct-11	4,6	0,0
8-oct-11	5,1	0,1
9-oct-11	4,2	0,0
10-oct-11	4,1	0,0
11-oct-11	1,3	0,0
12-oct-11	1,0	0,0
13-oct-11	5,5	0,5
14-oct-11	5,1	0,1
15-oct-11	4,9	0,0
16-oct-11	4,4	0,0
17-oct-11	3,2	0,0
18-oct-11	6,3	1,3
19-oct-11	5,7	0,7
20-oct-11	5,8	0,8
21-oct-11	4,7	0,0
22-oct-11	4,5	0,0
23-oct-11	4,6	0,0
24-oct-11	4,9	0,0
25-oct-11	5,2	0,2
26-oct-11	8,8	3,8
27-oct-11	4,7	0,0
28-oct-11	4,7	0,0
29-oct-11	6,6	1,6
30-oct-11	8,7	3,7
31-oct-11	10,5	5,5
Total Mes	**163,2**	**23,6**

Anexo 6.3. Días grado diarios base 5° y 10°C mes Noviembre de 2011.		
Estación meteorológica Traiguén – INIA		
FECHA	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
1-nov-11	7,1	2,1
2-nov-11	6,7	1,7
3-nov-11	6,3	1,3
4-nov-11	7,7	2,7
5-nov-11	7,4	2,4
6-nov-11	8,8	3,8
7-nov-11	8,9	3,9
8-nov-11	5,7	0,7
9-nov-11	4,2	0,0
10-nov-11	3,9	0,0
11-nov-11	7,3	2,3
12-nov-11	7,6	2,6
13-nov-11	8,0	3,0
14-nov-11	8,7	3,7
15-nov-11	10,7	5,7
16-nov-11	11,6	6,6
17-nov-11	7,3	2,3
18-nov-11	7,5	2,5
19-nov-11	6,9	1,9
20-nov-11	6,9	1,9
21-nov-11	7,9	2,9
22-nov-11	8,8	3,8
23-nov-11	9,2	4,2
24-nov-11	9,1	4,1
25-nov-11	8,3	3,3
26-nov-11	8,1	3,1
27-nov-11	7,5	2,5
28-nov-11	9,6	4,6
29-nov-11	8,8	3,8
30-nov-11	10,8	5,8
Total Mes	**237,4**	**89,3**

Anexo 6.4. Días grado diarios base 5° y 10°C mes Diciembre de 2011.		
Estación meteorológica Traiguén - INIA		
FECHA	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
1-dic-11	12,5	7,5
2-dic-11	9,5	4,5
3-dic-11	9,0	4,0
4-dic-11	9,3	4,3
5-dic-11	10,0	5,0
6-dic-11	11,4	6,4
7-dic-11	10,4	5,4
8-dic-11	10,4	5,4
9-dic-11	10,6	5,6
10-dic-11	10,4	5,4
11-dic-11	8,5	3,5
12-dic-11	11,5	6,5
13-dic-11	13,5	8,5
14-dic-11	13,9	8,9
15-dic-11	13,5	8,5
16-dic-11	12,2	7,2
17-dic-11	12,8	7,8
18-dic-11	13,0	8,0
19-dic-11	10,7	5,7
20-dic-11	9,7	4,7
21-dic-11	8,5	3,5
22-dic-11	5,9	0,9
23-dic-11	8,9	3,9
24-dic-11	13,5	8,5
25-dic-11	15,9	10,9
26-dic-11	15,2	10,2
27-dic-11	16,7	11,7
28-dic-11	14,6	9,6
29-dic-11	13,0	8,0
30-dic-11	12,4	7,4
31-dic-11	13,7	8,7
Total Mes	**361,2**	**206,2**

Anexo 6.5. Registro de muestreo.

Predio:																					
Mes	Semana	Fecha	Sector 1.										Sector 2.									
			Trampas de monitoreo										Trampas de monitoreo									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oct	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
Nov	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
Dic	1																					
	2																					
	3																					
	4																					

Anexo 6.6. Días grado mensuales base 5° y 10°C período Octubre 2010 - Septiembre de 2011			
Estación meteorológica Gorbea INIA			
MES	**AÑO**	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
Octubre	2010	182,2	38,8
Noviembre	2010	222,5	73,5
Diciembre	2010	268,8	117,7
Enero	2011	343,2	188,2
Febrero	2011	315,6	175,6
Marzo	2011	258,9	106,3
Abril	2011	180,9	46,4
Mayo	2011	110,3	7,7
Junio	2011	77,9	6,0
Julio	2011	54,9	1,0
Agosto	2011	73,3	4,4
Septiembre	2011	133,1	13,8
	Total Período	2221,6	779,4

Anexo 6.7. Días grado diarios base 5° y 10°C mes Octubre de 2011.		
Estación meteorológica Gorbea INIA		
FECHA	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
1-oct-11	4,2	0,0
2-oct-11	5,4	0,4
3-oct-11	5,2	0,2
4-oct-11	4,7	0,0
5-oct-11	7,0	2,0
6-oct-11	6,5	1,5
7-oct-11	4,8	0,0
8-oct-11	4,7	0,0
9-oct-11	4,9	0,0
10-oct-11	3,1	0,0
11-oct-11	1,8	0,0
12-oct-11	1,1	0,0
13-oct-11	6,3	1,3
14-oct-11	4,2	0,0
15-oct-11	5,4	0,4
16-oct-11	4,0	0,0
17-oct-11	3,4	0,0
18-oct-11	5,7	0,7
19-oct-11	5,6	0,6
20-oct-11	6,5	1,5
21-oct-11	5,3	0,3
22-oct-11	6,3	1,3
23-oct-11	5,4	0,4
24-oct-11	5,7	0,7
25-oct-11	8,0	3,0
26-oct-11	10,2	5,2
27-oct-11	6,1	1,1
28-oct-11	6,1	1,1
29-oct-11	6,7	1,7
30-oct-11	10,4	5,4
31-oct-11	10,7	5,7
Total Mes	**175,7**	**34,7**

Anexo 6.8. Días grado diarios base 5° y 10°C mes Noviembre de 2011.		
Estación meteorológica Gorbea INIA		
FECHA	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
1-nov-11	7,6	2,6
2-nov-11	7,5	2,5
3-nov-11	7,0	2,0
4-nov-11	8,0	3,0
5-nov-11	8,1	3,1
6-nov-11	8,4	3,4
7-nov-11	9,0	4,0
8-nov-11	6,6	1,6
9-nov-11	4,7	0,0
10-nov-11	4,2	0,0
11-nov-11	8,4	3,4
12-nov-11	8,0	3,0
13-nov-11	8,8	3,8
14-nov-11	11,4	6,4
15-nov-11	11,9	6,9
16-nov-11	12,1	7,1
17-nov-11	7,4	2,4
18-nov-11	7,9	2,9
19-nov-11	6,6	1,6
20-nov-11	7,7	2,7
21-nov-11	7,4	2,4
22-nov-11	8,8	3,8
23-nov-11	9,1	4,1
24-nov-11	7,4	2,4
25-nov-11	8,6	3,6
26-nov-11	8,2	3,2
27-nov-11	7,0	2,0
28-nov-11	11,2	6,2
29-nov-11	8,8	3,8
30-nov-11	11,5	6,5
Total Mes	**249,3**	**100,3**

Anexo 6.9. Días grado diarios base 5° y 10°C mes Diciembre de 2011.		
Estación meteorológica Gorbea INIA		
FECHA	**DÍAS GRADO BASE 5°C**	**DÍAS GRADO BASE 10°C**
1-dic-11	11,7	6,7
2-dic-11	9,7	4,7
3-dic-11	8,2	3,2
4-dic-11	10,3	5,3
5-dic-11	10,6	5,6
6-dic-11	12,7	7,7
7-dic-11	11,5	6,5
8-dic-11	11,1	6,1
9-dic-11	11,3	6,3
10-dic-11	9,8	4,8
11-dic-11	8,9	3,9
12-dic-11	12,2	7,2
13-dic-11	14,3	9,3
14-dic-11	12,8	7,8
15-dic-11	11,8	6,8
16-dic-11	12,2	7,2
17-dic-11	13,0	8,0
18-dic-11	12,1	7,1
19-dic-11	9,2	4,2
20-dic-11	10,0	5,0
21-dic-11	7,7	2,7
22-dic-11	6,1	1,1
23-dic-11	9,5	4,5
24-dic-11	14,4	9,4
25-dic-11	16,0	11,0
26-dic-11	14,8	9,8
27-dic-11	17,1	12,1
28-dic-11	15,1	10,1
29-dic-11	13,0	8,0
30-dic-11	13,0	8,0
31-dic-11	12,9	7,9
Total Mes	**363,1**	**208,1**