

BOLETÍN

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL NOGAL EN LA PROVINCIA DE CHOAPA



Autores:

Carlos Quiroz Escobar
Felipe Luengo Castañeda
Claudio Salas Figueroa
Patricio Abarca Reyes
Paulina Bermudez Ortíz
Giovanni Lobos Lobos
Patricia Larraín Sanhueza
Fernando Rodríguez Álvarez
Jorge Riquelme Sanhueza
Sebastián Santelices Salinas



BOLETÍN

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL NOGAL EN LA PROVINCIA DE CHOAPA

ISSN 0717-4829

Autores:

Carlos Quiroz Escobar
Felipe Luengo Castañeda
Claudio Salas Figueroa
Patricio Abarca Reyes
Paulina Bermudez Ortíz
Giovanni Lobos Lobos
Patricia Larraín Sanhueza
Fernando Rodríguez Álvarez
Jorge Riquelme Sanhueza
Sebastián Santelices Salinas

INIA, Intihuasi
La Serena, Chile, 2016

Autores

Carlos Quiroz Escobar, Ingeniero Agrónomo, MSc., PhD.
Felipe Luengo Castañeda, Ingeniero Agrónomo
Claudio Salas Figueroa, Ingeniero Agrónomo, Dr.
Patricio Abarca Reyes, Ingeniero Agrónomo, MCs.
Paulina Bermudez Ortíz, Ingeniera Agrónoma, MSc.
Giovanni Lobos Lobos, Ingeniero Agrónomo
Patricia Larraín Sanhueza, Ingeniera Agrónoma, MSc.
Fernando Rodríguez Álvarez, Biólogo, Magister en Ciencias.
Jorge Riquelme Sanhueza, Ingeniero Agrónomo, Mg, Dr.
Sebastián Santelices Salinas, Ingeniero Agrónomo

Directora Responsable

Patricia Larraín Sanhueza, Directora INIA Intihuasi

Comité Editor

Carlos Quiroz E., Investigador en Entomología y Producción Limpia
Felipe Luengo C., Investigador en Frutales de Nuez y Carozo
Claudio Salas F., Investigador en Entomología
Luis Devotto M., Investigador en Entomología
Erica González V., Encargada de Biblioteca
Fernando Rodríguez Á., Investigador en Entomología

Boletín INIA N°324

Cita Bibliográfica Correcta

Quiroz, C., F. Luengo, C. Salas, P. Abarca, P. Bermudez, G. Lobos, P. Larraín, F. Rodríguez, J. Riquelme y S. Santelices. 2016. Manejo integrado de plagas del nogal en la provincia de Choapa. 122 p. Boletín INIA N°324. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Intihuasi, Centro Experimental Choapa, La Serena, Chile.

ISSN 0717-4829

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y/o los autores.

El presente boletín forma parte del proyecto “Difusión y transferencia tecnológica en manejo integrado de plagas en huertos de nogales, para productores de la Cooperativa Frutícola AGRONUEZ y Agrícola Comercial Nueces del Choapa”. Co-financiado por INNOVA Chile de CORFO, los años 2013-2015.

Diseño y Diagramación: Miradatres Ltda.
Impresión: Editorial del Norte
Cantidad de ejemplares: 1000

La Serena, Chile, 2016.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1 · EL CULTIVO DEL NOGAL EN LA REGIÓN DE COQUIMBO.....	9
CAPÍTULO 2 · MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	21
Origen y concepto.....	22
Etapas del manejo integrado de plagas.....	25
CAPÍTULO 3 · PLAGUICIDAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL NOGAL.....	33
Caracterización del uso de plaguicidas en los huertos de nogal del Valle del Choapa.....	40
CAPÍTULO 4 · POLILLA DE LA MANZANA <i>Cydia pomonella</i> (Linnaeus), (Lepidoptera: Tortricidae)...	47
Descripción y biología	48
Daño	51
Manejo de la plaga.....	51
Monitoreo a través del uso de trampas de feromona	52
CAPÍTULO 5 · EL PULGÓN DEL NOGAL. <i>Chromaphis juglandicola</i> (Kaltenbach), (Hemiptera: Aphididae).....	57
Descripción y Biología	57
Daño	61
Manejo de la Plaga.....	62
CAPÍTULO 6 · MULTIPLICACIÓN DE <i>Trioxys pallidus</i> (Haliday) EN LABORATORIO Y LIBERACIÓN EN CAMPO.	71
Crianza y mantención del pulgón del nogal, hospedero de <i>Trioxys pallidus</i>	72
Multiplificación del parasitoide <i>T. pallidus</i>	73
Recolección, transporte y liberación de <i>T. pallidus</i>	74
CAPÍTULO 7 · ÁCAROS.....	79
Araña roja europea	79

Introducción	79
Descripción y biología	79
Arañita bimaclada.....	80
Descripción y biología	80
Daño de ácaros	82
Manejo de ácaros fitófagos	83
Arañitas en nogales de la zona de Choapa.....	84
CAPÍTULO 8 · ESCAMAS	87
Escama morada del manzano.....	87
Introducción	87
Descripción y biología	88
Daño	88
Manejo de la plaga.....	89
Monitoreo en la Provincia de Choapa.....	89
CAPÍTULO 9 · INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE EQUIPOS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN NOGALES	95
Aplicación de plaguicidas en frutales	96
Condiciones atmosféricas.....	96
Oportunidad de aplicación.....	96
Tipo de plaguicida y dosificación	96
Condición del cultivo y diseño de huerto	97
Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas	99
Inspección de pulverizadores.....	101
La inspección para mejorar el control de plagas	102
Disminuir contaminación ambiental a través de la inspección	103
Disminuir riesgo de accidentes del operador a través de la inspección	104
Regulación de pulverizadores	105
Comprobación de la calidad de aplicación	108
CAPÍTULO 10 · Estudio de caso: Impacto económico de manejo integrado de plagas en un huerto de nogales.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	119

INTRODUCCIÓN

La producción de nueces es una industria creciente en Chile, con exportaciones que alcanzaron a MUS\$1.000 en la temporada 2015. Los valles del Río Choapa y sus afluentes se encuentran entre las áreas productoras más destacadas de nogal, gracias a condiciones ambientales privilegiadas para una producción frutal de alta calidad. Estas condiciones explican que estos valles concentren aproximadamente la mitad de la producción de nueces de la región de Coquimbo, es decir, alrededor de 2.000 hectáreas. Uno de los aspectos más ventajosos lo constituye la sanidad del cultivo, ya que algunas de las plagas y enfermedades más importantes a nivel nacional están ausentes en Choapa, a diferencia de la zona central de Chile.

Entre las plagas que atacan al nogal en la zona del Choapa, la más importante es la polilla de la manzana, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) y desde que INIA se estableció en la provincia, se ha preconizado el uso de herramientas de manejo integrado, a fin de conservar el equilibrio biológico y así mantener el estatus de zona privilegiada para la producción de nueces.

Esta ventaja comparativa del cultivo se ha visto amenazada en las últimas temporadas, por un número excesivo de aplicaciones contra la polilla de la manzana o, en otros casos, por seguir programas diseñados para la zona central. Un ejemplo de esto último son las aplicaciones para el control de la escama de San José, *Diaspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae), en circunstancias que esta especie prácticamente está ausente del valle. El uso de insecticidas más allá de lo necesario, sumado a la ausencia de ciertas prácticas culturales, ha generado el surgimiento de plagas secundarias, como tantas veces ha ocurrido en muchos cultivos. Un ejemplo es la polilla del algarrobo, *Ectomyelois ceratoniae*, especie que ha estado presente por más de veinte años en estos valles en bajas poblaciones y sin que haya sido necesario controlarla, pero que últimamente ha aumentado considerablemente hasta producir pérdidas de hasta 10% de la producción. Son las aplicaciones excesivas de productos de amplio espectro y alta toxicidad las que han contribuido a crear desequilibrios en el ecosistema del nogal.

Por otra parte, la mantención de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), también se dificulta debido al constante arribo de plagas exóticas. Cuando una nueva especie llega a un lugar, la reacción inmediata y natural de los productores, dada las

elevadas poblaciones iniciales de la especie invasora, es intentar su control utilizando insecticidas. Sin embargo, estos productos a menudo alteran los programas de MIP ya establecidos, debido a su efecto sobre los enemigos naturales, causando una alta presión de las plagas primarias y/o irrupción de especies de insectos o ácaros que hasta ese momento tenían una importancia secundaria o bien no eran plagas, y que libres de sus agentes de control natural pueden alcanzar poblaciones capaces de causar un daño económico.

La situación anteriormente descrita se manifiesta en el caso del pulgón del nogal, *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach), especie detectada en forma generalizada en los nogales de la zona de Choapa en la temporada 2010-2011. Muchos agricultores realizaron aplicaciones de insecticidas para su control, sin antecedentes de sus eficacias ni de los impactos en las otras plagas y sus enemigos naturales. Debido a esto, el pulgón se convirtió en una amenaza real en el valle del Choapa ya que, además de tener el potencial para provocar pérdidas económicas en nogales al desarrollar altas poblaciones, su control indiscriminado pudo haber incidido en una mayor severidad de ataque de otras especies.

Dados estos escenarios, que comprometen el privilegiado panorama sanitario del cultivo, es que INIA Intihuasi, gracias al financiamiento del Programa de Difusión y Transferencia Tecnológica de CORFO, de la Cooperativa Frutícola AGRONUEZ Limitada, y de la Empresa Agrícola Comercial Nueces del Choapa, inició un programa de fortalecimiento de manejo de plagas en huertos de nogales de productores beneficiarios pertenecientes a la Cooperativa y a la Empresa Agrícola, dando especial énfasis a los sistemas de monitoreo, a la utilización de información de las condiciones ambientales prevalentes, al desarrollo del potencial del control biológico, a la aplicación de prácticas culturales adecuadas, al buen uso de los equipos de aplicación, y al uso de insecticidas o acaricidas de mayor selectividad aplicados en base a la real presión ejercida por las plagas y no solo siguiendo un calendario fijo de aplicaciones.

Todos estos conceptos fueron transferidos a los productores beneficiarios mediante visitas permanentes a sus predios, y mediante la capacitación, a través de presentaciones teóricas y prácticas en laboratorio y terreno, en el momento en que la presencia de insectos y/o ácaros, o sus enemigos naturales, ameritaba su atención. Este Boletín presenta las experiencias y recomendaciones en base al comportamiento biológico de las especies de insectos y ácaros en el Choapa, en un contexto de manejo integrado que permita mantener la calidad y sustentabilidad de la producción de nueces del Valle.

CAPÍTULO 1

EL CULTIVO DEL NOGAL EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

Giovanni Lobos L.

La región de Coquimbo cuenta con una superficie total de frutales de 27.776 ha, según ODEPA-CIREN (2015), de las cuales la provincia de Choapa aporta con 1.861 ha de vides pisqueras, 1.903 ha de paltos y 2.466 ha de nogales, aunque estimaciones de INIA señalan que esa cifra podría haber variado, alcanzando las 3.000 ha.

El nogal es uno de los frutales que más ha crecido a nivel nacional en las últimas temporadas, lo que se debe, entre otras causas, a diversas condiciones como adaptabilidad al suelo y clima que hay desde la región de Coquimbo a la del Maule, a la contra estación que presenta nuestro país con respecto al hemisferio norte, y principalmente a la alta demanda de frutos secos, dados los beneficios que aporta este fruto a la salud, lo que explica los atractivos precios de retorno para los productores. En el año 2001 la superficie plantada era de 7.746 ha a nivel nacional, mientras que lo reportado por ODEPA-CIREN para 2015 fue de 27.941 ha (**Figura 1.1**), estando su mayor concentración en la región Metropolitana con 10.948 ha, seguido de las regiones de Valparaíso con 5.644 ha y la de O'Higgins con 2.792 ha.

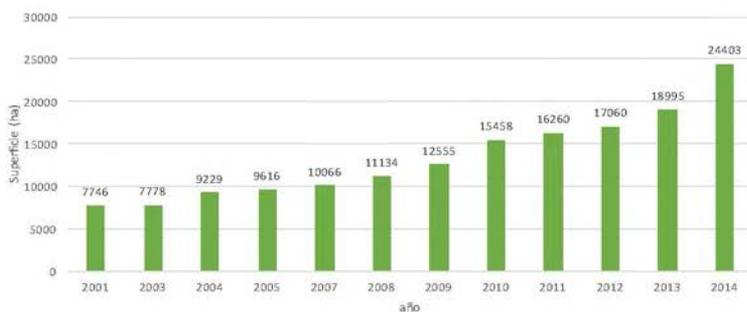


Figura 1.1. Evolución de la superficie de nogales plantadas en Chile. (Fuente: ODEPA-CIREN).

La región de Coquimbo no ha estado ajena a la situación de crecimiento de superficie de nogales descrita (**Figura 1.2**), y en este crecimiento el INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias), ha jugado un rol preponderante que comenzó el año 1995 cuando se evaluaron seis variedades de nogales multiplicadas mediante injerto, ya que hasta esa fecha los huertos habían sido establecidos con plantas provenientes de semillas, lo que limitaba significativamente su potencial productivo. Los resultados de tales proyectos, financiados por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) de la región de Coquimbo, demostraron que la variedad que mejor se adapta a las condiciones agroclimáticas del Choapa es 'Serr', ya que presenta el menor requerimiento de frío invernal, que es el parámetro más restrictivo en los valles de la región de Coquimbo para el desarrollo del cultivo.

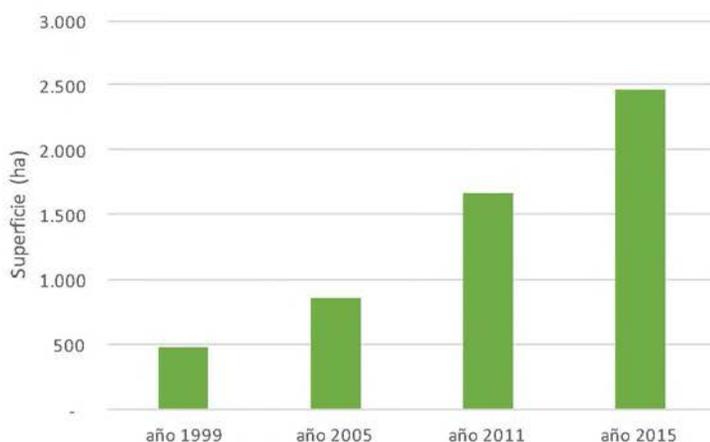


Figura 1.2. Evolución de la superficie de nogales en la región de Coquimbo. (Fuente ODEPA-CIREN).

En cuanto a su distribución en la región, los nogales se concentran principalmente en las provincias de Limarí y Choapa con un 95% de la superficie regional (**Figura 1.3**) y la variedad más establecida es Serr, con un 89%, seguida por Chandler con un 7% y el resto de la superficie con plantas de semillas u otras variedades (**Figura 1.4**).

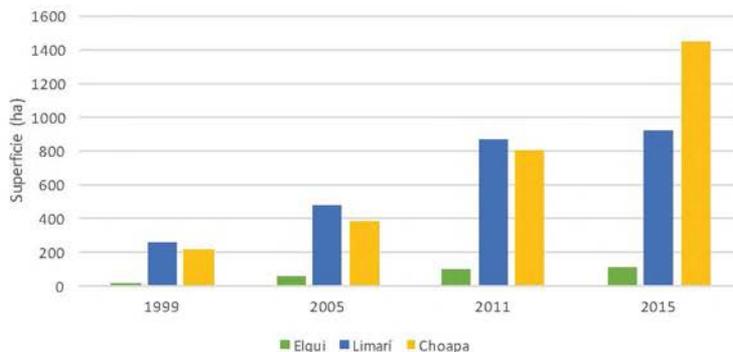


Figura 1.3. Distribución de la superficie de nogales en la región de Coquimbo (Fuente: ODEPA-CIREN)

La provincia de Choapa históricamente ha sido una zona productora de nogales y aún es posible encontrar árboles de aproximadamente 50 a 60 años de edad. Las plantas establecidas a partir de semillas, que constituyen el 4% de la superficie regional corresponden principalmente a los denominados Aconcagua o Californianos, que aún siguen siendo utilizados por algunos viveristas para la producción de patrones. El recambio de los huertos desde árboles de semilla a injertados comenzó aproximadamente entre 1998 y 1999, como resultado del desarrollo del proyecto INIA denominado “Evaluación de especies de frutales de nuez para el Choapa” lo que ha significado que actualmente un 89% de la superficie plantada sea con la variedad Serr (**Figura 1.4**). Este recambio de plantas generó a su vez diversos cambios en el manejo de los huertos, ya que para que la variedad Serr expresara todo su potencial productivo, se requirió capacitación principalmente en la poda de formación y podas de producción, manejos que fueron entregados a través de las charlas de capacitación que el INIA desarrolló en Choapa.



Figura 1.4. Distribución de las variedades establecidas en la región de Coquimbo (Fuente: INIA, 2014).

El nogal es un frutal que requiere acumular horas de frío para romper su latencia y generar una brotación uniforme, pero no todas las variedades tienen el mismo requerimiento. La variedad Serr solo necesita 400 horas frío, mientras que la variedad Chandler necesita 800 horas (Valenzuela *et al*, 1992). En la provincia del Choapa durante una temporada normal se acumulan entre 500 y 600 horas frío (INIA Choapa, 2014), situación que ha favorecido la predominancia de Serr, mientras que solo en algunas localidades del valle, como Huintil, Illapel, Chuchiñí, Tahuinco y Santa Rosa, se presentan condiciones para un buen desarrollo de Chandler, ya que son zonas donde la acumulación de frío invernal fluctúa entre 750 y 1.000 horas frío. En aquellas temporadas en que la acumulación de frío es baja, se utiliza cianamida hidrogenada para suplir las horas frío y mejorar la brotación primaveral (Lobos, 2012).

La acumulación de frío invernal es un requerimiento de muchas especies frutales, entre ellas el nogal, para asegurar una adecuada brotación. La provincia presenta en promedio alrededor de 1.750 grados días, que se generan con una temperatura máxima promedio de 29°C en el mes de enero y con una mínima de 5,2°C en el mes de junio. Estas condiciones permiten que la variedad Serr esté iniciando su brotación usualmente a mediados de septiembre, mientras que Chandler lo hace la primera semana de octubre. De ahí que la cosecha de Serr se inicia a mediados de marzo, mientras que la de Chandler comienza a mediados de abril. Ambas se realizan en alrededor de 20 a 30 días.

Las heladas tardías de septiembre pueden provocar daños a nivel de yemas hin-

chadas, brotes en crecimiento y en algunos casos incluso en la floración, aunque generalmente este daño es excepcional. Las heladas se generan principalmente cuando la planta se encuentra en receso y por lo tanto no se produce daño. Estas condiciones climáticas favorables que están presentes en el valle del Choapa hacen que sea una zona ideal para el desarrollo del nogal.

Los primeros huertos establecidos con la variedad Serr en Choapa tuvieron bajas producciones, con rendimientos entre 1.000 y 1.500 kg/ha, siendo el potencial productivo esperable en esa época, de 3.500 kg/ha. La baja productividad se debió principalmente a la falta de un adecuado manejo agronómico en labores tales como la poda y la fertilización de los huertos, manejos que con las variedades de semillas no se realizaban, o se efectuaban escasamente. Tras capacitar a los productores en la podas de formación y producción, y adecuar los programas de fertilización, los rendimientos de los huertos aumentaron considerablemente hasta lograr 3.500 kg/ha y una buena calidad de la fruta. Importante han sido también las mejoras en la formación de huertos, conducidos en eje central, mejorando la distribución de las ramas laterales y la luminosidad al interior de la planta, aumentando los centros productivos del nogal.

Tras la introducción de otras prácticas de manejo en la variedad Serr, como el uso de reguladores de crecimiento que permite uniformar la brotación y suplir la falta de horas frío en invierno a través de la aplicación de cianamida hidrogenada (Dormex® o Nexus®), más el uso de ReTain® para evitar el aborto de la flor pistilada (**Figura 1.5**) en huertos sobre seis años, los rendimientos aumentaron considerablemente hasta duplicar aquellos que, en los años 90, se pensó serían el techo productivo de esta variedad en la zona norte. Desde 2007 los huertos de nogales Serr establecidos en Choapa producen hasta 7.000 kg/ha, siendo un record en la zona (Lobos, 2012).



Figura 1.5. Aborto de la flor pistilada en nogal var. Serr. Ocurre en flores de 3-4 mm por exceso de polen, a partir de los 6 a 7 años de edad del huerto.

Las labores de poda, fertilización, manejo fitosanitario, uso de reguladores de crecimiento y manejo eficiente del recurso hídrico, son prácticas agronómicas que permiten adelantar el inicio de la producción de los huertos, tanto para Serr como para Chandler (**Figura 1.6**), y de esta forma hacerlos rentables desde sus inicios, situación que ha incentivado el aumento de la superficie plantada en la región.

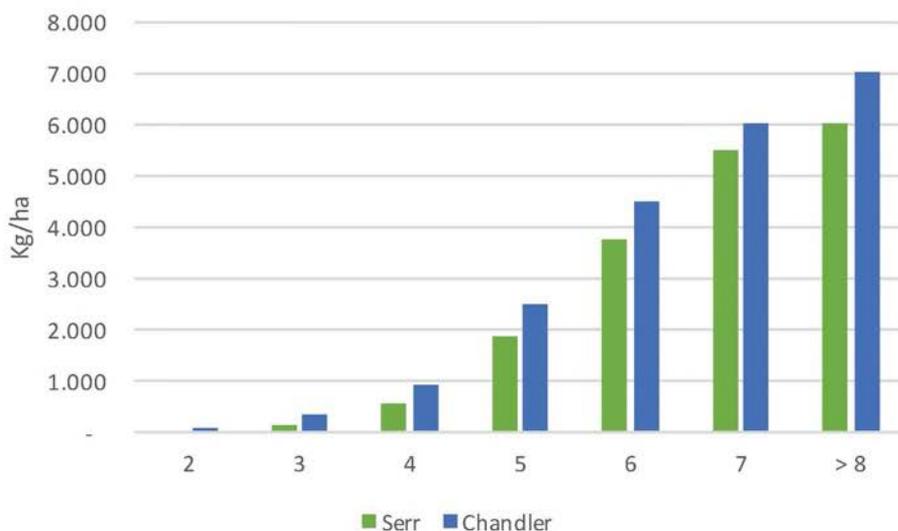


Figura 1.6. Evolución del rendimiento de las variedades Serr y Chandler, según la edad del huerto.

En cuanto a las características de la nuez, la variedad Serr logra obtener buenos calibres y colores en las condiciones edafoclimáticas de la zona, a pesar de las restricciones hídricas, generando porcentajes de hasta 90% entre “extra light” y “light”, y porcentajes de pulpa de hasta 60%, siendo mayor al valor promedio nacional (55%), lo que hace que la nuez de Choapa sea un producto muy apetecido por exportadoras locales y nacionales. También influyen las condiciones climáticas de la región en los periodos de cosecha y post cosecha, lo que permite prescindir del secado a gas, como debe hacerse en las zonas de producción de más al sur del país.

La variedad Chandler tiene una calidad superior en color a la de Serr, con un rendimiento de color extra light cercano a 90% y de light de 10%, sin presentar colores oscuros (“ámbar light” y “ámbar”). Su rendimiento de pulpa es menor que el de Serr, logrando porcentajes de hasta 49%, pero su forma le permite ser una variedad especial para la mecanización del partido (**Figura 1.7**). Una desventaja de esta variedad es que en condiciones de restricción hídrica hay un porcentaje de fruta que puede ser cercano al 10%, que presenta defectos por deshidratación, marcándose además las líneas de venación, lo que genera una pérdida de calidad y valor. En el **Cuadro 1.1** se detallan las características de ambas variedades.



Figura 1.7. Variedades Serr y Chandler.

Cuadro 1.1. Características principales de las variedades Serr y Chandler (Fuente: Valenzuela et al, 1992).

Parámetros	Variedad	
	Serr	Chandler
Peso Nuez (g)	11,2	11,3
% de pulpa	54,7	48,3
Tamaño de la Nuez		
Largo (cm)	3,5	3,6
Ancho (cm)	3,1	3,1
Relación largo/ancho	1,1	1,2
Color de la Pulpa		
Extra claro (%)	26	24
Claro (%)	64	76
Ámbar Claro (%)	8	0
Ámbar (%)	2	0
Corpulencia de la nuez(*)	Media	Media a baja
Requerimientos de frío (h)	400 - 500	800

(*) Corpulencia de la nuez se refiere al llenado de la nuez respecto a la cáscara.

La cosecha de la variedad Serr en Choapa comienza a mediados de marzo en las zonas interiores del valle, hasta fines de abril en las zonas bajas, mientras que la de Chandler se inicia a mediados de abril hasta inicios de mayo. La cosecha principalmente

se realiza en gran medida en forma manual, al igual que el despelado, sistema que involucra entre 50 y 60 jornales por hectárea por un tiempo aproximado de 30 días. Este sistema es el más usado debido a que un gran número de huertos de nogales tienen entre 1 y 3 ha, y con topografías que en muchos casos impiden el uso de maquinaria para este proceso (**Figura 1.8**). En aquellos huertos que mecanizan sus sistemas de cosecha, despelado y secado, los tiempos son menores, pudiendo cosechar en forma diaria una hectárea utilizando entre seis a nueve jornales por hectárea. Este sistema de cosecha permite la obtención de nueces más claras, ya que el menor tiempo que se genera entre la madurez fisiológica (finales de febrero) y el secado final de la nuez (3ª a 4ª semana de marzo), permite fijar de mejor forma los colores claros de la nuez (extra light). Por el contrario, mientras más tiempo se demore la cosecha, mayor es la pérdida de calidad de color por la oxidación de los aceites, disminuyendo el porcentaje de nueces extra light.



Figura 1.8. Huerto de nogal en Choapa, ubicado en ladera con alta presencia de piedras que impide cosecha mecanizada.

En relación al volumen producido a nivel nacional, en la **Figura 1.9** se observa que en 1997 fue de 7.541 t, en aproximadamente 8.000 ha, mientras que en la temporada 2014 la producción fue de 45.500 t, aumentando en aproximadamente 600% en 14 años. La Asociación de Productores de Nogales, organizados a través de CHILENUT, estima que para el año 2017 se producirán en Chile 75.000 t, de los cuales se exportarían 70.000 con un precio estimado por kilo de US\$ 3.2 (precio FOB). Estas cifras permiten establecer que el crecimiento anual de rendimiento en Chile es de 18%, considerando los datos de los últimos cinco años.

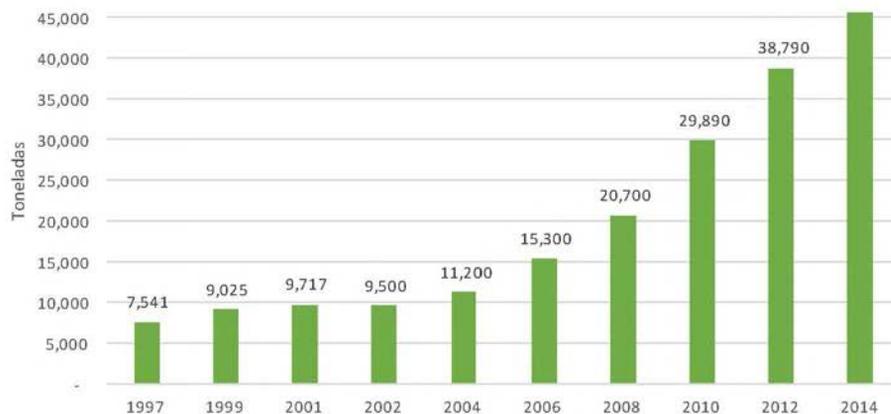


Figura 1.9. Producción de nueces en Chile (kg) temporada 2000 a 2014. (Fuente: elaboración propia, a partir de datos de CHILENUT).

En cuanto a la fruta producida y exportada por la región de Coquimbo, el incremento ha sido sostenido y similar a lo que ha ocurrido a nivel nacional, lo que se tradujo en 950 toneladas de nueces exportadas en la temporada 2014, con un ingreso de MUS\$ 10.070, lo que considera nueces con y sin cáscara (**Cuadro 1.2**).

Cuadro 1.2. Exportaciones totales de nueces de la región de Coquimbo temporadas 2010-2014 (Fuente: ODEPA, 2014).

Año	Volumen (t)	Valor FOB M US\$
2014	950,0	10.070,0
2013	901,1	6.663,3
2012	237,7	1.405,3
2011	484,1	2.730,0
2010	115,4	789,4

Se estima que la productividad total de nueces de la región de Coquimbo fue entre 1.400 y 1.700 t en la temporada 2014, ya que aproximadamente el 20% de la fruta salió por otros puertos de nuestro país, por intermedio de las principales exportadoras nacionales (Huertos del Valle, Anakena, Valvifrut, etc.). La demanda de la fruta de exportación de la región de Coquimbo es alta debido a su excelente calidad, por presentar un alto rendimiento de pulpa y los colores claros de las nueces lo que explica que sea altamente solicitada por las principales exportadoras a nivel nacional.

Del total de nueces producidas en la región de Coquimbo en la temporada 2014, 950 t provinieron de la provincia de Choapa lo que correspondió al 59,3% de la fruta, la provincia de Limarí produjo 533 t con el 33,3% y la provincia del Elqui aportó con 117,5 t que corresponden al 7,3% de la producción.

La fruta que se produce en Choapa sale del país, en un gran porcentaje, a través de dos agrupaciones. La primera es Nueces del Choapa, empresa constituida por 11 socios que con sus huertos suman 148 ha y que junto a la fruta de sus proveedores, exporta aproximadamente 500 t. Una segunda agrupación, AGRONUEZ, es una Cooperativa que reúne a 90 socios con una superficie total de 150 ha, que en 2014 exportó un total de 260 t de nueces, lo que implica que entre las dos agrupaciones se exporta un volumen aproximado a 760 t, cuyos destinos principales fueron Sudamérica, Asia y Europa. Las proyecciones de los huertos establecidos en el Choapa son promisorias debido al aumento del consumo en el mundo, lo que permite augurar la sustentabilidad del negocio de la nuez.

En la temporada 2013 el Consorcio de Viveros de Chile, como representante de la Universidad de California, introdujo a Chile los patrones clonales de nogal VX22 y RX1, lo que constituye un hecho de gran importancia para los productores de Choapa, ya que es el primer patrón clonal que presenta resistencia a *Phytophthora*, único patógeno capaz de producir la muerte de plantas a nivel de huerto y que a la fecha no ha tenido una solución eficaz. Se espera que utilizando estos patrones se pueda establecer nogales en suelos donde hubo infestación por *Phytophthora*, o en suelos donde anteriormente hubo otro cultivo, como palto, que presenta la misma sensibilidad al ataque de este patógeno. Si este patrón funciona bien en Chile, se podría establecer nogales en suelos que presentaban restricciones, aumentando la superficie de nogales y mejorando la condición sanitaria de los huertos en la región.

Además de los patrones clonales, el Consorcio de Viveros introdujo nuevas variedades de nogales que se sumarán a las ya establecidas en el país. Las nuevas variedades corresponden a Gillet, Forde, Sextón, Solano e Ivanhoe. Esta última es de gran interés para nuestra zona, muy similar a Chandler en cuanto a color, además de no presentar aborto de la flor pistilada, con rendimiento de pulpa de 57%, como la variedad Serr, y presenta menor requerimiento de frío invernal que Chandler, por lo cual sería una variedad con altas aptitudes para ser establecidas en Choapa. Tanto los patrones clonales como las nuevas variedades estarán disponibles aproximadamente en la temporada 2017, ya que en estos momentos están en viveros, en la etapa de propagación clonal, etapa que es la más difícil dentro de todo el proceso para obtener plantas terminadas.

Una de las amenazas que afecta a la nuez en Choapa, así como a otras especies frutales, es la situación de restricción hídrica que aqueja frecuentemente a la región, ya que las precipitaciones han ido declinando en el tiempo siendo los registros promedio cada vez más bajos, generando que los embalses presentes en la región hayan perdido en las últimas temporadas la capacidad de acumular agua. Esta situación ha impedido entregar los recursos hídricos que el cultivo requiere, aplicando solo el 40 a 60% de su demanda, generando en algunos sectores calibres y rendimientos bajos.

Para mitigar los problemas generados por la restricción hídrica, INIA Intihuasi está efectuando estudios que permitirán determinar las tasas de riego mínimas adecuadas que pueden ser aplicadas al nogal en las diferentes condiciones edafoclimáticas de la región, sin afectar la productividad y calidad de la nuez, para así darle sustentabilidad al cultivo en estos nuevos escenarios de cambio climático.

CAPÍTULO 2

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Claudio Salas F. · Carlos Quiroz E.

Desde el comienzo de la agricultura, los seres humanos han debido luchar contra ácaros o insectos capaces de producir serios daños en sus cultivos convirtiéndose en plagas, ya sea al alimentarse de ellos o al transmitirles enfermedades que se traducen en disminuciones de rendimiento o pérdida de calidad de los productos agrícolas. Ante esta amenaza los agricultores han debido hacer frente a estos organismos estableciendo estrategias de manejo, las cuales ciertamente han variado con el curso de la historia a la par con los avances tecnológicos.

Hasta principios del siglo XX, el control de insectos plaga en el mundo agrícola se efectuaba con herramientas tales como enemigos naturales, resistencia genética natural de las plantas a las plagas, asociación de dos o más cultivos y otras medidas culturales que produjeran condiciones desfavorables para el desarrollo de una plaga. Sin embargo, a pesar de este conjunto de acciones, los cultivos debían soportar un alto nivel de pérdidas por insectos y ácaros y más grave aún, la población aumentaba más rápido que el suministro de alimentos.

Tras la Segunda Guerra Mundial se generalizó el uso de los insecticidas organosintéticos (1945-1950), bajo la premisa de que resolverían para siempre los problemas ocasionados por las plagas. Si bien es cierto que en lo inmediato los plaguicidas resultaron eficaces en el control de muchas plagas, su uso constante, excesivo e indiscriminado produjo en el mediano plazo efectos adversos, ya que ocurrió un aumento en la intensidad de ataque de muchas especies de artrópodos, aparición de nuevas plagas, eliminación de enemigos naturales de los insectos o ácaros fitófagos y una consecuente pérdida del equilibrio ecológico, el cual en muchos casos no pudo restablecerse ocasionando que a partir de mediados del siglo XX fuera cada vez más difícil controlar eficientemente las plagas, cuya contención se hizo dependiente del uso de plaguicidas organosintéticos.

El uso masivo de plaguicidas basó su éxito en varias de las características de estos productos, entre las que se cuentan que son fáciles de usar, controlan rápido, no requieren comprensión de la ecología de plagas, la mayoría posee un amplio espectro,

son de bajo costo, pueden almacenarse por períodos prolongados, el riesgo de que se advierta error al aplicar cuando no es necesario es ínfimo, es menos trabajo ya que no se considera la presión de la o las plagas, y el control es efectivo si se usa eficientemente los plaguicidas adecuados. Sin embargo, los tratamientos basados sólo en la aplicación de insecticidas, causan una “anarquía biológica”, puesto que las plagas se recobran más rápido que sus enemigos naturales. Asimismo, muchos de estos programas de manejo con insecticidas, al hacer un uso excesivo de estas sustancias, consiguen el efecto contrario al deseado, favoreciendo a aquellos insectos o ácaros que generan resistencia o ya son resistentes. Esto ha sido documentado en más de 500 especies, algunas de las cuales son resistentes a prácticamente todos los insecticidas conocidos. Otras consecuencias del uso indiscriminado de plaguicidas están relacionadas con los riesgos de contaminación con altos niveles de residuos químicos tanto en los alimentos como en el medio ambiente.

Debido a lo anterior, y como resultado de la presión ejercida por movimientos ambientalistas y consumidores ante los gobiernos, nace conciencia de la necesidad de reducir la dependencia de los plaguicidas sintéticos para el manejo de plagas y enfermedades. A fines de los años 60 e inicios de los 70 nace el concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP), aunque, como ya se ha mencionado, muchas de las prácticas consideradas bajo este concepto se han practicado desde los inicios de la agricultura.

Origen y concepto

El uso de estrategias armoniosas y científicamente probadas de control de plagas se remonta a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX, época en la que debido a la ausencia de plaguicidas efectivos, el manejo de plagas se basaba en la aplicación de manejos culturales y el conocimiento de la biología de las plagas y de sus enemigos naturales, como alternativas al uso de productos químicos. Si bien es cierto que en muchas circunstancias la presión de las plagas sobrepasaba las medidas de control, ocasionando pérdidas significativas en rendimiento y calidad de los productos agrícolas, el uso de estas herramientas culturales y biológicas son consideradas hoy en día precursoras del MIP.

Fue la aparición de resistencia de plagas a los insecticidas, el surgimiento de nuevas plagas, la destrucción de enemigos naturales, la contaminación de alimentos y del ambiente, los riesgos de envenenamiento de seres humanos y otras especies, etc., lo que llevó a relevar el uso de tácticas integradas para mantener a estos organismos potencialmente dañinos en niveles de población por debajo de la producción de un deterioro de importancia económica.

Son diversas las definiciones de MIP, pero la más ampliamente aceptada es la de FAO, que señala que “el Manejo Integrado de Plagas es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para el control de plagas y la subsecuente integración de medidas que desincentiven el desarrollo de sus poblaciones y mantengan los plaguicidas y otras intervenciones en niveles económicamente justificados reduciendo o minimizando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente”. El MIP preconiza la obtención de un cultivo sano con la menor disrupción del agroecosistema, favoreciendo los mecanismos de controles naturales. Otra definición moderna señala que el MIP es el uso coordinado de la información de la plaga, el ambiente y de los métodos de control disponibles, a fin de prevenir niveles de daño inaceptables mediante la aplicación de las medidas más seguras y económicas (Bajwa y Kogan, 2002).

Con la aparición e implementación de este nuevo concepto de manejo de plagas, se superó la filosofía de erradicar o exterminar los insectos del cultivo aplicando insecticidas al aparecer los primeros ejemplares de insectos. El MIP privilegia su manejo en función del potencial de daño económico. Por lo tanto es importante seleccionar las herramientas de manejo (**Figura 2.1**) considerando aspectos tales como los siguientes:

- Efectividad contra la plaga.
- Compatibilidad con otros métodos de control. (Por ejemplo, el control biológico puede mejorar con un aumento en la diversidad de plantas, pero en muchas situaciones no es compatible con el uso de insecticidas).
- Impacto ambiental. El uso de parasitoides y depredadores, feromonas, repelentes, variedades resistentes a la plaga, tiene un efecto nulo o muy bajo sobre el medio ambiente.
- Efectos duraderos en el medio y que contribuyan a modificarlo, para que sea más favorable a la planta y menos apropiado para las plagas.
- Economía, desde el punto de vista costo/beneficio.
- Factibilidad técnica de su empleo.
- Aceptación por los productores y en general por la sociedad.



Fuente: Rosas *et al.*, 2001.

Figura 2.1. Requisitos de las estrategias de control según los fundamentos MIP.



Figura 2.2. Componentes del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Etapas del manejo integrado de plagas

En la **Figura 2.2** se señalan cinco etapas fundamentales para la implementación del MIP, las que son detalladas a continuación:

1. Reconocimiento de las plagas y sus enemigos naturales. El reconocimiento de las plagas y sus daños, corresponde a una de las acciones más importantes en la implementación de un programa de manejo integrado, pues existen numerosas especies de artrópodos asociadas a la producción agrícola. Algunas de ellas tienen gran relevancia económica, sin embargo, la gran mayoría de las especies de artrópodos no influyen en la producción, por lo tanto no justifican intervención. Por ejemplo, en nogales pueden encontrarse varias especies de arañas pero solo dos causan daños económicos: la araña roja europea y la araña bimaclada **Figuras 2.3 y 2.4**.



Figura 2.3. Araña roja europea, *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae)



Figura 2.4. Araña bimaclada, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae)

Existen además muchas especies que son benéficas pues se alimentan de otros artrópodos por lo que se incluyen dentro de los programas de manejo integrado como agentes de control biológico. Es el caso de los fitoseidos, que corresponden a arañas depredadoras de los ácaros que son plagas y por lo tanto juegan un rol muy importante en su control **Figura 2.5.**



Figura 2.5. Ácaro fitoseido (Acarina: Phytoseiidae) de color marrón cremoso brillante, alimentándose de araña roja.

2. Monitoreo. El monitoreo es una actividad clave en el manejo integrado de plagas, destinado, por una parte a determinar la abundancia, distribución y el daño de las plagas, y por otra a considerar la abundancia y efecto de los enemigos naturales presentes (**Figura 2.6**). Por lo tanto, indica la necesidad de aplicar o no una medida de control, la cual es evaluada en cuanto a su efectividad para reducir las poblaciones y efecto sobre la fauna benéfica. Ejemplos de lo anterior es la revisión invernal de ramillas de los nogales para determinar la presencia de escamas o huevos de arañitas; o el recuento de pulgones que se efectúa en verano en las hojas del nogal, para determinar si los pulgones están parasitados, o bien, si existe la necesidad de controlarlos.

El monitoreo no necesariamente está relacionado con la observación o recuento directo en las plantas, sino que también puede ser indirecto en base al uso de trampas, como es el caso del monitoreo de la polilla de la manzana.

Pero tan importante como los recuentos es el registro de los datos monitoreados. Éste debe ser efectuado en forma sistemática y periódica, lo que permitirá tomar la decisión de control de una plaga. Por ejemplo, en el caso de las trampas para monitorear polilla de la manzana en nogales, los recuentos deben hacerse cada dos días y este registro permitirá conocer las curvas de vuelo de este insecto. Otro ejemplo es el caso del pulgón del nogal, el que durante el verano debe monitorearse semanalmente. El recuento y registro de los datos nos permitirá saber si la población de la plaga está aumentando, disminuyendo o se mantiene, si se requiere de un tratamiento, desde donde están migrando los insectos invasores, si fue efectivo el tratamiento de la semana anterior, etc. Un ejemplo de planilla de registro se observa en la **Figura 2.7**.



Figura 2.6. Recuento de ácaros, pulgones u otros artrópodos pequeños mediante uso de lupa de bolsillo, una de las técnicas de monitoreo disponibles

Registro de capturas polilla del nogal en trampas de feromonas

Nombre del predio

Cuartel

Superficie

Variedades

Información de las trampas de feromonas

Trampa	Ubicación	Fecha de colocación	Cambio del piso	Cambio de la capsula	Retiro
T1					
T2					
T3					
T4					

Fecha	Nombre del monitor	Capturas por trampa (polillas / trampas)				Capturas promedio por trampa y por día	
		T1	T2	T3	T4	Potillas / Trampa ⁽¹⁾	Pol/tram /día ⁽²⁾

(1) Sumar las polillas capturadas en todas las trampas y dividir por el número de trampas.

(2) Dividir el número de la columna de la izquierda por el número de días transcurridos entre las lecturas.

NOTA: para graficar el vuelo de los machos usa la primera (fecha) y última (Pol/tram/día) columnas de la tabla.

Figura 2.7. Planilla de monitoreo de polilla de la manzana en nogales.

- Umbral y Nivel de daño económico. El concepto de umbral de daño económico (UDE) se refiere a la máxima población de una plaga que puede tolerarse en el cultivo sin que se produzca un daño de importancia económica en el cultivo. Por ejemplo, en el caso del pulgón del nogal, y como se señala en el capítulo correspondiente, debe recurrirse al control químico si hay una población igual a 15 pulgones en cada folíolo. El nivel de daño económico se refiere a la densidad poblacional de la plaga que comienza a causar daño de importancia económica. En el caso del pulgón del nogal, poblaciones superiores a 15 insectos por folíolo pueden ocasionar pérdidas económicas por incidir el ataque en la calidad de la fruta (**Figura 2.8**).



Figura 2.8. Nivel poblacional de una plaga ocasional. Las flechas indican aplicaciones de insecticidas.

Matemáticamente el cálculo del UDE tiene como variables el costo del manejo, el valor de la producción, el daño producido por la plaga y la reducción de la producción causada por ese daño. Como los valores de estos parámetros son fluctuantes, en la práctica son establecidos con un margen de seguridad que garantice que las medidas se tomarán antes que se produzca un daño.

- Toma de decisiones. Es un proceso que consiste en seleccionar una o más soluciones idóneas para una determinada situación, para lo cual es necesario incorporar la identificación y análisis del problema y su entorno (monitoreo), la evolución de la plaga, la evaluación de las alternativas de control disponibles y finalmente, la selección y aplicación de una o más de ellas.

5. Acciones de control. En términos generales el MIP utiliza de forma complementaria diversas técnicas para el control de plagas como el control: cultural, físico, mecánico o manual, biológico, etológico, genético, químico y el uso de extractos vegetales, entre otras.

A continuación se entrega una breve reseña de éstos.

Control Cultural. Es uno de los métodos más económicos. Propone realizar las labores propias del manejo agrícola de manera efectiva y oportuna, orientándolas a romper la relación que existe entre el cultivo o planta hospedera y plaga, evitando con ello que esta última tenga un ambiente propicio para sobrevivir, desarrollarse y reproducirse. Por ejemplo, la eliminación de ramillas de poda desde el huerto disminuirá la posibilidad de ataque de escamas (**Figura 2.9**); lo mismo ocurre con la eliminación de nueces que quedan en el huerto después de la cosecha, que son potenciales fuentes de infestación de polillas.

Otras labores consideradas dentro de este control son la sanidad inicial de las plantas, el riego y la fertilización adecuada, que permitan un vigor apropiado de las plantas para incentivar sus mecanismos naturales de defensa frente al ataque de plagas.



Figura 2.9. Control cultural a través del retiro de ramillas infestadas.



Figura 2.10. Trips depredador *Scolothrips* sp. (Thysanoptera: Thripidae), alimentándose de araña roja europea, *Panonychus ulmi* (Koch).

Control Biológico. Todos los seres vivos presentan “enemigos naturales”, es decir, otros seres que viven a sus expensas y que por ende les causan daño. En el caso de las plagas, éstas son atacadas por otros insectos, ácaros, o patógenos que les producen muerte o enfermedades, con lo cual se transforman en un beneficio para el productor ya que de esta forma reducen las poblaciones de la plaga. Los insectos benéficos pueden ser depredadores (se alimentan de los insectos plaga, como las chinillas que comen pulgones, o trips que comen arañas) (**Figura 2.10**) o parasitoides (se desarrollan en los insectos plaga hasta producirles la muerte, como las avispias que parasitan pulgones).

El uso de insecticidas de amplio espectro es el factor más determinante en la reducción de la efectividad de los enemigos naturales, por lo que su uso cauteloso es necesario para la conservación y protección de estos organismos. Por otro lado, algunas malezas o plantas silvestres ofrecen refugio, presas u hospederos alternantes a los insectos benéficos y son fuente de alimentación (néctar y polen), de mucha importancia en el desarrollo de los enemigos naturales.

Control Etológico. Se refiere al control de plagas aprovechando los estímulos que se relacionan al comportamiento y que sirven como atrayentes/repelentes de los insectos. Este método considera los hábitos alimenticios de la plaga, la atracción por determinados colores o feromonas, etc. Un ejemplo en nogales son las trampas pegajosas que

utilizan feromonas para atraer a las polillas y que se usan para estimar la presión de la plaga (**Figura 2.11**). La misma feromona, pero puesta en otros dispositivos y en mayor cantidad, también puede ser usada como herramienta de control, por ejemplo cuando se usan como confusores sexuales.



Figura 2.11. Trampa de feromona sexual de polilla del algarrobo, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller).

Control Químico. Dados los antecedentes del Capítulo 4 en este Boletín, esta alternativa de control se recomienda sólo en casos en que la plaga haya superado el umbral de daño económico y cuando ninguna otra alternativa sea eficiente. Cabe señalar que los insecticidas y acaricidas han evolucionado notablemente en los últimos años, siendo cada vez más específicos, es decir, más selectivos para el insecto plaga. Hay una creciente generación de insecticidas y acaricidas de origen biológico en la actualidad. Estos productos, llamados bioinsecticidas se obtienen de extractos, infusiones vegetales, polvos de plantas o también pueden ser originados por microorganismos.

Cabe mencionar que los plaguicidas no son sustancias inofensivas, por lo que es imprescindible que sean usados cuidadosamente, considerando su impacto en el ambiente, en las personas que participan en el manejo del huerto y en los consumidores.

CAPÍTULO 3

PLAGUICIDAS EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL NOGAL

Carlos Quiroz E. · Patricia Larraín S.

Cada programa de manejo de plagas que deba incluir el uso de plaguicidas es único, ya que depende de la planta hospedera, de las plagas asociadas a este hospedero en un determinado tiempo y espacio, y de los productos disponibles con registro de uso para el cultivo a intervenir. La correcta selección del o los plaguicidas a utilizar es importante porque éstos deben ser efectivos sobre la plaga a controlar, causar la menor disrupción ambiental posible y ser adecuadamente usados a fin de evitar la aparición de resistencia.

Tal como ya se ha discutido en otros capítulos de este Boletín, el uso de plaguicidas siempre conlleva riesgos, tanto para la salud humana como para el equilibrio ecológico en el cultivo y su ambiente. Siempre se debe tener presente que los plaguicidas son venenos, y por lo tanto, deben ser usados cuidadosamente y cuando las poblaciones de insectos o de ácaros están cercanas a causar un daño que va a generar pérdidas de rendimiento o de calidad de nuestra producción y que otras formas de control ya no podrán impedirlo.

La lucha del ser humano para evitar que insectos, ácaros u otras plagas competidoras destruyan sus alimentos, probablemente existe desde que apareció la agricultura. Los primeros compuestos de los que se tiene registro para el control de plagas datan de hace más de 2000 años y se agrupan en dos grandes categorías: insecticidas inorgánicos, algunos de ellos altamente tóxicos (compuestos arsenicales, aceites de petróleo, azufre, gas de cianuro, criolita, entre otros); e insecticidas botánicos (nicotina, piretrinas, rotenona). El polisulfuro de calcio, uno de los primeros plaguicidas sintéticos, se usó en Francia ya en la primera mitad del siglo XIX y en California a partir de 1886 para el control de enfermedades como el oídio y plagas como la escama de San José y la escama morada, pero no fue hasta 1904 que comenzó a ser producido en forma industrial. Los insecticidas inorgánicos son principalmente venenos estomacales y como tales eran efectivos principalmente para el control de plagas masticadoras. En el caso de plagas del nogal, el arseniato de plomo fue ampliamente utilizado para el control de la polilla de la manzana,

pero su alta persistencia en el suelo provocó el cambio hacia compuestos orgánicos más modernos, hacia la década de 1940.

Una gran expansión en el descubrimiento de insecticidas ocurrió durante y después de la Segunda Guerra Mundial. Dentro de los principales grupos químicos de insecticidas desde 1940 a 1950 están los organoclorados, organofosforados y carbamatos. Estos grupos representan un antes y un después en el uso de plaguicidas en agricultura, con sus ventajas y desventajas. Cuando han sido usados adecuadamente han representado un alto beneficio para la calidad y la sanidad de la producción.

Hacia fines de la década de 1960 aparecen los piretroides sintéticos, inspirados en las piretrinas naturales, pero con una actividad y selectividad mayor. Al final del siglo XX se produjo una evolución hacia nuevos grupos químicos de plaguicidas de una mayor especificidad, menor toxicidad y mayor potencia (eficientes en bajas dosis), lo que ha permitido su utilización en programas de manejo integrado de plagas, con un menor impacto sobre los enemigos naturales y el ambiente. Entre éstos están los neonicotinoides, las diamidas antranílicas, diacylhidracinas, spinosinas, etc.

En los **Cuadros 3.1 y 3.2** se muestran los insecticidas y acaricidas que están registrados en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para ser usados en el control de plagas del nogal. El registro SAG es una exigencia legal que deben cumplir todos los plaguicidas que se usan en el país y es muy importante tener presente que el insecticida o acaricida debe estar expresamente autorizado para controlar una plaga determinada en un cultivo específico como el nogal, el cual debe estar indicado en la etiqueta. Si la plaga a controlar no aparece en la etiqueta, el producto no puede ser legalmente usado en nogal para dicha plaga, aunque esté autorizado su uso en otras plagas de este frutal. Tampoco podrá usarse el producto en nogales si no tiene registro en este cultivo, aunque el insecticida esté registrado para una misma plaga pero en otro cultivo. Debe considerarse que el registro SAG es dinámico, es decir, los productos pueden entrar o salir de la lista de autorizados dentro de un mismo año, por lo cual es recomendable descargar la última versión desde la página Web del SAG (este documento se actualiza cada 15 a 30 días).

En nueces que se exportan debe considerarse que el plaguicida esté autorizado en el país de destino. Un plaguicida puede estar autorizado en Chile para ser usado en nogales contra determinada plaga, pero no necesariamente significa que esté autorizado en el país que importa las nueces.

También es importante señalar que muchos de los insecticidas que aparecen en el **Cuadro 3.1** están siendo cada vez menos usados en nogales, a pesar de mantener su

registro. Es el caso de los carbamatos y varios de los fosforados, ya que estos productos tienen una menor selectividad y por lo tanto matan a muchas especies de insectos benéficos o ajenos a la plaga que se quiere controlar. Además, pueden producir intoxicaciones por una mayor toxicidad y pueden originar resistencia en los organismos plaga al ser usados sin una adecuada rotación.

Cuadro 3.1. Principales insecticidas registrados para el control de plagas del nogal en Chile^(*).

GRUPO QUÍMICO	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRES COMERCIALES
Fosforados	Azinfos-Metilo Clorpirifos Diazinon Metidation Fosmet Profenofos	Cotnion, Gusathion Lorsban, Clorpirifos, Troya Diazinon Supracid Imidan Selecron
Carbamatos	Carbaryl	Sevin, Carbaryl
Piretroides	Lambda-Cihalotrina Permetrina Gamma-Cihalotrina Esfenvalerato	Karate, Zero, Lambda-Cihalotrina Point Permetrina Bull Halmark
Neonicotinoides	Acetamiprid Thiacloprid	Hurricane Calypso
Diamidas Antranílicas	Clorantraniliprol Clorantraniliprol + Lambda-Cihalotrina Clorantraniliprol + Tiametoxam	Coragen Ampligo Voliam Flexi
Oxidiazinas	Indoxacarb	Avaunt
Diacilhidrazinas	Metoxifenocida Tebufenocida	Intrepid Mimic
Benzoilureas	Novaluron	Rimon
Sulfoximinas	Sulfoxaflor	Closer
Aceites	Aceites parafínicos	Elf Pure Spray Pure Spray
Productos de origen natural	<i>Bacillus thuringiensis</i> Espinosad Espineteram Virus granulosis Extracto de quillay	Dipel Entrust Delegate Carpovirusine QL Agri
Feromona	Feromona polilla de la manzana	Isomate Checkmate Pherocon

^(*)Considerar que la etiqueta debe indicar la plaga que específicamente se quiere controlar.

Cuadro 3.2. Principales acaricidas registrados para control de ácaros del nogal en Chile.

GRUPO QUÍMICO	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRES COMERCIALES
Aceites parafínicos y minerales	Aceites	Elf Pure Spray, Ultraspray
Ketoenoles	Spirodiclofen	Envidor
Acylurea	Flufenoxuron	Cascade
Derivado de estaño	Cyhexatin	Triplex
Fenoxipirazoles	Fenpiroximato	Acaban
Isoflavonoide	Rotenona	Rotenona
Naftoquinonas	Acequinocilo	Kanemite
Natural (Streptomyces)	Abamectina	Vertimec
Organosulfurosos	Propargite	Omite
Piridazinonas	Pyridaben	Sanmite
Tetrazina	Clofentezine	Acaristop

El modo de acción de los plaguicidas se refiere al mecanismo específico por el cual cada producto logra el efecto sobre la plaga. Es importante conocerlo porque es una guía que permite seleccionar los productos que se van a usar en la temporada en caso que se requiera repetir una aplicación, para evitar o retardar la aparición de resistencia que conceptualmente se define como “un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga, que se refleja en repetidos fallos de un producto para alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga” (IRAC, 2015).

La resistencia se produce por el uso reiterado de un insecticida o un acaricida, ya que provoca una selección de individuos resistentes a su ingrediente activo entre la población de insectos o ácaros plaga, los que al multiplicarse en cada generación predominan en estas poblaciones hasta que la mayoría de los individuos en estas poblaciones son resistentes. En algunos casos, esta resistencia no solo surge contra el compuesto que se usa repetidamente, sino que también se presenta en otros insecticidas o acaricidas

químicamente relacionados, y con el mismo modo de acción, con lo cual el conjunto de estos productos pierden eficacia. Esto se conoce como “resistencia cruzada”. Lo anterior acentúa la importancia de manejar la resistencia para prevenir o retrasar su aparición, lo que se logra rotando productos químicos que tengan un modo de acción diferente.

Existe una clasificación internacional del modo de acción de los productos, que conviene tener en consideración para diseñar la rotación.

La mayoría de los productos actúan sobre el sistema nervioso, pero en diferentes puntos de acción. Entre éstos están carbamatos, organofosforados, piretroides, neonicotinoides, espinosinas, avermectinas, indoxacarb, diamidas, etc. Pero pueden ser inhibidores o activadores de la acción de enzimas u otras sustancias, o modular canales iónicos, ser agonistas o moduladores de receptores, etc.

Otros grupos químicos importantes actúan como reguladores de crecimiento (Fenoxicarb, Ciromazina, Benzoilureas, Buprofezin, Diacilhidracinas, derivados de los ácidos tetrónicos y tetrámicos), mediante mecanismos tales como mimetización de hormonas de crecimiento y metamorfosis, inhibiendo síntesis de sustancias relacionadas con el crecimiento, etc.

Un cuarto modo de acción tiene que ver con el metabolismo de la energía, que es la forma cómo actúan grupos químicos tales como los acaricidas orgánicos de estaño, fosfinas, etc., que pueden inhibir el transporte de electrones u otros procesos a nivel mitocondrial. La **Figura 3.1** grafica algunos de estos modos de acción.

Modos y sitios de acción de los principales grupos de insecticidas

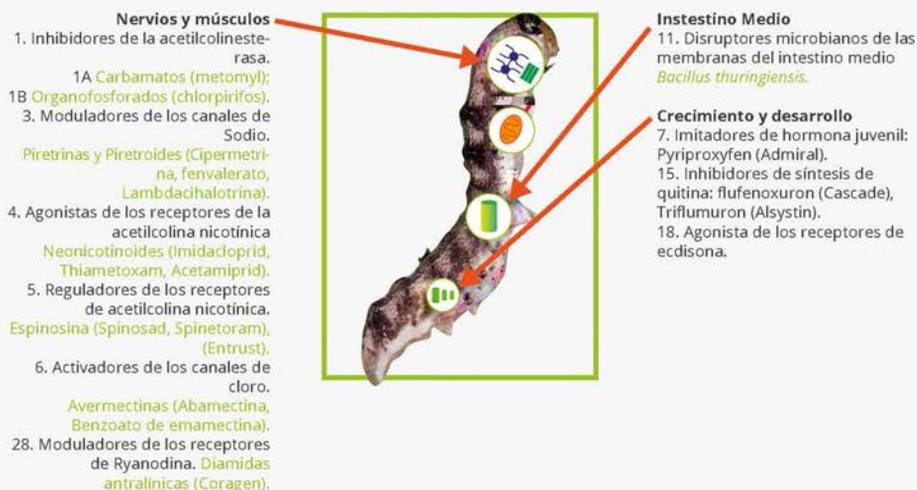


Figura 3.1. Modos y sitios de acción de los principales grupos de insecticidas (IRAC Mode of Action Classification Scheme, 2015).

Algunas medidas prácticas que consideran el uso eficiente de plaguicidas en nogales, a la vez que minimizan la posibilidad de aparición de resistencia, en base al modo de acción de estos productos, son las siguientes:

- Tener presente las recomendaciones de los equipos técnicos de las asociaciones de productores, como es el caso de la Cooperativa AGRONUEZ o la Asociación Nueces del Choapa. En un trabajo conjunto con INIA, las recomendaciones de los equipos técnicos de estas organizaciones de productores están basadas en los principios de manejo integrado de plagas y manejo de la resistencia.
- Considerar las opciones disponibles para minimizar el uso de insecticidas, tales como control biológico y cultural. Por ejemplo, en los programas de control químico de la polilla de la manzana, tener presente la acción de la avispa que parasita al pulgón y mantiene sus poblaciones por debajo del daño económico. Medidas culturales como la eliminación de rastrojos, restos de hojas, frutos y poda eliminarán fuentes

de infestación con lo cual se evitará el uso de insecticidas para controlar las plagas que se pueden refugiar en estas estructuras.

- Seleccionar aquellos productos que tengan una mayor selectividad y por lo tanto produzcan una menor alteración en insectos que no sean la plaga a controlar.
- Usar los productos en las dosis recomendadas en la etiqueta. Dosis inferiores pueden generar resistencia al sobrevivir algunos individuos a dosis subletales, mientras que dosis superiores implican una alta presión de selección, con lo cual también puede aparecer resistencia.
- Usar siempre equipos bien calibrados, con buen mantenimiento y aplicar volúmenes con la dosificación exacta.
- Controlar en el momento oportuno y el estado de desarrollo adecuado. Por ejemplo, las larvas de la polilla de la manzana deben controlarse antes de que ingresen a los frutos. Aplicaciones posteriores no tendrán efecto y solo significarán un costo económico y ambiental.
- Utilizar los umbrales económicos adecuados. Por ejemplo, no se justifica controlar el pulgón del nogal si hay menos de 15 individuos por folíolo.
- Saber qué está pasando en el huerto en relación a la aparición y dinámica de potenciales insectos plagas y sus enemigos naturales, para lo cual es muy importante identificar las especies, el daño de las plagas, además de monitorear sistemáticamente, registrar lo que se encuentra en el huerto y en función de la situación del huerto tomar decisiones de control.
- Algunas etiquetas incluyen recomendaciones para decidir sobre la rotación de productos considerando un modo de acción diferente. En tal caso, seguirlas.
- Si la aplicación falla, cambiar por un producto con distinto modo de acción.
- Evitar mezclar productos en una aplicación o usar un producto que es una mezcla de diferentes ingredientes activos que pueda inducir un espectro más amplio de resistencia, por lo cual deben ser usados cuidadosamente.

Caracterización del uso de plaguicidas en los huertos de nogal del Valle del Choapa.

Se aplicó una encuesta fitosanitaria a productores nogaleros de Choapa, a fin de caracterizar los programas de control de plagas en las temporadas 2012-2013 y 2013-2014 donde se preguntó:

1. ¿Cuáles son los principales insecticidas utilizados?
2. ¿Cuáles son las épocas de aplicación de insecticidas?
3. ¿Cuál es el número de aplicaciones en la temporada?

De las respuestas se desprende que los productores aplicaban en forma rutinaria programas en base a calendario para el control de escamas, ácaros, polillas y durante las últimas temporadas para el pulgón del nogal. Los productos utilizados para cada una de estas plagas se presentan en los **Cuadros 3.3** al **3.6**.

Cuadro 3.3. Principales insecticidas utilizados para el control de escamas en nogales. Valle del Choapa, temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO
Troya	Clorpirifos
Lorsban	Clorpirifos
Zero	Lambda-cihalothrina
Aceite miscible	Aceite mineral
Coragen	Clorantraniliprol

Cabe destacar que entre las escamas, solamente la escama morada *Lepidosaphes ulmi*, tiene una importancia relativa en Choapa, ya que se pueden presentar focos en algunos huertos (**Figura 3.2**). Cuando está presente, tiene un comportamiento marcadamente agregado (muy localizada) y solo se justifica aplicar el insecticida en los focos de infestación durante la aparición de ninfas. Con este tipo de aplicaciones localizadas y sincronizadas puede lograrse una disminución significativa de la escama, sin que sea necesario aplicar en el resto del huerto ni repetir el control químico en cada temporada.



Figura 3.2. Ramilla de nogal con alta infestación de escama morada.

En relación al control de ácaros, la arañita roja europea, *Panonychus ulmi*, inverna como huevo en yemas y ramillas de los árboles. Solamente si hay una alta densidad de huevos a salidas de invierno se justifica aplicar acaricidas (**Figura 3.3**). Los productos más usados en el Valle de Choapa aparecen en el **Cuadro 3.4**, aunque debe mencionarse que un alto porcentaje de productores no hace control invernal, mientras que un porcentaje inferior al 10% de ellos hace más de una aplicación en esa época del año. Hacia fines de verano, la aparición de arañita roja europea y/o arañita bimaclada en altas poblaciones, puede producir bronceamiento foliar en los árboles y hacer necesario el control, lo que puede prolongarse hasta el otoño, cuando la temperatura alta se mantiene hasta muy avanzado el día en temporadas más cálidas.



Figura 3.3. Ramilla de nogal fuertemente infestada por huevos de arañita roja europea a salida de invierno.

Cuadro 3.4. Principales acaricidas utilizados para el control de arañas en nogales de Choapa, en temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO
Aceite miscible	Aceite mineral
Winspray	Aceite mineral
Elf	Aceite mineral
Fast plus	Abamectina
Vertimec	Abamectina
Abamectina	Abamectina
Intrepid + aceite miscible	Metoxifenocide + aceite mineral

La plaga clave del nogal es la polilla de la manzana, *Cydia pomonella*, y como tal es la especie que acapara el mayor número de aplicaciones de insecticidas. Esto conlleva el riesgo de eliminar enemigos naturales y favorecer la aparición de otras plagas potenciales. Por ello se requiere de un cuidadoso manejo de los productos. El monitoreo con trampas de feromona, el registro de la temperatura acumulada requerida para el desarrollo de los diversos estados de desarrollo de la plaga y el monitoreo directo de

daño en frutos, tal como se detalla en el capítulo correspondiente de este boletín, son los aspectos trascendentales de un buen manejo. También es clave el uso de insecticidas selectivos aplicados en el momento oportuno de acuerdo a monitoreo y condiciones ambientales, considerando una adecuada rotación de productos. Productores del valle han reportado hasta cinco aplicaciones de control de polilla en la temporada, cuestión que en ningún caso se justifica, dados los bajos niveles de daño y de captura en huertos en que se monitorea con trampas. Afortunadamente en la zona de Choapa, en general hay un buen manejo de los plaguicidas en este sentido y más del 60% de los productores hace dos o menos aplicaciones, con un uso creciente de productos selectivos (**Cuadro 3.5**).

Cuadro 3.5. Principales insecticidas utilizados para el control de la polilla de la manzana en nogales de Choapa, en temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO
Coragen	Clorantraniliprol
Intrepid	Diacilhidracina
Calypso	Thiacloprid
Troya	Clorpirifos
Delegate	Espinosinas

La aparición del pulgón del nogal en la cuenca del Choapa, especie que por ser exótica estaba libre de enemigos naturales, alcanzó altas poblaciones en algunos sectores y obligó a los productores a usar insecticidas sin registro para esta plaga (**Cuadro 3.6**), muchos de los cuales además tienen una baja selectividad. Sin embargo, el exitoso programa de introducción y establecimiento de *Trioxys pallidus*, avispa parasitoide específica para este pulgón, ha llevado a que los niveles poblacionales del insecto plaga, estén por debajo del umbral de daño económico en toda la cuenca, sin necesidad de recurrir al uso de insecticidas.

Cuadro 3.6. Principales insecticidas utilizados para el control de pulgón del nogal en Choapa, en temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO
Zero	Lambda-cihalothrina
Calypso	Thiacloprid
Lorsban	Clorpirifos
Troya	Clorpirifos

Como conclusiones generales del uso de plaguicidas en el Valle del Choapa, debe mencionarse que la encuesta aplicada detectó varias falencias que se indican a continuación:

1.- Uso de productos inadecuados técnicamente. Es el caso de aplicación de piretroides para el control de escamas y de aceites para el control de pulgones.

2.- Excesivo número de aplicaciones en la temporada, producto de la poca utilización de trampas de monitoreo para decidir el momento oportuno de control y cuántas veces controlar.

3.- Escasa rotación de modos de acción de insecticidas para el control de polillas.

Un aspecto generalizado que debe mejorarse como elemento básico de un programa de manejo integrado de plagas, es contar con un cuaderno de campo con un adecuado registro de datos de monitoreo y manejo. Su implementación tiene un bajo costo, son relativamente simples de llenar y la información que registran es de gran utilidad, sin embargo, son muy pocos los agricultores que mantienen un cuaderno de campo con información tan básica, como cuántas aplicaciones y con qué productos fueron realizadas en la temporada.

El control químico es una herramienta fundamental para enfrentar las plagas que afectan a nuestros cultivos, pero debe ser usada en un contexto de producción integrada, ya que fallas en el manejo agronómico del huerto, pueden influir en el comportamiento general de plagas o de sus enemigos naturales y afectar gravemente la calidad o el rendimiento de la fruta.

El uso correcto de plaguicidas debe estar basado en la comprobación de la nece-

sidad de su utilización. Para ello debe estar claramente identificada la plaga, sus niveles de daño económico, los estados de desarrollo más susceptibles al producto a utilizar, la relación con el estado vegetativo del cultivo y la presencia de enemigos naturales. También es de gran importancia la selectividad del producto, conocer su modo de acción y con qué otros ingredientes activos puede alternarse.

Las técnicas de aplicación también son importantes para dosificar y distribuir el plaguicida adecuadamente. Otros aspectos a tener en cuenta son: un correcto funcionamiento del equipo de aplicación, las condiciones ambientales y climáticas adecuadas al momento de la aplicación y la debida protección de los aplicadores.

Debe considerarse que la etiqueta es un instrumento legal de instrucciones de uso obligatorio del plaguicida, por lo tanto es esencial seguir sus indicaciones para conocer su pertinencia de uso en el cultivo y contra una determinada plaga, la dosis a aplicar, su toxicidad y los plazos de seguridad tales como los periodos de reingreso y carencia.

CAPÍTULO 4

POLILLA DE LA MANZANA *Cydia pomonella* (Linnaeus), (Lepidoptera: Tortricidae).

Felipe Luengo C. · Carlos Quiroz E.

La polilla de la manzana es la plaga más importante de pomáceas y nogales en Chile y se encuentra distribuida en todas las zonas de producción de estos frutales en el país. Este insecto pasa por cuatro etapas de desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto), pero el daño lo provoca solamente la larva, la que se introduce al fruto ocasionando pérdidas de calidad y producción.

De acuerdo a las estadísticas de las plantas procesadoras, las pérdidas económicas ocasionadas por esta plaga en las zonas productoras de nogal de la Provincia de Choapa nunca han superado el 1%, incluso en las temporadas de mayor presión (**Cuadro 4.1**). Sin embargo, estas cifras están subestimadas debido a que los agricultores, al momento de ensacar la fruta realizan una selección previa y descartan la fruta con daño por polilla u otros, por lo que la cifra real de pérdida de producción puede llegar a ser entre 5 y 10%, como se observó en los muestreos efectuados en el marco del proyecto que origina este boletín.

Cuadro 4.1. Producción exportable de nueces y cantidad de fruta rechazada en planta por daño de polilla de la manzana (Fuente: Departamento de Calidad de la Sociedad Agrícola Nueces del Choapa).

AÑO(*)	NUECES EXPORTADAS (t)	FRUTA RECHAZADA (t)	PÉRDIDAS REPORTADAS (%)
2014	565	2,4	0,42
2013	285	2,1	0,74
2012	450	3,7	0,82
2011	240	1,8	0,75
2010	120	1,1	0,92

(*) 2013 y 2014 exportaciones directas y pérdida corresponden a valor real finalizado el proceso de exportación. Entre 2010 y 2012 no se exportaba, por tanto valores corresponden a datos de análisis de calidad de fruta comprada.

En los últimos años, el manejo de la plaga en la zona del Valle de Choapa se ha realizado casi exclusivamente con insecticidas de amplio espectro, efectuándose de acuerdo a calendario, hasta cuatro aplicaciones por temporada. La implicancia de esta forma de abordar la plaga es que esta zona productora de nueces, que está libre de otros insectos o ácaros usualmente perjudiciales, pudiera estar perdiendo esta condición privilegiada por la aparición de resistencia y de otras plagas de importancia clave en el nogal; por lo que el cultivo en gran parte del valle depende del uso permanente y reiterado de plaguicidas en la actualidad, como única manera de lograr una producción económicamente aceptable. Dados estos antecedentes, ha sido prioritario establecer un plan de manejo integrado de la plaga (MIP), a través de la incorporación de acciones que permitan entregarle sustentabilidad a los sistemas productivos. Entre estas se encuentran: monitoreo sistemático; uso de insecticidas más selectivos y más seguros desde una perspectiva de efecto sobre el ambiente y la salud de las personas; menor número de aplicaciones y mayor eficiencia, medidas que han ido estableciendo las bases del MIP para esta plaga, lo que se ha logrado con el trabajo en conjunto con los departamentos técnicos de las agrupaciones de productores, lo que ha permitido conocer mucho mejor la dinámica poblacional del insecto y su relación con la acumulación térmica en diferentes sectores del valle, validándose como una herramienta eficaz y eficiente para el manejo de la polilla de la manzana y su contención por debajo del nivel de daño económico.

Descripción y biología

El adulto es una mariposa pequeña, de 1,5 a 2 cm de expansión alar, de color gris y el extremo distal de las alas de color cobrizo (**Figura 4.1**), siendo las hembras ligeramente más grandes y robustas que los machos. Esta especie se caracteriza por volar durante el crepúsculo o atardecer, periodo en que desarrolla su mayor actividad, mientras que durante el día permanecen inactivas y protegidas en tronco, ramas y ramillas.

La polilla de la manzana inverna en estado de larva completamente desarrollada (L5) (**Figura 4.2**) en el interior de un capullo protector, ubicándose en grietas de cortes de poda, bajo la corteza, bodegas, cercos, restos de madera y, en general, en cualquier lugar donde se encuentre protegida.

Cuando la temperatura ambiental empieza a subir lo que ocurre usualmente a partir de agosto a septiembre, las larvas invernantes se transforman en pupas dentro de su mismo capullo y luego emergen para originar el primer vuelo de los adultos, los que se aparean para producir la primera generación de la temporada. Las hembras ovi-

ponen aisladamente de 30 a 70 huevos del tamaño de una cabeza de alfiler sobre hojas o frutos en formación. Tienen una forma aplanada y son translúcidos al comienzo para ir adquiriendo una coloración blanca. Posteriormente, a través del corion transparente se observa la pequeña larva que se forma en su interior (**Figura 4.3**). Estos huevos se desarrollan en 8 a 15 días, dependiendo de la temperatura ambiental en las condiciones del Valle de Choapa.

La larva recién eclosada deambula por el fruto hasta encontrar un sitio de perforación y penetrar en su interior. Frutos de pequeño tamaño pueden caer, sin embargo los de mayor tamaño permiten el desarrollo completo de la larva, que deja el fruto considerablemente dañado. Después de tres a cinco semanas estas larvas completan su desarrollo, alcanzando un tamaño de 1,5 a 1,8 mm, y su color blanco cuando emerge se torna a rosado, con la cabeza de un marcado color marrón oscuro. En esa etapa abandonan el fruto para pupar en el suelo bajo la hojarasca o bien en la corteza de los árboles. La pupa mide de 0,9 a 1 cm (**Figura 4.4**), es de color marrón y se oscurece a medida que avanza la formación de la polilla en su interior. De estas pupas emergen los adultos que darán origen a las generaciones siguientes a través de la temporada. En la provincia del Choapa se pueden presentar hasta cuatro generaciones, dependiendo de la acumulación térmica que se registre en la temporada.



Figura 4.1. Adulto de polilla de la manzana *C. pomonella*. (Gentileza de Dr. Luis Devotto, INIA Quilamapu).



Figura 4.2. Larva de *C. pomonella* completamente desarrollada (L5), en busca de un lugar donde pupar. (Gentileza de Dr. Luis Devotto, INIA Quilamapu).



Figura 4.3. Huevo de polilla de la manzana *C. pomonella* en estado "cabeza negra" próxima a eclosionar. (Gentileza de Dr. Luis Devotto, INIA Quilamapu).



Figura 4.4. Pupa de *C. pomonella* en vista dorsal (izq.) y ventral (der.). (Gentileza de Dr. Luis Devotto, INIA Quilamapu).

Daño

El daño se provoca cuando la larva se introduce al fruto perforando la cáscara. Si este ataque ocurre sobre frutos muy pequeños, esto produce un aborto de la fructificación, con lo cual se ve disminuido el rendimiento. El daño más habitual ocurre cuando la larva se desarrolla en el interior de los frutos ya formados pero aún blandos, donde el insecto se alimenta del pericarpio. En este caso se reconoce por las fecas que quedan sobre el pelón, que forman una especie de aserrín oscuro. Si el daño es tardío en la temporada y afecta los frutos ya en avanzado estado de desarrollo, la calidad de la fruta es afectada externamente, ya que la nuez endurecida impide que la larva llegue a la semilla, pero se oscurece la cáscara cuando las larvas se alimentan del pelón.

Manejo de la plaga

El método más utilizado para el control de *C. pomonella* en nogales es el uso de insecticidas debido a su rápida acción, disponibilidad y fácil uso. Sin embargo, su utilización inadecuada puede impactar negativamente en la producción, debido a la presencia de residuos en los alimentos, contaminación de las fuentes de agua, intoxicaciones de consumidores y operarios, resurgencia de plagas, irrupción de plagas secundarias y últimamente, la resistencia a plaguicidas (Silva, 2003). En numerosos países se ha reportado la resistencia de esta plaga a insecticidas organofosforados, piretroides y otros grupos químicos. La estrategia para evitar la resistencia de la plaga es la alternancia o rotación de insecticidas con diferente modalidad de acción, usando productos alternativos más seguros y más selectivos (IRAC, 2014). Un mayor detalle respecto del tema de resistencia a insecticidas se analiza en el capítulo correspondiente de este boletín. En la actualidad se están utilizando productos de mayor selectividad como Mimic®, Coragen®, entre otros.

Otra consideración importante para el manejo adecuado de la plaga es conocer la existencia de los hospederos de *C. pomonella* que puedan encontrarse cercanos a la zona de producción de nogales. Entre estos se encuentra el manzano, membrillo y peral, los cuales deben ser tratados igual que el resto del huerto, o bien manejados y/o monitoreados con otros métodos como la colocación de bandas de cartón alrededor del tronco (para capturar las larvas invernantes), o el retiro de la fruta. Otras especies de frutales como ciruelos, duraznos y nectarinos, han sido citados como potenciales hospederos, aunque la ocurrencia de la plaga en estas especies es extremadamente rara.

Hasta hace algunas temporadas las aplicaciones de insecticidas en su gran mayoría eran programadas por calendario, debido a que el monitoreo para establecer la presión de la plaga era escaso o nulo. En la actualidad, para el monitoreo de la polilla de la manzana se utiliza mayoritariamente trampas de feromonas.

Monitoreo a través del uso de trampas de feromona

El sistema de monitoreo estándar a nivel mundial para el monitoreo de polilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.), es el uso de trampas que usan feromona sexual sintética, contenida en una cápsula o dispensador, y que tiene por objetivo atraer a los machos adultos a una trampa con piso pegajoso. En base a las capturas de machos es posible conocer las fluctuaciones poblacionales de los adultos, con lo cual se logra estimar cuándo ocurre la ovipostura, cuándo alcanza el máximo y la posterior eclosión de huevos, que es el mejor momento para controlar esta plaga.

La trampa utiliza una cápsula que contiene 1 mg de feromona, con la cual se logra conocer cuándo se inicia y cuándo termina el vuelo de los machos y a partir de esta información, más la temperatura acumulada, se estima los otros estados de desarrollo. En las condiciones de la provincia de Choapa, se recomienda instalar las trampas antes de la primera quincena de septiembre para poder detectar cuándo comienza el primer vuelo y las capturas comienzan a ser constantes, lo que se conoce técnicamente como "biofix". En términos prácticos, si tenemos dos o tres capturas consecutivas, la primera de ellas será el "biofix" para esa generación. Desde ese momento, una acumulación de alrededor de 85 grados días indicará el inicio de la ovipostura, mientras que alrededor de 100 grados días indicará el inicio de la eclosión de larvas.

Los grados día están dados por el promedio de temperaturas diarias por sobre el umbral que necesita la polilla para desarrollarse, lo que para esta especie corresponde a 11,5°C. Por ejemplo, si la temperatura máxima en un día es de 30°C y la mínima 12°C tenemos:

$$GD = \frac{(t^{\circ} \text{ máxima} + t^{\circ} \text{ mínima})}{2} - 11,5$$

$$\text{En este ejemplo: } (30 + 12)/2 = 42/2 = 21$$

$21 - 11,5 = 9,5$ **grados día (°D) acumulados en este día**

Este dato es importante para poder relacionar las capturas con la acumulación térmica de esta polilla, pudiendo ajustar los programas de control y mejorar su eficiencia.

El número de trampas depende del tamaño del huerto. El detalle de las cifras se entrega en el **Cuadro 4.2**.

Cuadro 4.2. Densidad de trampas de feromona por superficie, según tamaño de los huertos.

TAMAÑO DE HUERTO (ha)	TRAMPAS/SUPERFICIE
<2	1 trampa
3-8	1 trampa/2 ha
9-16	1 trampa/4 ha
17-32	1 trampa/6 ha
>32	1 trampa/8 ha

(Adaptado de Ripa y Luppichini, 2010).

El cambio del dispensador de feromona debe realizarse cada dos meses, ya que la cantidad de feromona va bajando a través del tiempo, lo cual es importante a considerar para la toma de decisiones, ya que si no se cambia en el momento recomendado, la trampa perderá su capacidad para atraer a los machos y se puede estar interpretando erróneamente lo que está ocurriendo en el huerto (como que las capturas bajas se deben a que hay pocas polillas volando, en lugar de la interpretación correcta, cual es que las polillas no llegan a la trampa porque ésta ha perdido atraktividad).

Las trampas tienen que estar separadas al menos 100 m una de otra y deben ser instaladas en el tercio superior del árbol. Es necesario mantener la superficie pegajosa limpia, sacando las polillas una vez registrada su captura.

El monitoreo se realiza entre septiembre y abril. La frecuencia de registro de lectura ideal es de todos los días, sin embargo, con el registro de capturas de los días lunes, miércoles y viernes, es suficiente para la elaboración de un gráfico y poder observar una tendencia. Las capturas deben registrarse en un formulario como el que se muestra en la **Figura 2.7**, y con estas cifras graficar la curva poblacional de la polilla.

En el Campo Experimental de INIA en Chillepín se han utilizado trampas durante varias temporadas. En la **Figura 4.5** se observa la curva de vuelo de la temporada 2013-2014, pudiendo apreciarse que el primer vuelo se inició el 25 de septiembre, fecha en la cual se debe empezar a cuantificar la acumulación térmica de la especie. Como ya se explicó anteriormente, la primera captura no necesariamente es la primera captura sostenida.

El seguimiento de las capturas de machos de la polilla permitió establecer que el primer "peak" de vuelo en la temporada 2013-2014 fue el 7 de octubre. A partir de esta fecha se estima el momento del apareamiento y postura a nivel de campo. De ahí que la primera aplicación se realizó 7 días después, momento en que cumplió una acumulación térmica de 85 grados día (correspondiente al inicio de la ovipostura) (Ripa y Luppichini, 2010). La eclosión de estos huevos, de acuerdo a la acumulación de 100 grados día se habría registrado el 17 de octubre. Tener en cuenta estos parámetros optimiza el control, ya que los productos impiden el ingreso de las larvas recién eclosadas al interior de los frutos en formación.

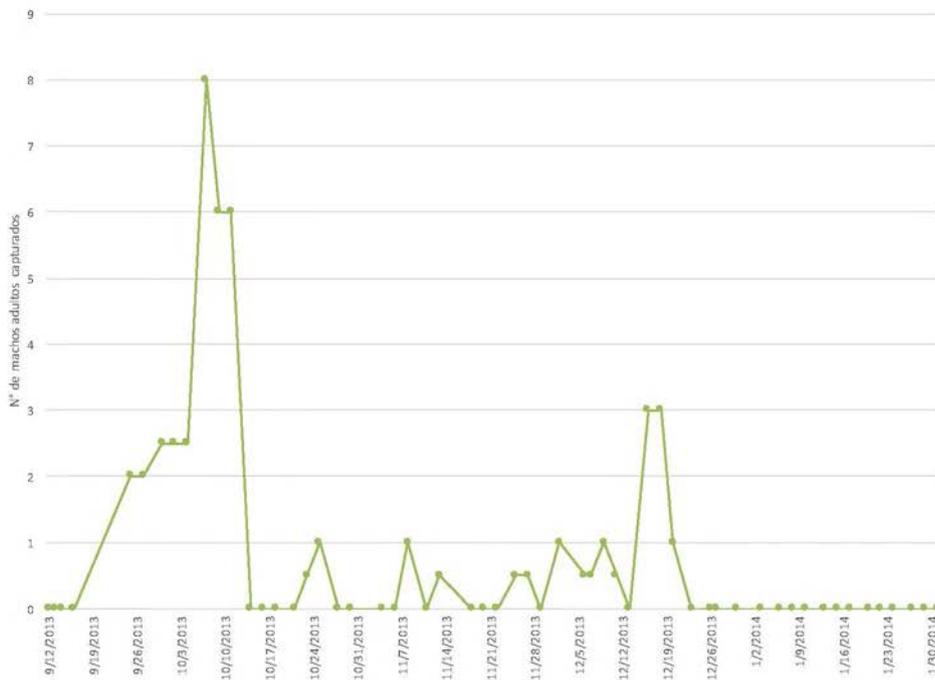


Figura 4.5. Curva de vuelo de machos de polilla *C. pomonella* en Campo Experimental Chillepín, Centro Experimental Choapa, INIA Intihuasi. Temporada 2013–2014.

Como se aprecia en la **Figura 4.5**, el segundo “peak” de capturas en la temporada 2013-2014 se registró el 16 de diciembre, lo que coincidió con el inicio de la segunda generación y con la acumulación térmica requerida de 556 grados día (GD) (Ripa y Luppichini, 2010). Una segunda aplicación se efectuó 10 días después del segundo “peak”, lo que permitió cubrir el periodo de oviposición y de eclosión de huevos. Luego de estas dos aplicaciones la presión de la plaga bajó a cero. Esto se corroboró con los análisis de calidad de fruta proporcionados por la empresa recibidora, los que arrojaron cero presencia de la plaga en los frutos muestreados.

Considerando los requerimientos térmicos de desarrollo de la polilla, las fechas de ocurrencia de los eventos claves para su manejo se presentan en el **Cuadro 4.3**.

Cuadro 4.3. Acumulación térmica de polilla *C. pomonella* en Campo Experimental Chilepín, Centro Experimental Choapa, INIA Intihuasi. Temporada 2013-2014.

EVENTO	GRADOS DÍA POST BIOFIX	FECHA
Biofix (inicio captura sostenida)	0,0	25-09-2013
1° "peak" de captura	39,2	07-10-2013
Aplicación de insecticida	75,8	14-10-2013
Inicio ovipostura (85 GD)	84,0	15-10-2013
Inicio eclosión larvas (100 GD)	102,0	17-10-2013
Desarrollo larva (240 GD)	339,7	23-10-2013
Desarrollo pupa (222 GD)	547,9	17-12-2013
2° generación (556 GD)	558,1	18-12-2013
2° "peak" de captura	558,1	18-12-2013
Aplicación de insecticida	631,0	26-12-2013
Inicio ovipostura (85 GD)	642,6	27-12-2013
Inicio eclosión larvas (100 GD)	666,8	29-12-2013

CAPÍTULO 5

EL PULGÓN DEL NOGAL. *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach), (Hemiptera: Aphididae)

Carlos Quiroz E. · Felipe Luengo C.

Existe una veintena de especies de pulgones o áfidos que se alimentan de los nogales en el mundo, y de éstos, la especie de mayor importancia económica a nivel mundial es el pulgón del nogal, *Chromaphis juglandicola*. Es una especie originaria del Medio Oriente, desde donde se dispersó a la zona mediterránea de Europa y a Asia Central, invadiendo países como India, Paquistán y China. Este pulgón fue descrito por Kaltenbach a mediados del siglo XIX. El género *Chromaphis* fue erigido por Walker en 1870. Las primeras observaciones del pulgón del nogal en el continente americano se efectuaron en 1911 en San José, California, mientras que en Chile se detectó en la temporada 2008-2009 en Los Andes, Región de Valparaíso. Posteriormente, la especie se ha encontrado en la provincia de Choapa desde la temporada 2010-2011, alcanzando inicialmente altas poblaciones en las partes altas del Valle, constituyendo una amenaza para la calidad y el rendimiento de nueces.

Descripción y Biología

Son insectos de muy pequeño tamaño, los adultos miden menos de 4 mm, mientras que las ninfas recién nacidas son diminutas, de menos de 1 mm (**Figura 5.1**), y por lo tanto pueden pasar inicialmente inadvertidas. Todos sus estados de desarrollo viven en el envés de los folíolos (**Figura 5.2**), y en el haz solo se encuentran en condiciones de infestación severa. Un síntoma de su presencia es la aparición, aún con muy pocos individuos presentes, de pequeñas manchas oscuras y brillantes en el follaje, que corresponden a la producción de mielecilla que esta especie produce en forma abundante (**Figura 5.3**).



Figura 5.1. Ninfa de primer estadio, pulgón del nogal



Figura 5.2. Poblaciones de pulgón del nogal en el envés del folíolo.



Figura 5.3. Mielcecilla producida por pulgón del nogal impregnando folíolos y frutos.

Es un pulgón de color amarillo claro y brillante, antenas más cortas que cabeza y tórax, extremo distal de la antena negro y ojos rojizos. El dorso presenta dos hileras longitudinales de manchas negras, ausentes en los estados ninfales. Los cornículos y cauda apenas presentes (**Figura 5.4**). Los ápteros presentan una mancha negra en el fémur del 3^{er} par de patas. A diferencia de la mayoría de los pulgones, esta especie no presenta hembras vivíparas ápteras, sino que todos los individuos al llegar a adultos son hembras aladas que producen crías vivas.



Figura 5.4. Ninfa alatoide (alas en formación) del pulgón del nogal.

En la provincia de Choapa se encuentran desde noviembre hasta mayo, alcanzando sus mayores poblaciones entre enero y marzo. En sectores altos del Valle del Choapa se encontró infestaciones con hasta más de 150 individuos/folículo en las primeras temporadas después de su aparición. En estas condiciones, la cantidad de mielecilla producida es enorme, con lo cual el follaje se cubre de fumagina y consecuentemente la calidad de la planta puede verse afectada, disminuye el calibre de los frutos y el árbol se debilita.

Este áfido no tiene hospederos alternativos e inverna como huevo, por lo que temprano en la temporada, el crecimiento de la población es muy lento y muchas veces pueden verse primero las pequeñas manchas de mielecilla antes que los individuos presentes. De esta generación ovípara se producen las hembras fundatrices aladas en un lapso, de acuerdo a estudios en California, de alrededor de 5 semanas. Estas hembras

fundatrices pasan por tres estadios ninfales, después de los cuales mudan para formar una ninfa alatoide (con “muñones” de alas en formación) (**Figura 5.4**) por alrededor de una semana, antes que ocurra la última muda y se origine la hembra adulta con sus alas completamente desarrolladas. De aquí surgen las generaciones de la temporada, en que todos los individuos son hembras que se reproducen sin intervención sexual, generando crías vivas.

Cada hembra puede originar 25-35 ninfas, y el promedio del ciclo de vida es de alrededor de 20 días, dependiendo de las condiciones ambientales, principalmente de la temperatura.

En otoño se produce la generación sexuada, macho alado y hembra áptera (**Figura 5.5**), la que después de la fecundación deposita los huevos invernantes, que pueden ser agrupados y adheridos en cavidades e intersticios de la corteza de los árboles.



Figura 5.5. Hembra áptera (izq.) y macho alado (der.) de la generación sexuada de pulgón del nogal.

De acuerdo a la literatura, en árboles fuertemente infestados la generación sexuada puede reproducirse temprano en verano, mientras que con infestaciones moderadas la generación sexuada aparece a principios de otoño. Un total de 5-6 generaciones pueden ocurrir durante la temporada.

Daño

Altas poblaciones del pulgón del nogal pueden reducir el vigor de los árboles, el tamaño de las nueces, el rendimiento y la calidad de los frutos. Especial cuidado debe tenerse con árboles nuevos, los que pueden verse afectados ya que no cuentan con la capacidad de resistencia de los árboles adultos. La mielecilla producida por los pulgones, cubre hojas y frutos, da una apariencia brillante a estas estructuras y al formarse la fumagina (**Figura 5.3**), causa una disminución de la fotosíntesis. Poblaciones muy altas pueden causar necrosis foliar y posterior caída de las hojas, exponiendo a los frutos a daño por golpe de sol, que los oscurece y deshidrata (**Figura 5.6**).



Figura 5.6. Necrosis foliar producida por altas poblaciones del pulgón del nogal.

En las primeras temporadas de la aparición del pulgón del nogal se observó daños en el crecimiento de plantaciones nuevas, además de manchado y efecto en el calibre de frutos. Evaluaciones efectuadas en California han determinado que poblaciones superiores a 15 pulgones por folíolo temprano en la temporada pueden reducir el rendimiento y la calidad de los frutos. Se ha reportado que en ataques serios, la mielecilla es capaz de penetrar el pelón de la nuez aún no madura, deteniendo el crecimiento frutal en la zona afectada, generando un manchado.

Manejo de la Plaga

Durante las primeras temporadas de aparición del pulgón del nogal no existían productos con registro SAG para esta nueva plaga, por lo cual se recurrió a productos de amplio espectro y baja selectividad, como algunos fosforados (Lorsban®, Troya®), piretroides (Zero®) o neonicotinoides (Calypso®). Dado el potencial impacto económico de un manejo inadecuado del pulgón del nogal y basado principalmente en el uso de insecticidas para su control, además de considerar la importancia de mantener estrategias de manejo integrado de las plagas primarias del cultivo, se desarrolló un programa de introducción y establecimiento de la avispa *Trioxys pallidus* (Haliday) (Hymenoptera, Braconidae, Aphidinae), parasitoide específico del pulgón del nogal y que ha demostrado una alta eficacia como controlador biológico de esta plaga a nivel mundial.

La crianza y liberación del parasitoide *T. pallidus* están descritas en el capítulo correspondiente de este boletín. En una primera etapa, las liberaciones se efectuaron en el Campo Experimental INIA en Chillipín (31°53'S 70°45'O), ubicado en el sector alto del valle del Río Choapa, donde se produjo la mayor incidencia del pulgón en la provincia, y considerando no aplicar insecticidas que pudieran afectar el establecimiento de las poblaciones del parasitoide.

En la **Figura 5.7** se observa que la población promedio de pulgones llegó a seis individuos/folículo a fines de febrero de 2013, fecha en la cual se realizó la primera liberación de *T. pallidus*. Un mes después, a fines de marzo, ya se encontraron los primeros pulgones momificados en los sectores de liberación, parasitismo que siguió aumentando para llegar a 20% hacia fines de la temporada, y con una disminución de las poblaciones de pulgones desde el momento en que comenzaron las liberaciones. En la temporada 2013-2014 la población de pulgones tuvo un máximo levemente superior a dos pulgones/folículo a fines de diciembre y principios de enero, para disminuir a niveles inferiores a un pulgón/folículo por el resto de la temporada, mientras que el parasitismo se produjo desde diciembre y alcanzó más de un 70% a fines de febrero, porcentaje que se mantuvo hasta el final de la temporada (**Figura 5.8**). En la temporada 2014-2015 la población de pulgones fue muy baja hasta inicios de marzo, con un parasitismo que ya en diciembre superaba el 30% y que fue superior al 50% en enero 2015 (**Figura 5.9**). El efecto regulador de la avispa parasitoide declinó hacia fines de febrero, probablemente debido a la aparición de varias especies de hiperparásitos (parásitos de *T. pallidus*) que diezmaron su acción de control, lo que consecuentemente significó un aumento en la población del pulgón, aunque por debajo del nivel de daño económico. Además, este aumento se produjo tarde en la temporada, con frutos plenamente desarrollados, y por lo tanto sin efectos detrimentales.

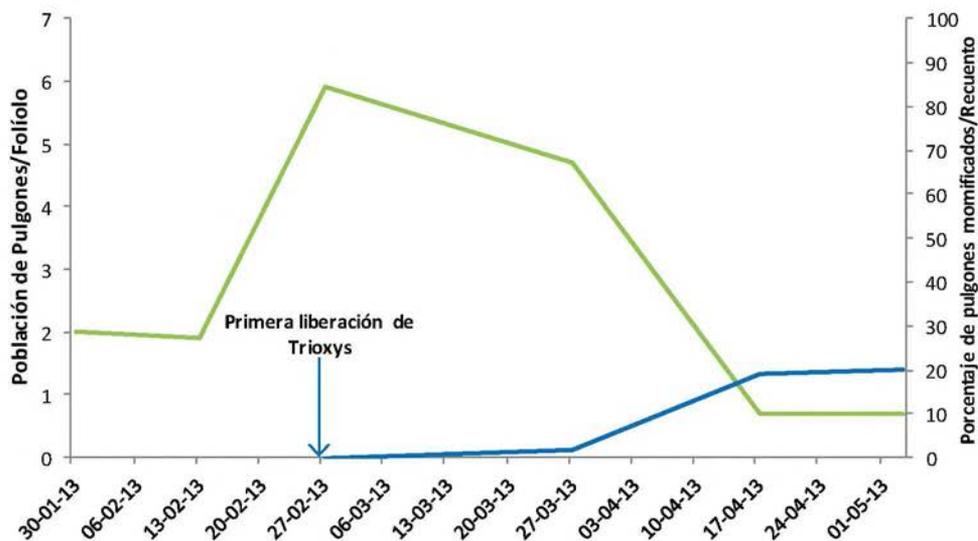


Figura 5.7. Poblaciones de pulgón del nogal sano y pulgón parasitado por *Trioxys pallidus*. Chillépín, Valle del Choapa. Temporada 2012-2013.

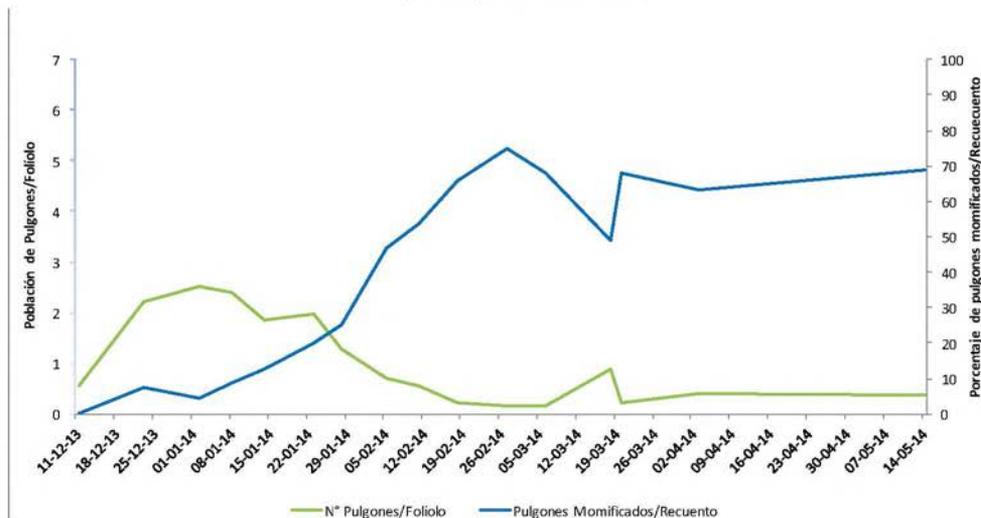


Figura 5.8. Poblaciones de pulgón del nogal sano y pulgón parasitado por *Trioxys pallidus*. Chillépín, Valle del Choapa. Temporada 2013-2014.



Figura 5.9. Poblaciones de pulgón del nogal sano y pulgón parasitado por *Trioxys pallidus*. Chillepín, Valle del Choapa. Temporada 2014–2015.

Desde Chillepín, sitio inicial de liberación, se produjo una dispersión del parasitoide por todo el sector alto del valle, encontrándose parasitismo en las localidades de Cuncumén, Llimpo y Panguessillo, ubicadas en un radio de 20 km desde el sitio de liberación. En Cuncumén se encontraron los primeros ejemplares parasitados a partir de febrero de 2014 sin que se hubieran realizado liberaciones en esa localidad, manteniéndose las poblaciones de pulgones muy bajas y llegando a encontrarse el 100% de los pulgones momificados al final de la temporada (Figura 5.10). En la temporada 2014-2015 nuevamente hubo muy bajas poblaciones en esta localidad y con un alto nivel de parasitismo a mediados de enero, el que posteriormente declinó, probablemente también debido a la acción de hiperparásitos, pero sin que esto repercutiera en un incremento significativo en las poblaciones de pulgones.

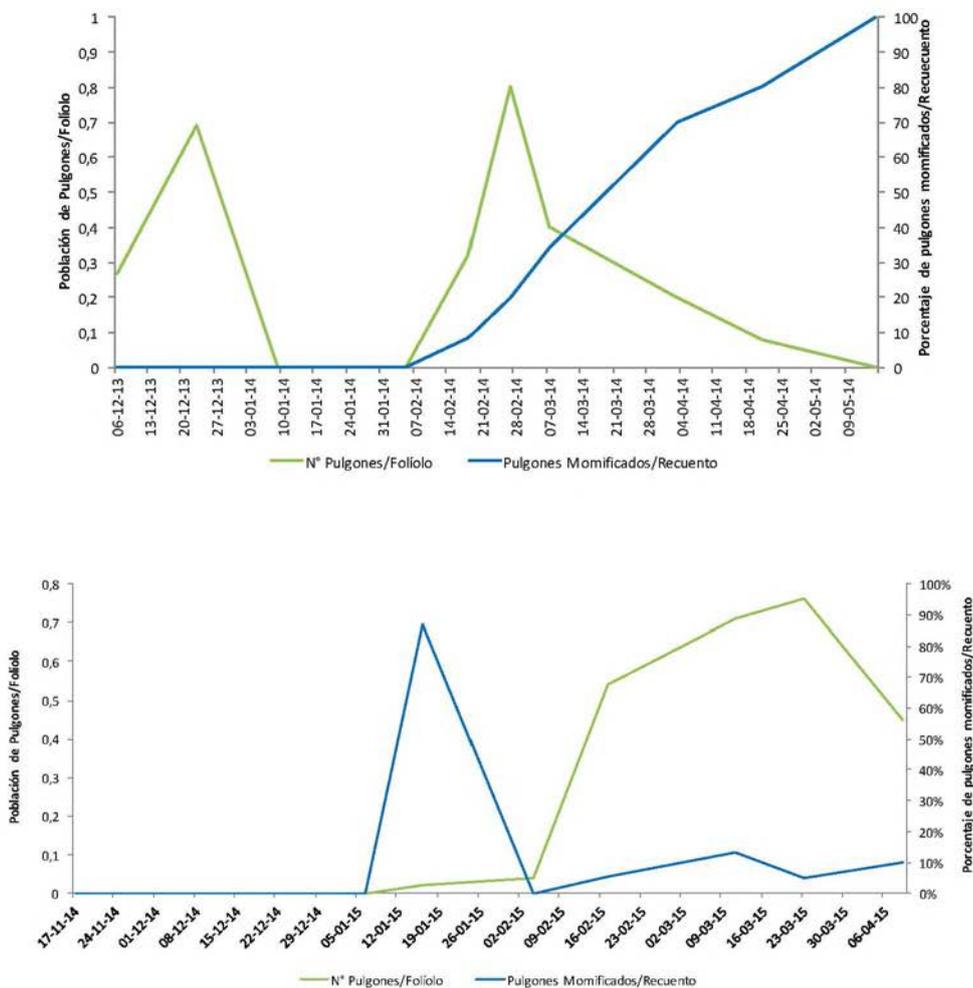


Figura 5.10. Poblaciones de pulgón del nogal normal y parasitado. Cuncumén, Valle del Choapa. Temporadas 2013-2014 y 2014-2015

En Llimpo y Panguesillo también fueron encontrados pulgones momificados antes de efectuar liberaciones de la avispa, pero para acelerar su establecimiento se comenzaron a liberar en ambas localidades desde febrero de 2014, encontrándose ya una acción de parasitismo significativa a partir de marzo de 2014. Como se aprecia en la

Figura 5.11. las poblaciones de pulgones llegaron a un promedio de nueve insectos por folíolo a principios de marzo, momento en que comenzó a incrementarse fuertemente el parasitismo, declinando la población de pulgones sanos e incrementándose hasta cerca del 90% la de pulgones momificados. En la temporada 2014-2015 los pulgones se mantuvieron en niveles muy bajos y con un parasitismo cercano al 20% a mediados de febrero, el que también disminuyó hacia fines de la temporada.

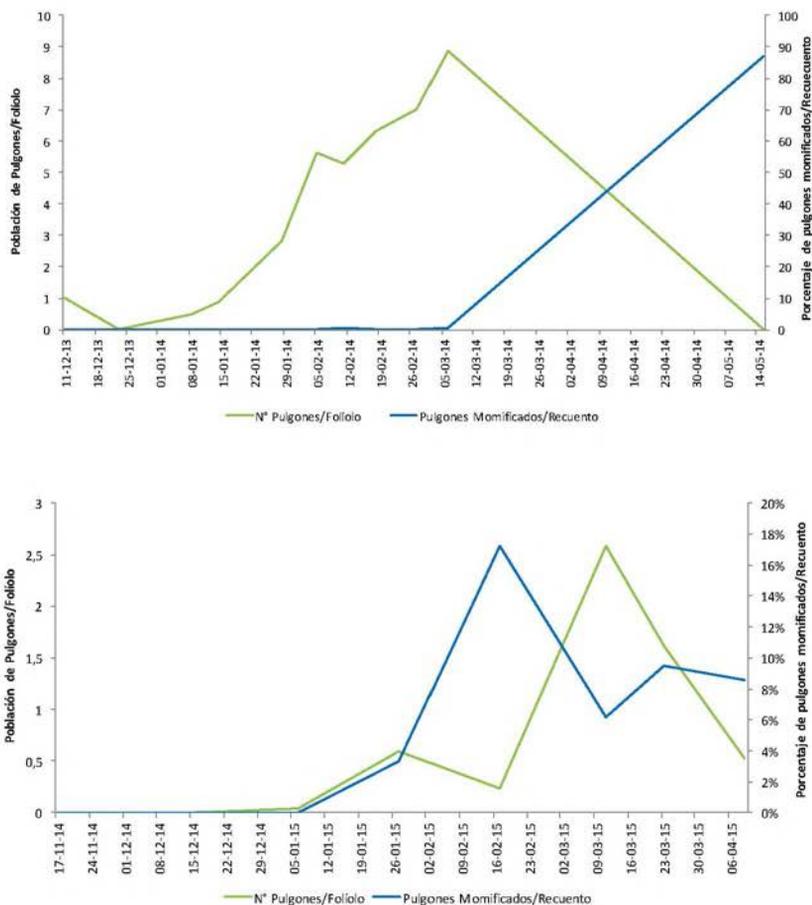


Figura 5.11. Poblaciones de pulgón del nogal sano y parasitado. Llimpo, Valle del Choapa. Temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

En Panguesillo se produjo el mayor ataque de pulgones en toda la zona en la temporada 2013-2014, con poblaciones promedio por folíolo de más de 50 pulgones (Figura 5.12), lo que obligó a utilizar insecticidas aunque sin resultados, en enero y febrero. A principios de marzo aparecieron los primeros ejemplares de pulgones momificados, produciéndose un rápido aumento de parasitismo hacia fines de la temporada. Esto implicó un significativo descenso de la población de pulgones en la temporada siguiente, con un máximo de pulgones levemente superior a un individuo por folíolo y un nivel de parasitismo cercano al 50%.

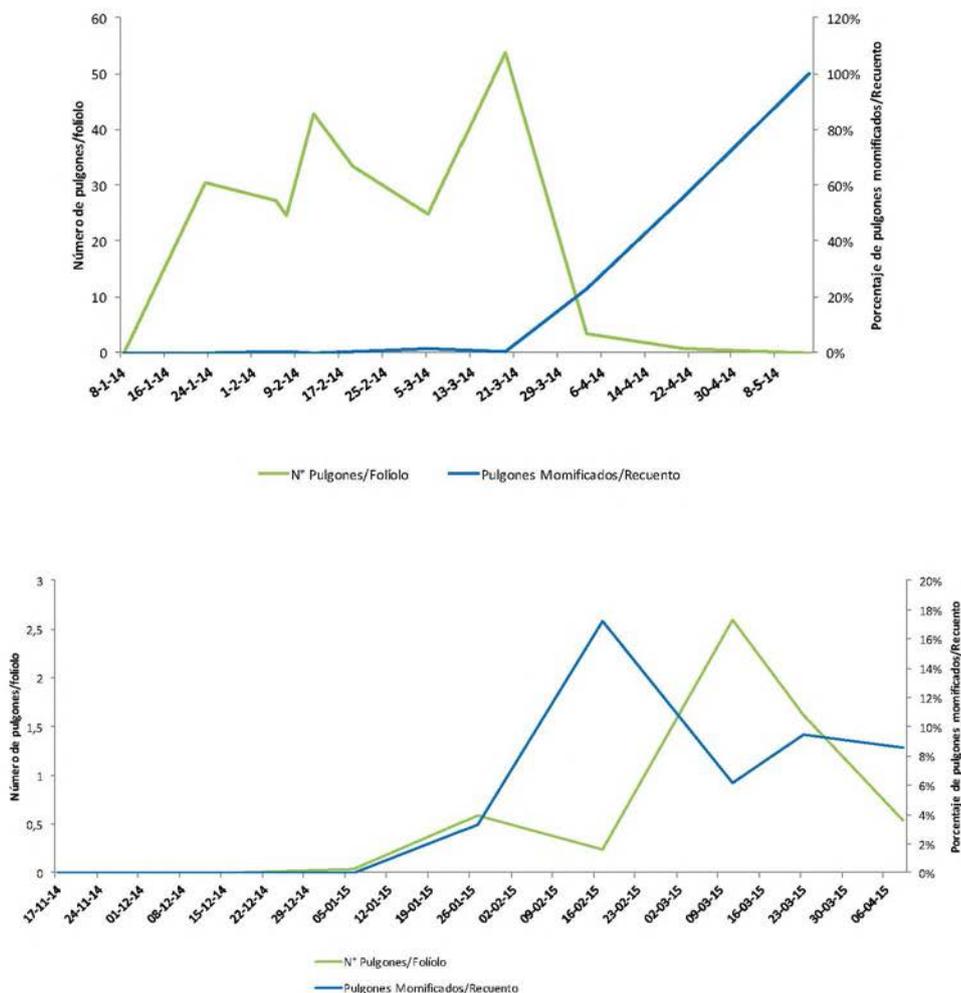


Figura 5.12. Poblaciones de pulgón del nogal sano y parasitado. Panguesillo, Valle del Choapa. Temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

En las tres campañas de liberación del controlador biológico del pulgón del nogal, se liberó un total de 29.162 individuos del parasitoide *Trioxys pallidus*, que se distribuyeron en las temporadas 2012–2013, con 1.315 individuos, correspondientes al 4,5% del total liberado; 2013–2014, un total de 9.529 individuos, correspondientes al 32,7%; y en 2014–2015, un total de 18.318 individuos, correspondientes al 62,8% del total liberado. Las liberaciones se realizaron en las localidades de Chillepín, Llimpo, Panguesillo, El Tambo, Colliguay, Zapallar, San Agustín, Chuchiñí, Peralillo, Socavón, Santa Virginia, Cárcamo, La Colonia, Las Cocineras, Cuz-Cuz y El Maitén (**Figura 5.13**), en las cantidades graficadas en la **Figura 5.14**.



Figura 5.13. Localidades de Choapa con liberación de *Trioxys pallidus*, parasitoide del pulgón del nogal.

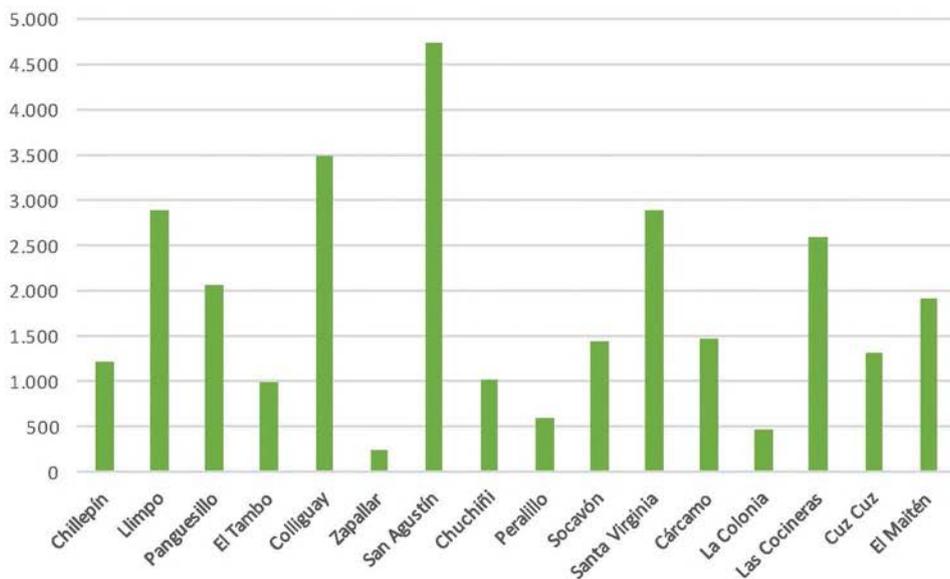


Figura 5.14. Liberaciones totales por localidad del parasitoide *Trioxys pallidus*.

Al cabo de tres temporadas de liberación de la avispa, se confirma su establecimiento en el Valle del Choapa ejerciendo una reducción efectiva de las poblaciones del pulgón, a niveles por debajo del daño económico y que por lo tanto no se requiere usar insecticidas para su control. Es muy importante monitorear el huerto desde noviembre, al inicio quincenalmente para saber cuándo empiezan a aparecer los pulgones y sus enemigos naturales, después de lo cual debe seguirse monitoreando semanalmente. Debe tomarse unas 50 hojas del interior del huerto y contar tanto pulgones sanos como momificados, y registrar las cifras en una planilla. La recomendación es no aplicar si la población de pulgones es inferior a 15 pulgones sin parasitar por folíolo en los meses de verano, ya que estos niveles no implican daño, y así se mantiene una adecuada actividad de las avispas, las que en la provincia de Choapa se complementan con una abundante población de crisopas y chinitas, que son eficientes depredadores de ninfas y adultos de pulgones.

Una vez más se recalca que el uso de insecticidas para esta plaga debe ser el último recurso a utilizar. Productos con registro en la actualidad son escasos, y entre ellos Closer® (sulfoxaflor), producto de contacto y sistémico que afecta el sistema nervioso. Otro insecticida con registro es Voliam-Flexi®, que es una mezcla de una diamida antranílica y

un neonicotinoide, por lo cual su espectro de acción es menos selectivo. También está registrado QLAagri®, producto de origen natural que corresponde a un extracto de quillay.

CAPÍTULO 6

MULTIPLICACIÓN DE *Trioxys pallidus* (Haliday) EN LABORATORIO Y LIBERACIÓN EN CAMPO.

Fernando Rodríguez A. · Paulina Bermúdez O. · Carlos Quiroz E.

Todo proyecto de control biológico clásico de artrópodos comprende una serie de etapas y que, en general, comienzan con la selección del enemigo natural que se va a introducir, luego continúa con la colecta del enemigo natural seleccionado (que usualmente se realiza en su área de origen), internación al país, mantención en cuarentena durante una o más generaciones, multiplicación en laboratorio, liberación en terreno y verificación de su establecimiento. A su vez, cada una de estas etapas puede estar asociada a múltiples actividades o estudios específicos. En este capítulo se describirá en forma resumida lo realizado en la multiplicación en laboratorio y liberaciones en el campo de una experiencia de control biológico conducida en Chile con la avispa parasitoide *Trioxys pallidus* (Haliday), especie introducida a Chile para reducir las poblaciones del pulgón del nogal *Cromaphis juglandicola* (Kaltenbach). Esta iniciativa fue inicialmente desarrollada por especialistas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), quienes colectaron este parasitoide en diversas localidades de Irán y lo internaron a Chile, realizando la identificación y tomando las medidas de seguridad en sus instalaciones de cuarentena en Lo Aguirre (Región Metropolitana), donde posteriormente fue multiplicado para realizar liberaciones en diferentes huertos de nogales del país.

Cuando se evalúa introducir un enemigo natural en una nueva área, se hace en base a la situación del insecto plaga, en este caso el pulgón del nogal, y considerando el grado de amenaza de este insecto. Por otra parte, debe considerarse otros aspectos tales como especificidad, nivel de sincronización con el hospedero y antecedentes de éxito como controlador biológico. En el caso de *T. pallidus*, estudios realizados en el extranjero mostraron una alta especificidad por el pulgón *C. juglandicola* y una gran capacidad de búsqueda y parasitoidismo de su hospedero, antecedentes que avalan su efectividad para reducir las poblaciones de la plaga, lo que ocurrió en California después de su introducción. Por estas razones se consideró la introducción de esta avispa en los programas de manejo integrado del pulgón del nogal en la provincia de Choapa.

Los adultos de *T. pallidus* son de tamaño pequeño, que varía de 2 a 3 mm de largo. Su cabeza y tórax son de color negro brillante. Su abdomen es largo, delgado y de color

anaranjado a marón (**Figura 6.1**). Presenta metamorfosis completa y las hembras introducen sus huevos en el cuerpo de las ninfas de pulgones, siendo preferidas aquellas de tercer a cuarto estadio. La larva que eclosa en el interior del cuerpo del insecto plaga, produce la muerte del pulgón al poco tiempo. Antes de morir, el pulgón que ha sido parasitado va progresivamente cambiando de verde a blanquecino, al mismo tiempo que la larva de la avispa se desarrolla hasta pupar en el interior de este pulgón que queda “momificado” (**Figura 6.2**). Cuando la avispa alcanza su estado adulto hace un pequeño orificio de salida por el que emerge al ambiente. Luego de aparearse, las nuevas avispas reinician el ciclo de parasitoidismo. Bajo condiciones de alta densidad de hospederos, *T. pallidos* aumenta su capacidad de búsqueda y se multiplica rápidamente pues es muy prolífico y posee un ciclo de vida corto, logrando de esta manera reducir significativamente la población de pulgones.

A partir de un stock de ejemplares de *T. pallidus* cedidos por el SAG durante 2013, entomólogos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA La Cruz), mantuvieron una reproducción continua del parasitoide hasta 2015, en condiciones de laboratorio e invernadero, obteniendo cantidades suficientes para realizar liberaciones en diversos huertos de nogales en el Valle del Choapa.

Crianza y mantención del pulgón del nogal, hospedero de *Trioxys pallidus*

Para reproducir el pulgón del nogal, se utilizó plantas de nogal de dos a cuatro años de edad de las variedades Chandler y Serr, comercializadas en bolsas o contenedores, obtenidas en viveros de la zona de Quillota en la Región de Valparaíso. Para mantener su sanidad y lograr un desarrollo adecuado, las plantas fueron dispuestas en cuatro invernaderos de policarbonato de 2,4 x 3,1 m (**Figura 6.3**). Paralelamente, para obtener un mayor volumen de plantas de recambio, en tres camas de 6 x 1 m con suelo mullido y riego por goteo, fueron sembradas semillas de nogal, las que previamente fueron dejadas en remojo en agua por 15 días y finalmente en contacto con un fungicida por otros dos días. Estas fueron enterradas a una profundidad que duplicaba su tamaño y con la unión de ambas cáscaras hacia el suelo, lográndose la emergencia entre 30 a 40 días. Una vez que las plantas se desarrollaron, fueron trasplantadas a macetas y dispuestas en diferentes condiciones de temperatura y fotoperíodo controlado, a objeto de generar diferentes condiciones fenológicas y contar con plantas con follaje durante el invierno y primavera para el desarrollo del pulgón del nogal. A objeto de adelantar el término del receso fisiológico, durante 2013, 20 plantas fueron dispuestas en cámaras de frío por 20

días para contar con plantas con follaje temprano para la crianza del pulgón y del parasitoide en laboratorio.

La implementación de la crianza de pulgones en laboratorio se realizó con insectos que fueron colectados en diferentes predios atacados tempranamente en la temporada. Para ello, fueron removidas hojas completas o folíolos infestados, los que fueron cubiertos con papel gofrado humedecido y guardados inmediatamente en un contenedor enfriado para su transporte a las salas de crianza. Allí, este material infestado fue dispuesto directamente sobre las plantas en macetas, produciéndose el traspaso de los insectos en forma espontánea, a medida que los folíolos colectados se deshidrataban. Posteriormente, los pulgones continuaron reproduciéndose para mantener la crianza y producción de parasitoides.

Con la implementación de esta metodología de producción de plantas, fue posible mantener una multiplicación permanente tanto del pulgón como de su parasitoide durante todo el año. De este modo, es posible obviar, para un proceso de producción masiva de *T. pallidus*, la estacionalidad de la plaga condicionada por la presencia de hojas, lo que permite la liberación del enemigo natural cuando se detectan los primeros pulgones.

Multiplicación del parasitoide *Trioxys pallidus*

En cualquier iniciativa de control biológico, para llevar a cabo la fase de multiplicación del enemigo natural, se requiere una instalación debidamente aislada que impida la contaminación de la crianza con otros depredadores o parasitoides, hiperparasitoides y hormigas, entre otros, que puedan interferir con su desarrollo o reproducción.

La multiplicación de *T. pallidus* fue realizada en una sala del laboratorio de cuarentena de INIA La Cruz, adaptada especialmente para esta actividad. La modificación consistió en la utilización de una jaula de madera forrada con tul de 2,1 x 2 x 2,5 m, con su pared posterior pegada a una ventana de la sala (**Figura 6.4**). En el interior de esta jaula y sobre una tarima de fierro, fueron dispuestas seis plantas de nogal de altura superior a 1,5 m y entre éstas, otras seis macetas con plantas de altura cercana a 0,5 m, todas infestadas con poblaciones variables del pulgón. Al principio de la crianza, con el objetivo de asegurar el parasitoidismo, los primeros adultos de *T. pallidus* (pie de cría), fueron liberados en el interior de mangas de tul que cubrían plantas completas. Una vez que los parasitoides comenzaron a reproducirse en las plantas de la jaula, se inició la

recolección para su liberación, las primeras de las cuales se efectuaron en campos experimentales de INIA en Choapa, dejando en las salas de crianza material para continuar con la multiplicación.

Para suplementar la alimentación de los parasitoides, sobre las paredes de la jaula de tul se asperjaba periódicamente una solución de agua/miel, a objeto de prolongar la vida y aumentar la fecundidad de los insectos. Las condiciones ambientales ($24\pm 1^{\circ}\text{C}$ y 55% de humedad relativa), fueron controladas para maximizar la reproducción de *T. pallidus*.

Recolección, transporte y liberación de *Trioxys pallidus*

Los adultos fueron recolectados desde la pared más iluminada de la jaula de crianza, aprovechando que este parasitoide presenta un marcado fototropismo positivo que lo atrae a la luz natural que allí ingresa. Esta recolección del parasitoide se realizó utilizando un aspirador manual seleccionando hembras y machos en una relación 1:1, y colocando 25 individuos en cada contenedor plástico denominado puntilla o en tubos de vidrio. En el interior de éstas se agregaron trozos de papel plegado para aumentar la superficie interna del tubo y separar los insectos (**Figura 6.5**). Antes de tapar el tubo con algodón, fueron agregadas dos líneas de solución agua/miel para su alimentación. Para su transporte en contenedores térmicos con hielo, las puntillas fueron dispuestas en cartuchos de papel, para evitar el contacto directo con las bolsas de hielo refrigerante dispuestas en el interior del contenedor frío.

El tiempo que toma el envío y las condiciones ambientales que ocurren durante el transporte hasta que son liberados los enemigos naturales constituye un aspecto crítico para el éxito de la actividad de control biológico. En el caso de *T. pallidus*, en más del 90% de los casos, el tiempo desde su recolección hasta su liberación no sobrepasó las 24 horas lo que permitió una tasa de sobrevivencia superior al 90%.

Para su liberación, se colocaron las puntillas destapadas sobre aquellos folíolos que presentaban pulgones (**Figura 6.6**). En algunas ramillas se colocaron mangas de tul con el objetivo de confinar los parasitoides y estimular el parasitismo, limitando el radio de búsqueda (**Figura 6.7**).

Como resultado de la aplicación de este protocolo de crianza del pulgón del nogal implementado en INIA, se logró multiplicar en forma sostenida durante tres temporadas

el parasitoide *Trioxys pallidus* y realizar las posteriores liberaciones programadas en nogales de Choapa (**Cuadro 6.1**).

Cuadro 6.1. Número *Trioxys pallidus* (machos y hembras) liberados en la provincia de Choapa durante temporadas 2012/2013 a 2014/2015.

Nº individuos <i>T. pallidus</i>	Temporada 2012-2013	Temporada 2013-2014	Temporada 2014-2015
Liberados	1.315	9.529	18.318

La primera liberación se efectuó a fines de febrero de 2013 en el Campo Experimental de INIA en Chillipín, lográndose la aparición de los primeros ejemplares de pulgón parasitados a fines de marzo de esa temporada y encontrándose pulgones parasitados en la temporada 2013-2014 en un radio de 20 km desde el sitio inicial de liberación de la temporada anterior, confirmándose de este modo la eficiente capacidad de búsqueda del parasitoide.



Figura 6.1. Adulto de *T. pallidus* (macho izquierda; hembra derecha).



Figura 6.2. Pulgón del nogal en proceso de momificación (a) y momificado (b).



Figura 6.3. Crianza en invernaderos INIA La Cruz.



Figura 6.4. Mantención crianza *T. pallidus* en laboratorio de INIA La Cruz.



Figura 6.5. Frasco de vidrio y puntillas usadas para transporte de avispidas al campo.



Figura 6.6. Liberación de *Trioxys pallidus* en ramillas de nogal.



Figura 6.7. Liberación y confinamiento de *Trioxys pallidus* con mangas de tul.

CAPÍTULO 7

ÁCAROS

Felipe Luengo C. · Carlos Quiroz E.

Varias especies de ácaros pueden encontrarse en nogales alimentándose del follaje. Sin embargo, solo la arañita roja europea y la arañita bimaculada pueden llegar a tener importancia económica y transformarse en plagas. Otras especies no tienen relevancia, como es el caso del ácaro de la erinosis, que a pesar de ser capaz de producir deformaciones como protuberancias en las hojas, no altera la capacidad de la planta para fotosintetizar.

Arañita roja europea *Panonychus ulmi* (Koch)
Acarina: Tetranychidae

Introducción

La arañita roja europea es el ácaro más frecuente y potencialmente más relevante desde el punto de vista económico en plantaciones de nogales. Es una especie que está presente en todo el planeta en más de un centenar de plantas hospederas, incluyendo hortalizas, cereales, ornamentales y especies frutales. En Chile se encuentra desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos, y ha sido descrita atacando una docena de especies frutales, entre las cuales está el nogal.

Descripción y biología

Son ácaros de pequeño tamaño. La hembra es de color rojo ladrillo, cuerpo globular y tiene cuatro hileras de largas setas curvadas ubicadas sobre tubérculos blancos en el dorso (**Figura 7.1**). El macho es de color marrón rojizo, más pequeño que la hembra, delgado y de abdomen más aguzado. Los huevos son rojos y ligeramente aplastados, con un pedicelo característico en el extremo superior, visible con lupa de 10X, lo que permite su rápida identificación.

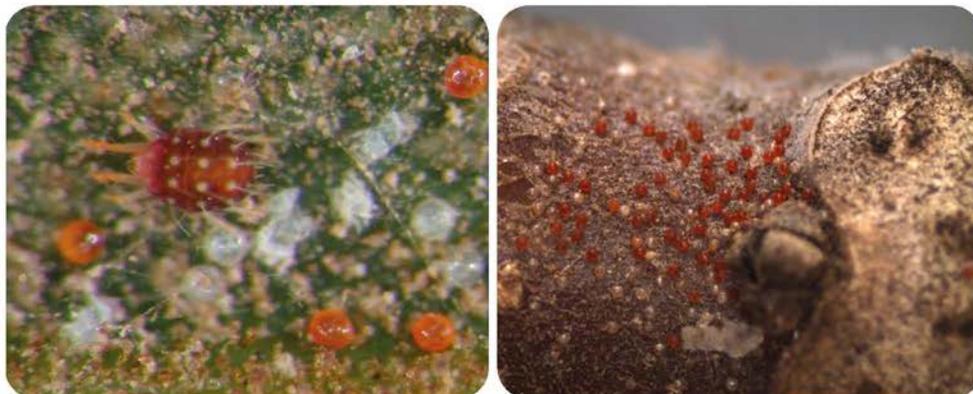


Figura 7.1. Arañita roja europea *Panonychus ulmi* (adulto y huevos).

Panonychus ulmi inverna como huevo, protegidos en la base de las yemas y en las bifurcaciones de ramas y ramillas. La eclosión ocurre tarde en invierno, cuando comienza a aumentar la temperatura y se inicia la ruptura de las yemas. Las poblaciones de la arañita aumentan lentamente en primavera y usualmente no alcanzan altas densidades hasta el verano, a no ser que la primavera sea seca y calurosa. Puede presentar hasta siete generaciones en la temporada, completando el ciclo de cada una en alrededor de 20 días. Además del nogal, entre los hospederos más frecuentes de importancia en las condiciones de la provincia del Choapa están el peral, membrillo, almendro, duraznero y damasco.

Arañita bimaculada

Tetranychus urticae Koch

Acarina: Tetranychidae

Descripción y biología

La arañita bimaculada es similar a la arañita roja europea, pero a principios de temporada presenta una coloración amarillo verdosa y dos manchas oscuras a los lados del dorso (**Figura 7.2**). Las hembras son de forma globosa, miden aproximadamente 0,5 mm, y los machos son más alargados y de menor tamaño. Esta especie inverna como hembra adulta. En primavera, al elevarse la temperatura, las hembras invernantes se activan y comienzan a alimentarse de hojas y malezas. Es una especie muy polífaga y puede encontrarse en muchas malezas y un gran número de plantas cultivadas. Durante este período de alimentación activa, la arañita bimaculada presenta un par de manchas

oscuras en cada lado del cuerpo. En nogales, las colonias se desarrollan primero en el envés de las hojas y al aumentar las poblaciones también en el haz. Cuando los huevos de *T. urticae* son de una ovipostura reciente son esféricos y translúcidos, luego se tornan opacos.

Los estados móviles mudan tres veces antes de convertirse en adultos. Estos ácaros se desarrollan rápidamente con alta temperatura y pueden alcanzar altas poblaciones entre diciembre y enero, con muchas generaciones en un año, ya que con temperatura favorable y disponibilidad de alimento pueden desarrollar una generación en solo siete días. Hacia fines de verano y otoño, adquiere una coloración rojo anaranjada (**Figura 7.3**) y busca lugares protegidos en malezas, terrones o grietas del suelo. A diferencia de la arañita roja europea, la arañita bimaclada es capaz de producir tela en abundancia (**Figura 7.4**).



Figura 7.2. Adulto de arañita bimaclada.



Figura 7.3. Arañita bimaculada hacia fines de verano y otoño.



Figura 7.4. Colonias y tela de arañita bimaculada en hojas de nogal.

Daño de ácaros

Todos los ácaros fitófagos de la Familia Tetranychidae se alimentan raspando la superficie foliar, con lo cual destruyen las células y succionan su contenido. Inicialmente puede observarse un ligero punteado de las hojas, pero una alimentación prolongada de una alta población confiere a las hojas una apariencia bronceada producto de la oxidación y posterior muerte del tejido. La alimentación de las arañitas usualmente no causa

caída de hojas, lo que sucede solo en ataques muy intensos y descontrolados. Infestaciones sucesivas por varios años pueden reducir el rendimiento, ya que el árbol comienza a debilitarse progresivamente.

Manejo de ácaros fitófagos

Como la araña roja europea inverna en estado de huevo en los árboles, es necesario monitorear durante esa época en la base de ramillas y brotes, a fin de estimar la intensidad de ataque que podría manifestarse en la temporada siguiente. Solo si se observa una gran cantidad de masas de huevos en los árboles se justificará hacer un control químico en esa época del año (**Figura 7.5**). En tales condiciones, aplicaciones de aceite mineral al 1% disminuirán significativamente la densidad de los ácaros. En primavera, generalmente las poblaciones de arañas se mantienen bajas y sin que se manifieste pardeamiento de las hojas. En tal caso no es conveniente aplicar un control químico, ya que estas poblaciones bajas son el alimento de arañas benéficas, que las depredan y las mantienen en poblaciones bajas. Varias especies de ácaros depredadores (**Figura 7.6**) controlan tanto a la araña roja europea como a la araña bimaclada. Entre las más importantes se encuentran especies de los géneros *Phytoseiulus* y *Neoseiulus*, las que pueden regular eficientemente a las poblaciones de los ácaros fitófagos. El período de mayor ocurrencia de ataque es en verano, el que por lo general comienza en las hileras de los bordes del huerto, especialmente aquellas cercanas a caminos de tierra, debido a que la acumulación de polvo en las hojas es un factor que disminuye la humedad del sustrato, lo que unido a altas temperaturas crea un ambiente muy favorable para el desarrollo y reproducción de la araña.

Se recomienda monitorear las arañas fitófagas presentes en nogal en dos periodos bien definidos: en invierno se debe monitorear ramillas buscando huevos de araña roja europea y en verano se debe monitorear hojas, buscando la presencia de individuos adultos, sean estos la araña roja europea como la araña bimaclada. El monitoreo debe dirigirse a los focos de ataque de años anteriores, considerando la existencia de registros. En caso contrario se debe buscar en hileras bordes, poniendo especial cuidado a la aparición de bronceamiento de las hojas. En sectores con presencia de arañas se recomienda registrar la presencia de enemigos naturales, los cuales pueden estar disminuidos en número cuando se ha hecho aplicaciones de insecticidas o acaricidas de baja selectividad.



Figura 7.5. Huevos de araña roja europea en la base de yemas de nogal.



Figura 7.6. Ácaro depredador de arañas.

Arañas en nogales de la zona de Choapa

Durante las temporadas 2013-2014 y 2014-2015, en el marco del proyecto de manejo integrado de plagas (MIP) en nogales, se efectuó el monitoreo de ácaros en huertos comenzando en el invierno con la recolección de 20 ramillas por lugar de estudio, para determinar la presencia de ácaros y escamas. Las muestras fueron recolectadas en bolsas plásticas para luego ser evaluadas en laboratorio, donde se procedió a la identificación de especies y su densidad poblacional. Una vez realizado este ejercicio en las temporadas evaluadas, se procedió a la elaboración de un mapa de representación de las mediciones, el cual permitió tener una visión del comportamiento de las plagas en el valle (Figura 7.7). Las evaluaciones fueron realizadas en 20 localidades distribuidas en

toda la cuenca del Choapa, monitoreando un total de 31 predios de agricultores pertenecientes al programa de difusión tecnológica PDT MIP Nugal.

En promedio, se encontró huevos invernantes de la araña roja europea en el 37% y el 34% de los huertos de nogal monitoreados en los inviernos de 2013 y 2014, respectivamente, aunque en ningún caso la cantidad encontrada justificaba el uso de control químico. En ambas temporadas, la mayor presencia se concentró en zonas media y baja del valle, como se observa en las **Figuras 7.8 y 7.9**.

En huertos con alta presencia de huevos de araña roja europea en invierno, se debe realizar un seguimiento en la época estival, monitoreando hojas en al menos 20 árboles por cada 4 o 5 hectáreas, observando presencia de bronceamiento de las hojas o abundante tela (cuando el ataque es de la araña roja bimaclada). Con porcentajes de bronceamiento por sobre 10% de las hojas de un árbol, se recomienda el control con acaricidas con registro para nogal tales como cyhexatin, abamectina, fenpyroximato, spiroticlofen, entre otros. Un monitoreo eficiente permite detectar los primeros focos de infestación de la plaga, y por lo tanto el control debe estar dirigido a estos focos, sin necesidad de aplicar en todo el huerto.

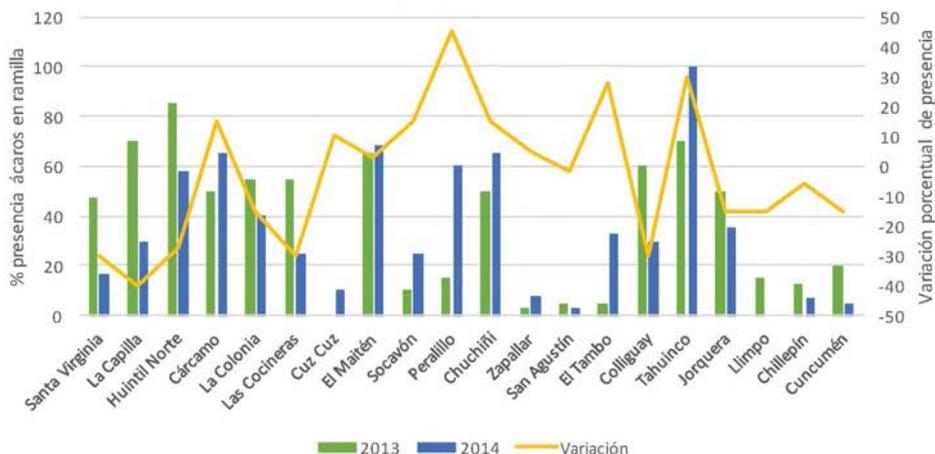


Figura 7.7. Presencia y variación porcentual de ácaros en ramillas de nogal, en dos temporadas evaluadas.



Figura 7.8. Nivel de infestación por ácaros en ramillas de nogal. Provincia del Choapa, invierno 2013.



Figura 7.9. Nivel de infestación por ácaros en ramillas de nogal. Provincia del Choapa, invierno 2014.

CAPÍTULO 8

ESCAMAS

Carlos Quiroz E. · Felipe Luengo C.

Varias especies de escamas (Hemiptera, Diaspididae) han sido descritas atacando nogales en Chile, sin embargo, la única especie que puede llegar a producir un daño importante en los nogales de Choapa es la escama morada del manzano. Otras especies, como la escama de San José o la escama blanca del peral, que son importantes en otras zonas, en el valle del Choapa prácticamente no existen.

Las escamas se caracterizan por tener un escudo o caparazón protector que presenta una forma variable entre diferentes especies, bajo el cual está el cuerpo propiamente tal del insecto que es de color amarillo. Las hembras colocan los huevos bajo este mismo escudo, de los cuales eclosionan las ninfas migratorias, único estado móvil de estos insectos, y que por lo tanto es el que produce la dispersión de la especie. Tanto ninfas como adultos se alimentan mediante largos estiletes bucales con los cuales extraen su alimento de las plantas. Poblaciones muy altas, concentradas en ramas y ramillas pueden debilitar el árbol e incluso producir su muerte.

Escama morada del manzano

Lepidosaphes ulmi (Linnaeus)

(Hemiptera, Diaspididae)

Introducción

La escama morada del manzano, *Lepidosaphes ulmi* L., es una especie que raramente ocasiona problemas fitosanitarios de importancia económica. Sin embargo, pequeños focos de este insecto, pero de alta densidad poblacional, pueden ocasionar la muerte de ramas y hasta árboles completos si no hay control, disminuyendo el potencial productivo de un nocedal. Debido a la resistencia física del insecto proporcionada por su escudo, la determinación del momento oportuno para su control es fundamental.

Descripción y biología

El cuerpo de la hembra presenta un escudo alargado que tiene forma de coma o de una concha de chorito de 3,5 a 4 mm de largo. Es de color marrón oscuro a morado, con un extremo aguzado de color pardo rojizo. Bajo este caparazón se encuentra el insecto, que no presenta ojos ni patas, solo unas antenas muy cortas y los estiletes adaptados para succionar la savia. Estas hembras depositan alrededor de 100 huevos bajo su caparazón (**Figura 8.1**) y posteriormente mueren. Las ninfas migratorias o "crawlers" (**Figura 8.2**) que nacen, deambulan sobre las ramas y ramillas o bien son llevadas por el viento a otros árboles, hasta que encuentran un sitio adecuado y protegido para establecerse. Allí mudan, perdiendo sus patas y ojos; generan su escudo ceroso, insertan su estilete en el tejido vascular de la planta y permanecen en ese lugar por el resto de su vida. Antes de convertirse en una hembra adulta las ninfas mudan en dos ocasiones. Algunos individuos pueden originar machos, los que presentan alas y antenas, lo que les permite volar en busca de las hembras para aparearse. Sin embargo, muchas hembras son capaces de reproducirse partenogenéticamente, es decir, sin la intervención del macho.

En la zona central de Chile, este insecto presenta dos generaciones en la temporada con oviposuras en diciembre y abril. Las hembras fertilizadas en marzo, una vez que terminan su proceso de oviposura mueren, desde fines de abril a mediados de mayo, sin embargo, el escudo ceroso queda intacto protegiendo las ninfas que eclosionan en la temporada siguiente, dependiendo de la acumulación térmica.

Daño

Puede ocurrir debilitamiento del árbol cuando las poblaciones de escamas alcanzan niveles muy elevados, ya que éstos pierden sus defensas con las escamas que pueden cubrir hasta el 100% de la superficie de ramas y ramillas (**Figura 3.2**). El daño se produce por la alimentación de la escama desde el momento en que se fija en las ramillas, donde succiona el contenido de las células, originando la muerte de ramillas o eventualmente del árbol, cuando ocurren ataques severos sin control.

Manejo de la plaga

En un huerto nuevo o sin escamas, la infestación siempre comienza en un sector del huerto donde arriban las primeras ninfas transportadas por el viento o pájaros. Por ello el control cultural es un aspecto muy importante a considerar para evitar la proliferación de los focos de escamas. Mantener los árboles en buen estado de fertilización y riego les dará suficiente vigor como para defenderse de la plaga. El manejo del follaje del árbol con poda para evitar el exceso de sombreamiento también crea condiciones poco favorables para que la escama se establezca. En huertos donde hay focos de escamas, la poda y eliminación de ramas y ramillas fuertemente atacadas permite eliminar al insecto.

Cuando las poblaciones de la escama morada son altas o existen focos muy afectados, se debe recurrir al control químico. El mejor momento para el control de esta plaga es cuando ocurre la emergencia de las ninfas migratorias ya que están más expuestas a los agroquímicos, ya que al fijarse rápidamente, quedan más protegidas por el escudo ceroso, lo que dificulta su control. De ahí la importancia de monitorear las ramillas infestadas para examinar las escamas bajo el caparazón de las hembras y observar cuando las ninfas comienzan a eclosionar. La detección de los focos en el árbol se dificulta dado el color del caparazón de la escama que se asemeja al color del tronco, pero una característica que puede ayudar en la identificación de tales focos es el hecho que los árboles demoran más en botar las hojas, una vez que éstas se secan. Se recomienda observar las ramillas de uno a tres años con la ayuda de una lupa de 10x a 20x. Aplicaciones de aceite mineral al 1% o de detergente durante la emergencia de las ninfas migratorias, controlan adecuadamente y selectivamente la escama. El periodo de emergencia de las ninfas migratorias se extiende por aproximadamente un mes desde el nacimiento de las primeras, por lo cual durante todo ese periodo debe hacerse monitoreo y tomar las medidas de control. Un par de aplicaciones realizadas en el lapso de un mes permitirá cubrir el periodo de eclosión y dispersión de las ninfas, lográndose una drástica disminución de la población de escamas.

Monitoreo en la Provincia de Choapa

Entre los meses de junio y julio de los años 2013 y 2014 fueron implementadas campañas de monitoreo y evaluación de plagas invernales del nogal para los usuarios del proyecto en el valle del Choapa. Estas consistieron en la recolección de 20 ramillas de cada huerto las que fueron extraídas de los focos con presencia de escamas en la temporada anterior o de ramillas con signos de infestación. Estas muestras fueron anali-

zadas bajo lupa estereoscópica para determinar la presencia de escamas, sus estados de desarrollo y el porcentaje de individuos vivos (incidencia).

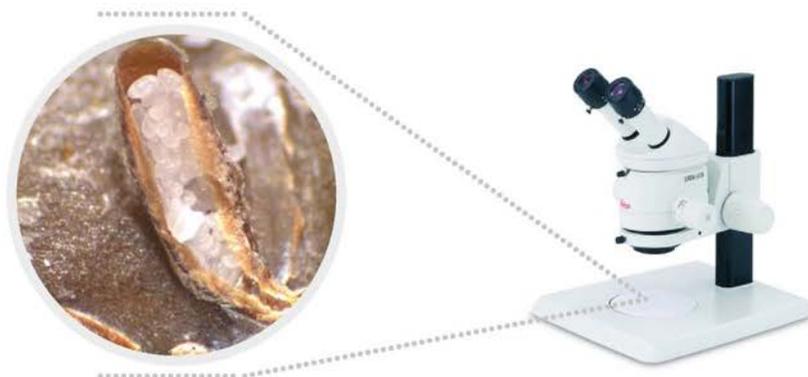


Figura 8.1. Vista ventral de hembra de escama morada del manzano con huevos bajo el caparazón.



Figura 8.2. Eclosión de ninfa migratoria de escama morada del manzano (en círculo rojo).

La evaluación permitió entregar información a los departamentos técnicos de cada organización para establecer un programa de manejo de plagas en invierno, enfocando los esfuerzos principalmente en los huertos con mayor incidencia de escamas. Los datos obtenidos permitieron confeccionar un mapa de la incidencia de escamas en toda la cuenca de Choapa lo que permitió determinar las áreas de mayor riesgo (Figuras 8.3 y 8.4).

En los huertos con focos de infestación de escama se prosiguió con el seguimiento de su ciclo biológico, determinándose que el inicio de la eclosión fue el 11 de septiembre de 2013, con una acumulación de 150,8 grados día (base 10°C) en un predio ubicado en el sector El Maitén, comuna de Illapel. Con estos antecedentes, se implementó un sistema de alerta temprana para los departamentos técnicos pertenecientes al programa, los cuales pudieron canalizar acciones de control de esta plaga. Dada la baja presión de escamas en los campos de los beneficiarios, las aplicaciones de invierno se redujeron a menos del 10%, los productores que hacían dos aplicaciones las redujeron a una.

En el segundo año de estudio, la presión de la plaga en todo el valle fue baja (**Figura 8.4**), obteniéndose la máxima presencia en la localidad de Colliguay (31°48'S, 71°01'W) con un 18% de ramillas infestadas. La primera emergencia de larvas migratorias ocurrió el 16 de septiembre de 2014 con una acumulación de 150,5 grados día a partir del 1 de julio (base 10°C). Durante un mes continuó la emergencia de ninfas móviles, estableciéndose ese período como el momento más adecuado para su control en focos de ataques severos. No obstante lo anterior, considerando que la presión de la plaga fue significativamente menor, no fue necesario efectuar tratamientos de control. En esta segunda temporada se realizó además, un segundo seguimiento para detectar la emergencia de larvas migratorias de la segunda generación, a partir de enero de 2015. La segunda migración de ninfas ocurrió desde el 30 de enero de 2015 con una acumulación térmica de 930 grados día. Desde esa fecha y durante un mes continuó la emergencia de ninfas móviles.

La presencia de la escama morada del manzano en nogales de la provincia del Choapa tuvo un máximo de 60% de las ramillas en el invierno de 2013 y de un 18% en el invierno de 2014. La mayor presencia se concentró desde la zona media del valle hacia abajo (**Figuras 8.3 y 8.4**). A su vez, el 75% de los predios evaluados tuvo una disminución de la presencia de la plaga que fue registrada en la segunda campaña de monitoreo (**Figura 8.5**).



Figura 8.3. Localidades donde fue monitoreada la escama morada del manzano en ramillas de nogal durante el invierno de 2013. Provincia del Choapa.



Figura 8.4. Localidades donde fue monitoreada la escama morada del manzano en ramillas de nogal durante el invierno de 2014. Provincia del Choapa.

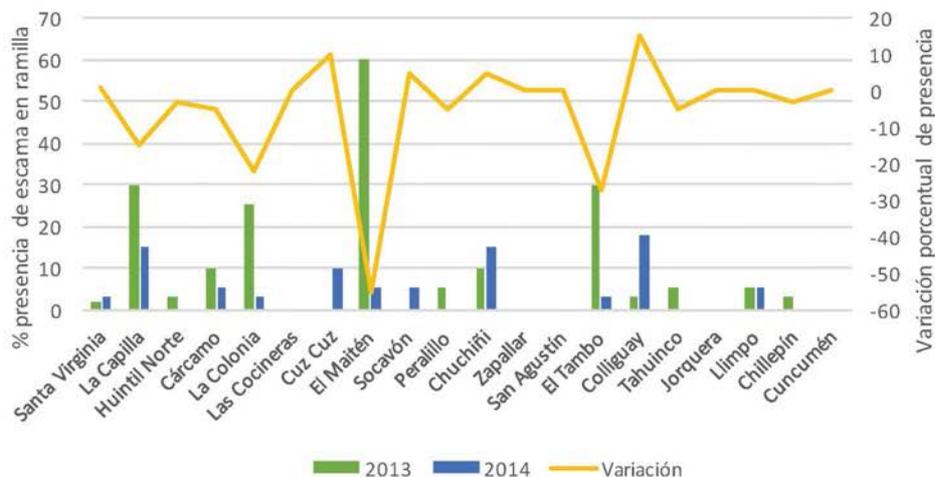


Figura 8.5. Variación porcentual de presencia de escama morada del manzano en ramillas de nogal evaluadas en dos temporadas en la provincia del Choapa.

De acuerdo a la información generada en este proyecto, se consideró que el umbral de daño económico para el control químico de esta plaga es de un 25-30% de ramillas infestadas. Bajo estas condiciones, los únicos huertos que debieron efectuar control durante el invierno de 2013 fueron: El Maitén (60%), La Capilla y El Tambo (30%) y La Colonia (25%). Estos predios recibieron la alerta de emergencia de ninfas inmediatamente después de la primera eclosión, realizándose el control químico en el periodo de mayor vulnerabilidad de la plaga. En la siguiente temporada la presencia de la plaga no superó el 18%.

En todos los predios evaluados se observó la presencia de abundante control biológico de la escama, correspondiente a avispidas del género *Aphytis* (Hymenoptera, Aphelinidae). La casi completa supresión del uso de insecticidas en la época invernal pudo haber incidido en una mayor presencia y actividad de estos enemigos naturales.

Como conclusiones se puede señalar que la emergencia de ninfas móviles ocurre tarde en invierno bajo las condiciones ambientales de la Provincia del Choapa. En la mayoría de los huertos monitoreados, la ocurrencia de este insecto no tiene importancia económica y solo se justificó el control químico en las localidades de mayor presión de la plaga. Los tratamientos químicos realizados en pleno invierno no se justifican ni son efectivos, dado que la hembra se encuentra muerta y sus huevos cubiertos por el

escudo protector; Los tratamientos químicos en predios con presencia mayor a 25-30%, considerando los datos de acumulación térmica, logran un control efectivo de la plaga y finalmente, se debe señalar que es altamente probable que el control biológico se vio favorecido por el menor uso de insecticidas para el control de esta plaga.

CAPÍTULO 9

INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE EQUIPOS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN NOGALES

Patricio Abarca R. · Jorge Riquelme S. · Felipe Luengo C.

El uso de plaguicidas es una de las prácticas generalizadas de la agricultura moderna en el mundo. El uso adecuado de estas sustancias contribuye a que muchos cultivos presenten una buena calidad, además de reducir enormes pérdidas productivas. Al mismo tiempo, la vida de las plantas puede verse afectada por la invasión permanente de enfermedades y plagas, incluyendo también a las malezas como organismos perjudiciales para los cultivos. Las exigencias de calidad en aspectos como el calibre, color, sanidad, y la inocuidad de los alimentos, se torna cada día más importante en las prioridades de los consumidores, y es por ello que el control de plagas y el uso de plaguicidas es una de las tareas más complejas en la agricultura actual.

El control químico, pese a ser una práctica habitual y periódica en muchos huertos, carece de eficiencia y presenta debilidades en su uso, reduciendo el control, aumentando los costos y la contaminación medioambiental. Los productores agrícolas aún no conocen con exactitud los parámetros que se deben considerar para lograr resultados eficientes durante y después del control químico, desconociendo la estrecha relación entre: pulverizador, cultivo, plaguicida, condiciones climáticas y organismo a controlar.

Entre los principales problemas asociados al uso de plaguicidas, se destacan la resistencia de organismos a un ingrediente activo, la baja eficiencia de control por aplicaciones en momentos no apropiados, los volúmenes de aplicación exageradamente elevados sin considerar el tipo de maquinaria, la condición del cultivo, ni el tipo de tratamiento, repercutiendo en un alto costo y contaminación medioambiental, y por último, intoxicación de aplicadores y trabajadores agrícolas. Todos estos factores son el reflejo del desconocimiento de quienes utilizan los plaguicidas y de la ausencia de aspectos legales que ayuden a mejorar la eficiencia del uso de estas sustancias, como por ejemplo, una mayor información de las etiquetas de plaguicidas, incorporación de inspecciones y certificaciones obligatorias de equipos de aplicación, entre otros.

Aplicación de plaguicidas en frutales

La eficiencia de las aplicaciones de plaguicidas tanto en nogal como en otras especies frutales depende exclusivamente de los factores que se analizan a continuación.

Condiciones atmosféricas

Realizar aplicaciones de plaguicidas con condiciones atmosféricas o ambientales desfavorables, aumenta considerablemente las pérdidas, ya sea por deriva o evaporación. Los principales factores ambientales que afectan estas pérdidas son el viento, la humedad relativa y la temperatura. Se recomienda que las aplicaciones no se realicen cuando se sobrepase los 6,5 km/h de velocidad de viento, cuando exista una humedad relativa inferior al 40% y la temperatura sea mayor a 25°C. Las pérdidas por estos tres factores pueden superar el 30% del volumen aplicado (Gil, 2010).

Oportunidad de aplicación

La oportunidad de aplicación hace referencia específicamente al momento fenológico y densidad poblacional de una plaga, o de las condiciones fenológicas y climáticas para que una enfermedad se desarrolle. Para el caso de insectos y ácaros, el monitoreo es una herramienta apropiada para la toma de decisiones, para lo cual se hace necesario conocer muy bien la especie, el estado de desarrollo y el umbral de daño económico para el cultivo, así como también identificar a sus enemigos naturales y la distribución de la plaga dentro del huerto, para de este modo, realizar aplicaciones completas o dirigidas. (Ripa y Larral, 2008).

Tipo de plaguicida y dosificación

En relación al tipo de plaguicida, es importante la elección del producto más adecuado para el cultivo y para la plaga o enfermedad que se desea controlar. Las principales deficiencias respecto al tipo de plaguicida recaen en las dosificaciones, ya que, erróneamente se piensa que con una mayor dosis del producto mayor es su eficacia, sin respetar las indicaciones de la etiqueta. Cuando además los volúmenes de aplicación se sobrestiman, se incrementan considerablemente las cantidades de plaguicida por hectárea, ya que, la gran mayoría de los plaguicidas utilizados en frutales presentan dosificación en base a concentración, por ejemplo; kilogramos de producto por cada cien litros de agua.

Condición del cultivo y diseño de huerto

La regulación de un pulverizador para realizar una aplicación de plaguicidas en frutales, comienza con determinar el correcto volumen de aplicación, según las dimensiones de las plantas, densidad foliar, tipo de cultivo, tipo de maquinaria y el tipo de tratamiento a realizar.

Las condiciones del cultivo son fundamentales para realizar una pulverización con un volumen adecuado, por un lado, disminuyendo las pérdidas por deriva y escurrimiento, por otro lado, mejorando la eficacia de control con dosis adecuadas. No es lo mismo realizar una pulverización en un nogal de cuatro, seis u ocho metros de altura, o si la aplicación es invernal (sin hojas), en puntas verdes o con máximo desarrollo foliar. Por lo tanto, en cada condición se debe estimar un volumen distinto y ajustado a dicha condición.

Una de las técnicas más utilizadas y sencillas para estimar el volumen de aplicación es el TRV (Tree Row Volume), la cual considera cada hilera de árboles como un cajón rectangular, en el cual se podría determinar su volumen si se mide la altura de árbol (ADA), el ancho de copa (ADC) y la distancia entre las hileras (DEH), todas las dimensiones expresadas en metros (**Figura 9.1**)

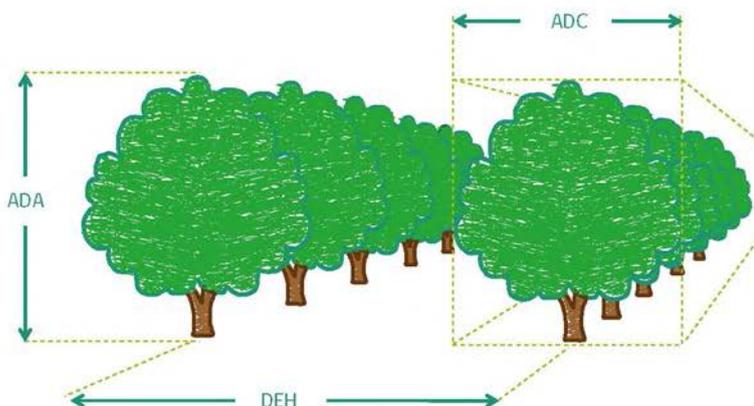


Figura 9.1. Esquema de las dimensiones a considerar en un huerto frutal para la estimación de TRV.

$$TRV = \frac{ADA \times ADC \times 10.000}{DEH}$$

Donde:

- TRV : Volumen de vegetación o de follaje (m³/ha)
 ADA : Altura de árbol promedio (m)
 ADC : Ancho de copa promedio (m)
 DEH : Distancia entre hileras (m)
 10.000 : Factor de conversión (expresado en m²/ha)

Una vez obtenido el volumen de vegetación, se debe ajustar la cantidad de líquido requerido según condiciones propias del cultivo, como por ejemplo: densidad foliar (sin hojas, floración, pleno desarrollo foliar); tipo de tratamiento (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares); tipo de maquinaria (pulverizadores neumáticos, hidráulicos, hidroneumáticos). En el **Cuadro 9.1**, se menciona relaciones desde 10 hasta 120 litros por cada 1.000 metros cúbicos de vegetación. Para frutales pulverizados con equipos hidroneumáticos, las cantidades varían entre 50 hasta 120 L/1000 m³ de vegetación.

Cuadro 9.1: Dosis de pulverización de acuerdo al volumen de vegetación en cultivos frutales (Fuente: Shigueaki y colaboradores, 2011).

VOLUMEN DE PULVERIZACIÓN	D. (L/1.000m ³ de Vegetación)
Muy alto	120
Alto	100
Medio	70
Bajo	50
Muy Bajo	30
Ultra Bajo	10

Por lo tanto, el volumen de aplicación por hectárea a aplicar se obtiene de la siguiente manera:

$$VDA = \frac{TRV \times D}{1.000}$$

Donde:

- VDA : Volumen de aplicación (L/ha)
 TRV : Volumen de vegetación (m³/ha)
 D : Dosis a aplicar por cada 1.000 m³ de vegetación, según **Cuadro 9.1** (L)

Ejemplo:

Se desea aplicar un insecticida en un cultivo de nogales en etapa de desarrollo vegetativo, con una densidad foliar baja, árboles de 5 metros de altura; 4,5 metros de ancho de copa y una distancia entre hileras de 6 metros.

Entonces:

$$\text{TRV} = \frac{5 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{6 \text{ m}} = 37.500 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{VDA} = \frac{37.500 \text{ m}^3/\text{ha} \times 50 \text{ (L)}}{1.000 \text{ m}^3} = 1.875 \text{ L/ha}$$

Para las condiciones propuestas, el volumen adecuado de aplicación es de 1.875 L/ha. Por lo tanto, en base a estas condiciones se debe regular el pulverizador hidroneumático, en lo que respecta principalmente a la elección de boquillas y velocidad de avance.

Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas

En nuestro país, más del 80% de los huertos frutales utiliza pulverizadores hidroneumáticos para la aplicación de plaguicidas (**Figura 9.2**), comúnmente conocidos como “atomizadores”, “nebulizadores” e incluso “turbos”, este último nombre haciendo referencia al ventilador axial que presenta en su parte posterior para el transporte de las gotas. En los huertos de nogales de Choapa, ya sea por las superficies productivas menos extensas y topografía irregular de algunos huertos, la gran mayoría de los agricultores utiliza pulverizadores hidráulicos de pitón ya sea, tirados por tractor o tipo de carretilla. Este tipo de pulverizadores en comparación a los hidroneumáticos, condiciona considerablemente la calidad del control de plagas y enfermedades, como también, otros factores de eficiencia. Los pulverizadores de pitón suelen aplicar volúmenes mayores a los requeridos, especialmente por la dificultad de controlar la aplicación, presentan mayores pérdidas de líquido por escurrimiento, existe mayor probabilidad de intoxicación para él o los aplicadores, hay menor homogeneidad de cubrimiento de gotas, tanto a nivel del árbol como en el huerto, y la capacidad de trabajo suele ser baja, más aún si se trabaja con equipos de estanques pequeños.



Figura 9.2. Pulverizador hidroneumático utilizado en la actualidad para aplicaciones de plaguicidas en frutales.

En la **Figura 9.3**, se observa el porcentaje de uso de pulverizadores en el valle del Choapa para aplicaciones en nogales. Se debe destacar que el uso de pulverizadores hidráulicos de mochila es exclusivo para control de malezas, y no para el control de plagas y enfermedades en los árboles.

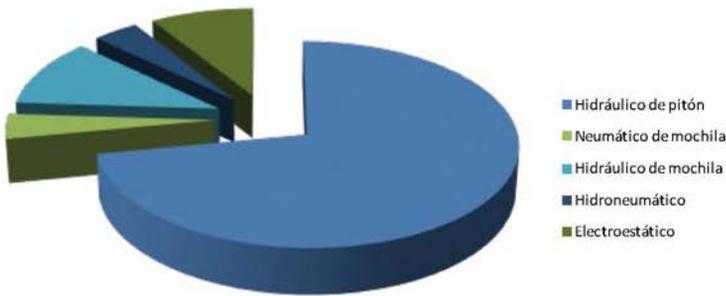


Figura 9.3. Porcentaje de uso de pulverizadores en cultivos de nogales en el valle del Choapa.

El estado y la regulación de los pulverizadores es fundamental para obtener aplicaciones eficaces ante el control de plagas y enfermedades. Las pérdidas de líquido por equipos en mal estado, sin regulación y mal uso de ellos, pueden superar el 50% del volumen aplicado. Este aspecto condiciona que la mantención y regulación de pulverizadores sean las principales herramientas para mejorar y reducir el uso de plaguicidas en la agricultura.

El proceso de inspección y regulación quedan definidos en el siguiente esquema:



Figura 9.4. Esquema de inspección y regulación de un pulverizador hidroneumático.

Como se observa en la **Figura 9.4**, tanto la inspección como la regulación de pulverizadores, forman parte importante en el mejoramiento de las aplicaciones, así como también en reducir los efectos negativos al medio ambiente y evitar accidentes laborales.

Los parámetros a considerar en la inspección y regulación de pulverizadores hidroneumáticos son los siguientes:

Inspección de pulverizadores

La inspección busca principalmente que todos los elementos, tanto del pulverizador como del tractor funcionen correctamente para mejorar la eficiencia de las aplicaciones y lograr un mejor control de plagas y enfermedades, disminuir la contaminación ambiental, ya sea por derrames o deriva de plaguicida y finalmente proteger al operador de accidentes e intoxicaciones.

La inspección para mejorar el control de plagas

Entre los elementos que se inspeccionan en la maquinaria para mejorar la condición del control de plagas y enfermedades, y reducir los riesgos de contaminación ambiental se mencionan a continuación:

Cuadro 9.2. Elementos de maquinaria y su condición ideal para mejorar la eficacia en el control de plagas y enfermedades.

ELEMENTO	CONDICIÓN IDEAL
TRACTOR	Igual o superior a 80 HP Que sea capaz de generar 540 r.p.m. a la TDF.
BOMBA HIDRÁULICA	Flujo continuo de líquido hacia las boquillas y agitación (sin intermitencia).
TACÓMETRO DEL TRACTOR	En funcionamiento
MANÓMETRO	En funcionamiento, aguja en cero cuando el equipo no está en uso. Rango de graduación de 0 a 25 bar (Figura 9.5)
FILTROS	No rotos. Limpios. Graduación según la ubicación que posean en el equipo.
COMANDO DE REGULACIÓN	Al alcance de la mano desde el tractor. Abertura de sectores de pulverizados de forma independiente y conjunta. Regulador de presión en funcionamiento.
AGITADOR	Tamaño suficiente para el volumen del estanque. Agitación constante durante toda la aplicación.
DEFLECTORES DE VIENTO	Presencia tanto en la parte superior como inferior. Ambos con facilidad de orientación.
BOQUILLAS	Simetría entre lado izquierdo y derecho (Material, tipo y caudal). En árboles, ubicación gradual ascendente de caudal. Diferencia de caudal no debe ser superior o inferior al 15% según lo que indica el catálogo del fabricante de la boquilla.



Figura 9.5 Manómetro con graduación correcta de 0 a 25 bares para un pulverizador hidroneumático.

Disminuir contaminación ambiental a través de la inspección

Cuadro 9.3. Elementos de la maquinaria y su condición ideal para disminuir los riesgos de contaminación medioambiental.

ELEMENTO	CONDICIÓN IDEAL
TRACTOR	Sin fugas de aceite y/o combustible. Mantenimiento mínima de aceites y filtros.
ESTANQUE Y CIRCUITO HIDRÁULICO	Sin fugas de líquido (Figura 9.6).
SISTEMA CORTA GOTAS	Presencia y en perfecto estado y sin fugas al momento del trabajo.
TAPÓN DE VACIADO	Asequible y facilidad de abertura y cerrado.
BOQUILLAS	Uso de boquillas antideriva. De caudal ajustado según tratamiento.
VENTILADOR	Que posea velocidad ajustable según condiciones del follaje y dimensiones de las plantas.



Figura 9.6. Fugas en circuito hidráulico, permitiendo pérdida de producto y contaminación medioambiental.

Disminuir riesgo de accidentes del operador a través de la inspección

Cuadro 9.4. Elementos de la maquinaria y su condición ideal para disminuir los riesgos de accidente e intoxicación en operadores.

ELEMENTO	CONDICIÓN IDEAL
TRACTOR	Sin fugas de aceite en peldaños, palancas, pedales o apoyos. Neumáticos con tacos en buen estado.
JUNTA CARDÁNICA	Con funda plástica protectora completa. Sujeción de funda en ambos extremos (Figura 9.7).
ESTANQUE Y CIRCUITO HIDRÁULICO	Sin fugas de líquido, ni derrames. Visor externo en buen estado para ver contenido de líquido.
COMANDO REGULADOR	Al alcance de la mano desde el tractor, sin mayor esfuerzo.
ESTANQUE AGUA LIMPIA	Disponer de un estanque de agua limpia con al menos 10 litros, con dispensador funcional y adherido al estanque principal.
NEUMÁTICOS PULVERIZADOR	En buen estado e inflados a la presión correcta, según indicaciones del fabricante.
REJILLAS DEL VENTILADOR	Rejilla fina que ninguna extremidad del operador alcance las aspas.



Figura 9.7. Junta cardánica sin funda protectora, facilitando el riesgo de accidentes por enrollamiento.

Regulación de pulverizadores

La regulación de pulverizadores busca principalmente que todos los parámetros de la maquinaria, tanto del tractor como del pulverizador, se encuentren “regulados” para ajustar el volumen de aplicación determinado según TRV y aplicar ese volumen, uniformemente y con buen cubrimiento en todo el huerto.

Los parámetros a regular en la maquinaria para mejorar la eficacia de control, se mencionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.5. Parámetros a considerar en un pulverizador hidroneumático para la eficiente aplicación de plaguicidas en nogales.

ELEMENTO	CONDICIONES ÓPTIMAS PARA NOGALES (*)
VELOCIDAD DE AVANCE	No debiese superar los 3,5 km/h para este cultivo. (Velocidad sujeta a condiciones del terreno, tamaño de las plantas y densidad foliar al momento de la aplicación).
REVOLUCIONES A LA TDF	El tractor debe alcanzar sin problemas un régimen de 540 r.p.m. a la toma de fuerza (TDF).
PRESIÓN DE TRABAJO	Las boquillas funcionan bien en un rango de 7 a 14 bares (100 a 200 PSI).
BOQUILLAS	A una presión media de 10 bares, es recomendable que la boquilla más pequeña no sea menor a 1,5 L/min, y la más grande no sea mayor a 5 L/min. Se recomienda al menos un número de 10 boquillas por cada lado del equipo.
VOLUMEN DE AIRE DEL VENTILADOR	A las 540 r.p.m. de la TDF se debe lograr al menos un volumen de aire de 70.000 m ³ /h. (Dependerá de la densidad foliar y el tamaño de las plantas). Algunos huertos de gran altura requieren más de 80.000 m ³ /h de aire desde el ventilador.

(*) La condición ideal del uso de la maquinaria, dependerá de las condiciones propias de cada huerto, pudiendo variar de acuerdo al terreno y específicamente al diseño del cultivo (tamaño de plantas, formación, densidad foliar, etc).

Para el caso de pulverizadores hidráulicos de pitón, es más compleja la recomendación general del uso de los equipos, pues la calidad de la aplicación depende en mayor grado de la apreciación visual del aplicador y el movimiento que se realice con el pitón hacia el árbol. No obstante, el tamaño de la gota queda condicionado al tamaño de la boquilla y a la presión de trabajo.

Para el control de malezas en huertos pequeños de frutales, es habitual el uso de pulverizadores hidráulicos de mochila conocidos como “bombas de espalda” (**Figura 9.8**), los cuales, al igual que los hidráulicos de pitón, generan gotas por presión de líquido, misma energía que las transporta hasta el objetivo.



Figura 9.8. Pulverizador hidráulico de mochila, utilizado principalmente para el control de malezas.

Este tipo de pulverizadores trabaja a presiones bajas (1 a 4 bar), y se recomienda que se utilicen con una sola boquilla, pues la adición de más boquillas disminuye la presión y afecta el tamaño de las gotas y la aspersion de las mismas. Para el control de malezas en este tipo de pulverizadores se recomienda el uso de boquillas deflectoras o tipo espejo (**Figura 9.9**), ya que éstas presentan un patrón de gotas más bien homogéneo a lo largo del abanico de aplicación, diferenciándolas de las de abanico plano estándar. Las boquillas deflectoras o tipo espejo (dependiendo de la altura respecto a la maleza) el ancho de trabajo puede ir desde los 0,8 hasta los 1,5 metros. Respecto al caudal, es recomendable que una boquilla utilizada en un pulverizador hidráulico de mochila para el control de malezas, a una presión media de 3 bar, aplique en un rango de 0,6 hasta 1 L/min.



Figura 9.9. Modelo de una boquilla deflectora o tipo espejo, recomendada para aplicación de herbicidas con pulverizadores hidráulicos de mochila. (el color es referencia, se debe utilizar el caudal mencionado anteriormente, el cual dependerá exclusivamente de la empresa que la fabrique).

Comprobación de la calidad de aplicación

Independiente del tipo de tratamiento, es esencial realizar la comprobación de la pulverización en terreno. Erróneamente, se piensa que “el goteo” de la pulverización en el follaje posterior a la aplicación indica un buen tratamiento, sin embargo, esta condición sólo genera contaminación al suelo y un gasto excesivo en el uso de agua, plaguicidas, tiempo de aplicación y combustible, entre otros.

La comprobación de la calidad de una pulverización en terreno tiene estrecha relación con el tamaño y número de gotas aplicadas uniformemente en toda la planta y por supuesto en todo el huerto. A esto se le denomina “cubrimiento” y para determinarlo en una pulverización se debe utilizar papeles hidrosensibles, los cuales son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto con la gota (**Figura 9.10**). La cantidad de gotas y su tamaño obedece exclusivamente al tipo de tratamiento, no obstante, un papel que posterior a la aplicación quede sin teñirse indica deficiencia de aplicación, un papel totalmente azul indicaría exceso, y un papel con muchas y pequeñas manchas de color azul indicaría una buena pulverización.



Figura 9.10. Uso de papeles hidrosensibles para comprobación de cubrimiento. Izquierda: papel hidrosensible antes de pulverizar; Derecha: papel hidrosensible después de una pulverización eficiente.

El uso de papeles hidrosensibles es primordial para determinar la calidad de una aplicación en terreno, pero éstos deben ser bien ubicados para representar fielmente el estado de la pulverización. Por ello, se recomienda colocar cuadrados de papel hidrosensible de al menos 2,5 cm de lado, en una vara que sobrepase el tamaño de los árboles. Los papeles deben ir distanciados máximo a 50 cm uno de otro, desde la base hasta un

metro por sobre el follaje. Idealmente se debe utilizar tres varas por árbol, ubicadas al centro y dos a media profundidad (**Figura 9.11**). Dependiendo de la densidad foliar y el tamaño de los árboles, se puede utilizar sólo una al centro del árbol con al menos tres repeticiones (tres árboles distintos en la misma hilera). Dado que la vara del centro es la que tiene más dificultades para recibir gotas, dará una muestra clara de la efectividad de la aplicación.

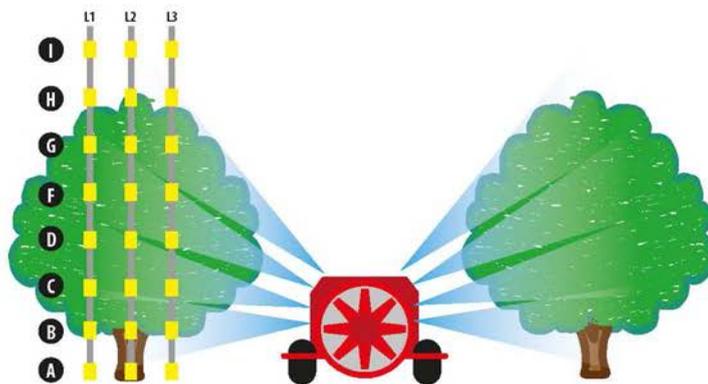


Figura 9.11. Ubicación de listones con papeles hidrosensibles vistos desde la sobre hilera.

Una maquinaria en buen estado, bien regulada con volumen ajustado según TRV, aplicando un plaguicida adecuado con buenas condiciones climáticas, en el momento correcto y comprobado con papeles hidrosensibles, son los factores claves para lograr el éxito en el control de plagas y enfermedades en nuestro cultivo.

CAPÍTULO 10

ESTUDIO DE CASO: IMPACTO ECONÓMICO DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN UN HUERTO DE NOGALES.

Sebastián Santelices S. · Carlos Quiroz E. · Felipe Luengo C.

Al momento de asesorar a un productor agrícola es fundamental respaldar las tecnologías recomendadas con un análisis económico que las avale, ya que así se puede lograr una adopción de éstas mucho más rápida y efectiva. Por este motivo, en la unidad demostrativa implementada en el predio del agricultor Sr. Jorge Chahuán fue realizado un análisis comparativo de los costos de producción antes de implementar el paquete tecnológico recomendado por INIA en cuanto a manejo de plagas (temporada 2013-2014) y luego de que el productor llevara a cabo las prácticas y manejos recomendados (Temporada 2014-2015).

Para analizar los costos, éstos fueron desglosados en los siguientes ítems:

- **Mano de obra** que consideró todas las labores relacionadas con las actividades productivas del huerto que se indican a continuación: control de malezas, poda, aplicación de fertilizantes, monitoreo y control de plagas, faenas de cosecha, labores de riego y mantenimiento del sistema de riego.
- **Maquinaria** que contabilizó las horas que se requirieron en todas las labores de campo asociadas a faenas de cosecha y a las aplicaciones de herbicidas, insecticidas y fungicidas.
- **Insumos** que incluyeron a todos los productos, materiales o servicios adquiridos que fueron necesarios para el manejo del huerto. Específicamente los insumos considerados en la evaluación fueron: fertilizantes, plaguicidas, reguladores de crecimiento y energía eléctrica.
- **Costos fijos** que corresponden a aquellos que no están ligados directamente con la producción del predio. Para el caso evaluado solo se consideró el costo de administración de los derechos de aprovechamiento de agua.

A partir de la información de costos registrada durante el periodo evaluado, se generó un cuadro comparativo por ítem, para determinar en qué puntos se logró una mayor reducción de los costos de producción (**Cuadro 10.1; Figura 10.1**). Es importante destacar que la reducción de costos no tuvo efectos negativos en el rendimiento del cultivo. De hecho, el rendimiento aumentó en 33%, pasando de 1.806 Kg/ha a 2.417 Kg/ha, aunque este aumento puede atribuirse a la edad de los árboles que aún se encontraban en fase de crecimiento y desarrollo.

Cuadro 10.1. Comparación de costos por hectárea en huerto de nogales, temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

	Temporada 2013-2014		Temporada 2014-2015		Diferencia	
	Costos (\$/ha)	Porcentaje	Costos (\$/ha)	Porcentaje	Costos (\$/ha)	Porcentaje
Mano de obra	326.835	17,42	304.735	17,38	22.100	-6,76
Maquinaria	88.631	4,72	35.336	2,01	53.295	-60,13
Insumos	1.363.476	72,67	1.322.180	75,39	41.296	-3,03
Costos fijos	8.333	0,44	8.333	0,48	0	0,00
Imprevistos (5%)*	88.947	4,74	83.113	4,74	5.835	-6,56
TOTAL	1.876.222	100	1.753.697	100	122.525	-6,53

*El ítem imprevistos se calculó como el 5% de los costos variables (Mano de obra + Maquinaria + insumos).

De acuerdo al **Cuadro 10.1**, en base a las tecnologías implementadas, se logró reducir los costos en un 6,53%, lo cual se traduce en \$122.525 por hectárea. El ítem donde se observó una mayor reducción de costos, fue en maquinaria, debido a las disminuciones en el número de aplicaciones de plaguicidas. El ítem se redujo en poco más de un 60%, ahorrándole al productor \$53.295 por hectárea.

Es importante destacar que cualquier reducción de costos, significa directamente un aumento de las utilidades en la misma cantidad que la disminución (ahorro), siempre y cuando la reducción de costos no afecte los ingresos (rendimiento) como es el caso actual. Es decir, el productor aumentó sus utilidades en más de \$100.000 por hectárea aplicando las tecnologías transferidas.

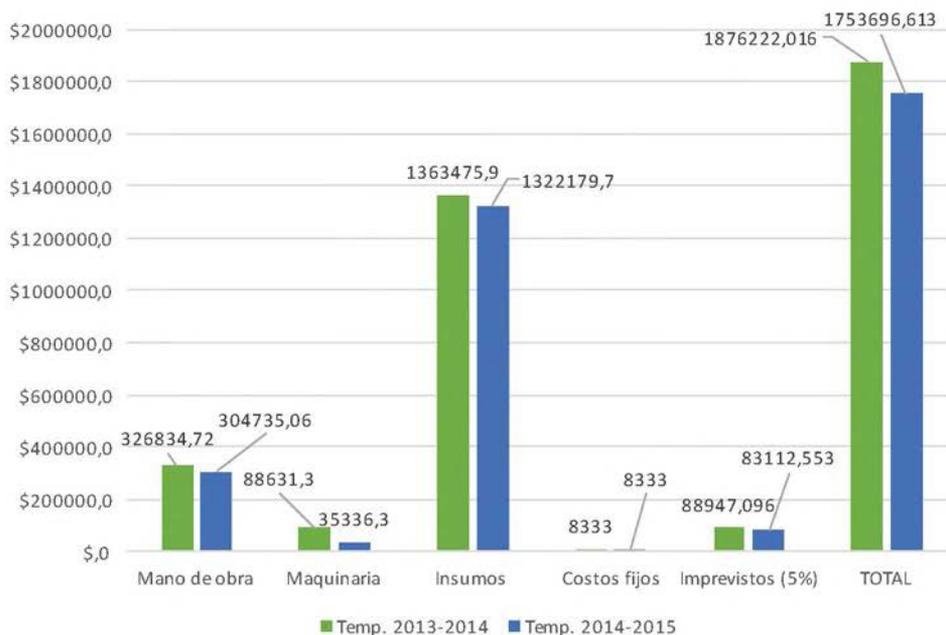


Figura 10.1. Cuadro comparativo de costos por hectárea en huerto de nogales. Temporadas 2013-2014 y 2014-2015.

Al analizar el programa sanitario de 2014 (**Cuadro 10.2**) se observa que hubo cinco aplicaciones de insecticidas, las dos primeras para el control de la polilla de la manzana, efectuadas en octubre y noviembre, de acuerdo al monitoreo mediante captura en trampas de feromona. Las aplicaciones de diciembre, enero y febrero fueron dirigidas principalmente para el control del pulgón del nogal, ya que las poblaciones aumentaron en la temporada llegando a un promedio superior a 50 pulgones/folículo (**Figura 5.6**). En esta temporada se efectuó la liberación del parasitoide *Trioxys pallidus*, cuyo efecto de parasitación comenzó a observarse hacia fines de la temporada, encontrándose un 100% de parasitismo en los pulgones presentes en los folículos al inicio de la caída de hojas.

Cuadro 10.2 Programa de aplicaciones de agroquímicos en un huerto de nogales cv. Serr, sector Panguesillo, temporada 2013-2014.

Nº	MES	PRODUCTO	TIPO DE PRODUCTO	PLAGA-OTRO	DOSIS	DURACIÓN	EQUIPO	ESTANQUES
1	Agosto	Cianamida Hidrogenada	Regulador de Crecimiento	Floración	2L/100L	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L
2	Septiembre	Retain (AVG)	Regulador de Crecimiento	Aborto flor pistilada	830gr/ha	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L
3	Octubre	Coragen	Insecticida	Polilla de la manzana	20cc/100L	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L
4	Noviembre	Intrepid	Insecticida	Polilla de la manzana	20cc/100L	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L
5	Diciembre	Calypso	Insecticida	Polilla de la manzana/ pulgón	20cc/100L	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L
6	Enero	Calypso	Insecticida	Polilla de la manzana/ pulgón	20cc/100L	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L
7	Febrero	Calypso	Insecticida	Polilla de la manzana/ pulgón	20cc/100L	6 días	Pulverizador 1500L	22/1500L

En la temporada 2014-2015 hubo solo una aplicación de insecticida para el control de polilla de la manzana, efectuada a principios de octubre (**Cuadro 10.3**). No fue necesaria una segunda aplicación ya que, de acuerdo al monitoreo efectuado con trampas, la presión de plaga fue baja durante el resto de la temporada. Por otra parte, tampoco fue necesario controlar pulgones ya que sus poblaciones disminuyeron significativamente en relación a la temporada anterior, alcanzando un máximo de poco más de un pulgón/ folíolo y un parasitismo de 50% a principios de marzo (**Figura 5.6**).

Cuadro 10.3. Programa de aplicaciones de agroquímicos en un huerto de nogales cv. Serr, sector Panguesillo, temporada 2014-2015.

Nº	MES	PRODUCTO	TIPO DE PRODUCTO	PLAGA - OTRO	DOSIS	DURACIÓN	EQUIPO	ESTANQUES
1	Agosto	Cianamida Hidrogenada	Regulador de Crecimiento	Floración	2L/100L	4 días	Pulverizador 1500L	16/1500L
2	Septiembre	Retain	Regulador de Crecimiento	Aborto flor pistilada	830gr/ha	4 días	Pulverizador 1500L	16/1500L
3	Octubre	Calypso	Insecticida	Polilla de la manzana	20cc/100L	4 días	Pulverizador 1500L	16/1500L

Se debe mencionar que, además de la calibración de los equipos de aplicación y la correcta dosificación, realizada de acuerdo a la metodología detallada en el capítulo correspondiente de este boletín, permitió disminuir de 22 estanques de 1500 litros,

aplicados en 6 días en cada operación de control (tiempo necesario para cubrir toda la superficie del huerto en este predio) en la temporada 2013-2014, a un total de 16 estanques aplicados en 4 días en la temporada siguiente, con el consecuente ahorro de plaguicidas, combustible, tiempo, costos, y menores riesgos de contaminar el ambiente y afectar la salud de las personas.

El análisis técnico-económico de las dos temporadas se entrega en los **Cuadros 10.4 y 10.5**

Cuadro 10.4. Análisis técnico-económico de la producción de nueces en huerto del sector Panguessillo, temporada 2013-2014.

Ficha técnico-económica						
Temporada 2013-2014						
Superficie total (ha)	1,00					
1 ha 2014	Destino Mercado:					
Régimen hídrico:	Variedades: Nogal (Serr)					
Fecha cosecha: Mar-Abr	Marco plantación: 7 x 6					
	Densidad de plantas/ha: 238					
Rendimiento por variedad (kg/ha):			Precios 2014			
Serr	1.806		Jornada Hombre (J/H)		\$11.818	
TOTAL			Rango (\$/lt)		\$9.500	
Margen neto superficie informada			Aceite Miscible (\$/lt)		\$4.858	
Ingresos	\$4.513.750		Calypso (\$/lt)		\$170.000	
Costos	\$1.876.222		Intrepid (\$/lt)		\$86.481	
Margen neto	\$2.637.528		Ultrasol® Especial NDCH 1		\$668	
Regado por hectárea (m³/ha/año):			Ultrasol® Especial NDCH 2		\$591	
Volumen regado			Acido Húmico (\$/lt)		\$2.401	
			Amintec		\$372	
			Cienamida hidrogenada (\$/lt)		\$4.000	
			Retain (AVG) (\$/Kg)		\$419.928	
			Coragen (\$/lt)		\$120.000	
Labor/Insumo	Época	Cantidad	Unidad	Precio(\$/un)	Valor (\$)	
Mano de obra (a)						
Control de malezas	-	1,3	J/H	11.818	15.363	
Labores de riego y mantenimiento sistema riego	-	1,0	J/H	11.818	11.818	
Poda	-	2,7	J/H	11.818	31.909	
Aplicación fertilizantes	-	1,3	J/H	11.818	15.363	
Monitoreo plagas	-	0,5	J/H	11.818	5.909	
Control de plagas	-	2,2	J/H	11.818	26.000	
Cosecha	-	11,0	J/H	20.000	220.000	
Total mano de obra					326.833	
					17,42%	
Maquinaria (b)						
Aplicación herbicidas	-	0,3	J/M	26.800	8.040	
Aplicación plaguicidas	-	2,2	J/M	28.500	62.700	
Cosecha	-	0,6	J/M	29.330	17.891	
Total maquinaria					88.631	
					4,72%	
Insumos (c)						
-Fertilizantes:						
Ultrasol® Especial NDCH 1	-	271,8	\$/Kg	668	181.562	
Ultrasol® Especial NDCH 2	-	116,5	\$/Kg	591	68.852	
Acido Húmico	-	219,3	\$/lt	2.401	526.539	
Amintec	-	23,8	\$/Kg	372	8.846	
-Plaguicidas:						
Calypso	-	0,6	\$/lt	110.000	66.000	
Coragen	-	0,2	\$/lt	120.000	24.000	
Intrepid	-	0,2	\$/lt	86.481	17.296	
-Herbicidas:						
Rango	-	1,7	\$/lt	9.500	16.150	
-Otros:						
Cienamida hidrogenada	-	18,0	\$/lt	4.000	72.000	
Retain (AVG)	-	0,9	\$/lt	419.928	356.939	
Aceite Miscible	-	0,1	\$/lt	4.859	292	
Energía Riego	-	-	-	-	25.000	
Total insumos					1.363.476	
					72,67%	
A. Total costos variables (a+b+c) + imprevistos (a+b+c)*0.05						1.867.389
B. Costos fijos						
Derechos de agua				Observación		Valor (\$)
				Costo adm. Derechos de agua		8.333
Total Costos fijos						8.333
Total costos (A+B)						1.875.722
Análisis de sensibilidad						
Margen neto (\$/ha)						
Rendimiento (kg/ha)	Precio (\$/Kg)					
	2.250	2.500	2.750			
1.625	1.779.915	2.186.153	2.592.390			
1.806	2.186.153	2.637.528	3.088.903			
1.986	2.592.390	3.088.903	3.585.415			
Punto de equilibrio (5)						
Rendimiento (Kg/ha)						
1.625			1.806			
\$ 1.155			\$ 1.039			
			1.986			
			\$ 945			

Cuadro 10.5. Análisis técnico-económico de la producción de nueces en huerto del sector Panguesillo, temporada 2014-2015.

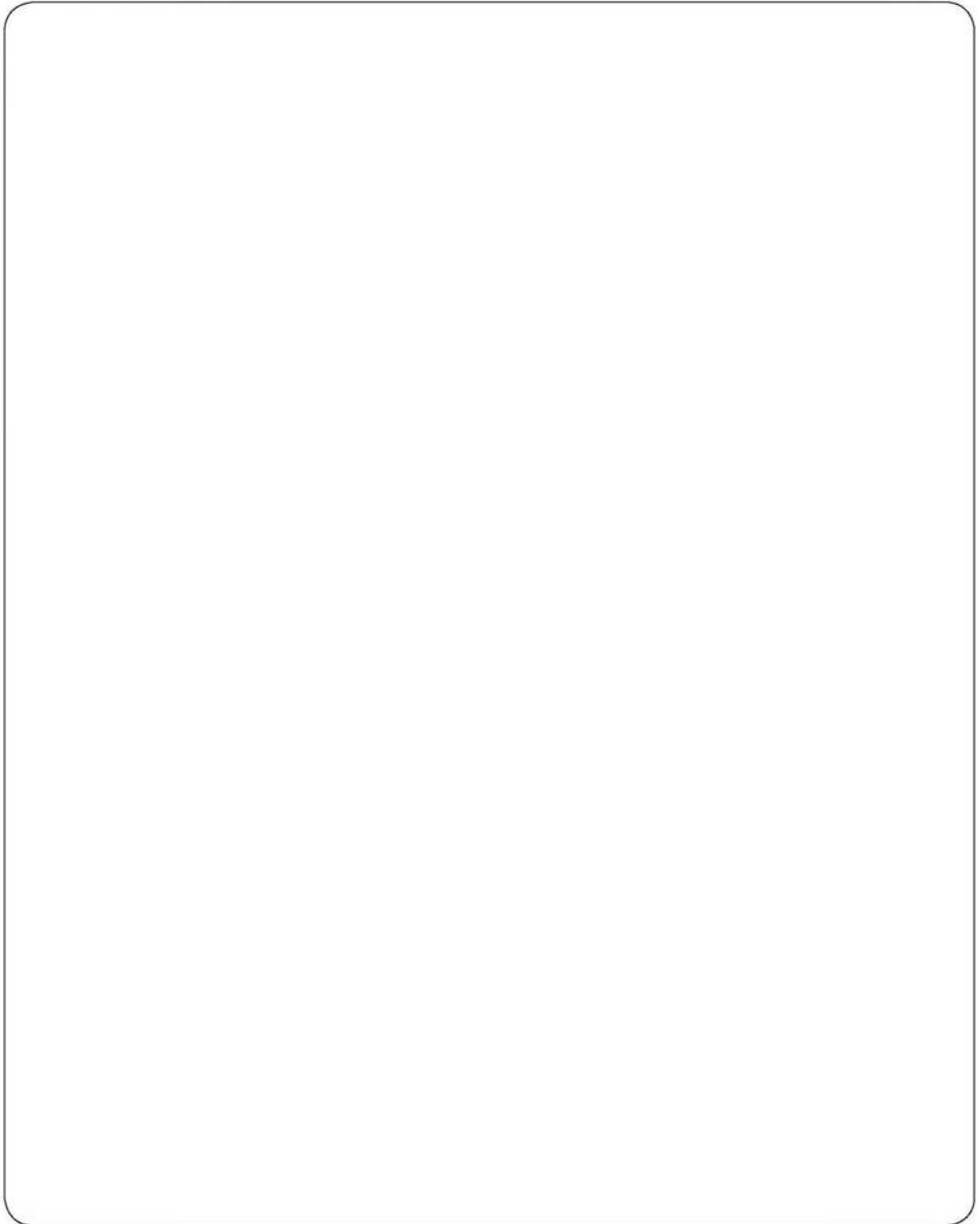
Ficha técnico-económica						
Temporada 2014-2015						
Superficie total (ha)	1,00					
1 ha 2014		Destino Mercado:				
Régimen hídrico:		Variedades:	Nogal (Serr)			
Fecha cosecha:	Mar-Abr	Marco plantación:	7 x 6			
		Densidad de plantas/ha:	238			
Rendimiento por variedad (kg/ha):			Precios 2014			
Serr			Jornada Hombre (J/H)		\$11.818	
	2.417		Rango (\$/lt)		\$9.500	
TOTAL	2.417		Aceite Miscible (\$/lt)		\$4.859	
Margen neto superficie informada			Calypso (\$/lt)			\$110.000
Ingresos	\$6.042.500		Ultrasol® Especial NDCH 1		\$688	
Costos	\$1.753.697		Ultrasol® Especial NDCH 2		\$591	
Margen neto	\$4.288.803		Acido Húmico (\$/lt)		\$2.401	
Regado por hectárea (m3/ha/año):			Amintec			\$372
Volumen regado			Cienamida hidrogenada (\$/lt)			\$4.000
			Retain (AVG) (\$/Kg)			\$419.928
Labor/Insumo						
Época		Cantidad	Unidad	Precio(\$/un)	Valor (\$)	
Mano de obra (a)						
Control de malezas	-	1,3	J/H	11.818	15.363	
Labores de riego y mantención sistema riego	-	1,0	J/H	11.818	11.818	
Poda	-	2,7	J/H	11.818	31.909	
Aplicación fertilizantes	-	1,3	J/H	11.818	15.363	
Monitoreo plagas	-	0,5	J/H	11.818	6.382	
Control de plagas	-	0,3	J/H	11.818	3.900	
Cosecha	-	11,0	J/H	20.000	220.000	
Total mano de obra					304.735	
					17,38%	
Maquinaria (b)						
Aplicación herbicidas	-	0,3	J/M	26.800	8.040	
Aplicación plaguicidas	-	0,3	J/M	28.500	9.405	
Cosecha	-	0,6	J/M	29.330	17.891	
Total maquinaria					35.336	
					2,01%	
Insumos (c)						
-Fertilizantes:						
Ultrasol® Especial NDCH 1	-	271,8	\$/Kg	688	181.562	
Ultrasol® Especial NDCH 2	-	116,5	\$/Kg	591	68.852	
Acido Húmico	-	219,3	\$/lt	2.401	526.539	
Amintec	-	23,8	\$/Kg	372	8.846	
-Paguicidas:						
Calypso	-	0,6	\$/lt	110.000	66.000	
-Herbicidas:						
Rango	-	1,7	\$/lt	9.500	16.150	
-Otros:						
Cienamida hidrogenada	-	18,0	\$/lt	4.000	72.000	
Retain (AVG)	-	0,9	\$/lt	419.928	356.939	
Aceite Miscible	-	0,1	\$/lt	4.859	292	
Energía Riego	-	-	-	-	25.000	
Total insumos					1.322.180	
					75,39%	
A. Total costos variables (a+b+c) + imprevistos (a+b+c)*0,05						
					1.745.364	
B. Costos fijos						
Observación					Valor (\$)	
Derechos de agua	Costo adm. Derechos de agua				8.333	
Total Costos fijos					8.333	
					0,48%	
Total costos (A+B)						
					1.753.697	
Análisis de sensibilidad						
Margen neto (\$/ha)						
Rendimiento (kg/ha)	Precio (\$/Kg)					
	2.250	2.500	2.750			
2.175	3.140.728	3.684.553	4.228.378			
2.417	3.684.553	4.288.803	4.893.053			
2.659	4.228.378	4.893.053	5.557.728			
Punto de equilibrio (5)	Rendimiento (Kg/ha)					
	2.175	2.417	2.659			
	\$ 806	\$ 726	\$ 660			

BIBLIOGRAFÍA

- Alatorre, R., H. Bravo, J.L. Leyva y A. Huerta. 2012. Manejo Integrado de Plagas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, SAGARPA, México. Ficha Técnica 12 p.
- Alatorre, R., H. Bravo, J.L. Leyva y A. Huerta. 2001. Manejo integrado de plagas, Secretaria de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, Sistema de Agronegocios Agrícolas.
- Bajwa, W. and M. Kogan. 2002. Compendium of IPM definitions (CID) What is IPM and how is it defined in the worldwide literature? Integrated Plan Protection Center (IPPC) n°998, Oregon State University (Ed.), Corvallis, USA.
- Cañedo, V., A. Alfaro y J. Kroschel. 2011. Manejo Integrado de Plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima Perú.
- Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas. 2014. CEAZA-MET. Estaciones Meteorológicas. Disponible en: http://www.ceazamet.cl/index.php?pag=mod_mapa&p_cod=ceazamet [Accessed 11 de september 2013].
- Dent, D. 2000. Insect Pest Management 2nd Edition CABI Publishing, London, UK. 424 p. Available in: <http://www.embrapa.br/documents/1344498/2767889/insect-pest-management.pdf/314d8a03-c54e-4e90-a320-37ca1ad77aeb>.
- FORESTRY SUPPLIERS. 2015. Available in: http://www.forestry-suppliers.com/product_pages/Products.asp?mi=18431
- Gil, E. 2010. DOSAFRUT. Determinación del volumen de caldo en tratamientos fitosanitarios de plantación de frutales. Disponible en: <http://.dosafрут.es/public/pdfs/DOSAFRUT.pdf> . Leído en julio de 2012.
- IRAC. 2014. Available in: <https://play.google.com/store/apps/details?id=irac.moa>
- JICA. 2010. Guía de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para Técnicos y Productores. Versión 1. Disponible en www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. Annual Review of Entomology. 43:243-270.
- Larral, P. y R. Ripa. 2009. Aceite mineral en manejo integrado de plagas en cítricos. Revista Tierra Adentro 84:20-22.
- Lobos, G. y F. Meza. 2012. Uso de reguladores de crecimiento en nogal, en la provincia del Choapa. Revista Tierra Adentro 102:41-46.

- Maredia, K.M., D. Dakouo and D. Mota. 2005. Review of Integrated pest management in the global arena. Faculty Publications: Department of Entomology. Paper 229.
- Navarro, D.A. 2010. Manejo Integrado de Plagas. Cooperative Extension Service University Of Kentucky College of Agriculture, Lexington, KY, 40546, ID 181.
- ODEPA-CIREN. 2011. Catastro frutícola, Región de Coquimbo. 42 p.
- ODEPA. 2014. Exportaciones regionales, avance por producto. Disponible en: <http://www.odepa.cl/exportaciones-regionales-avance-por-producto-pais/>.
- ODEPA. 2015. Exportaciones regionales, avance por producto. Disponible en: <http://www.odepa.cl/exportaciones-regionales-avance-por-producto-pais/>
- Quiroz, C. 2013. Manejo Integrado de Plagas del Damasco. En: Taller de difusión tecnológica de manejos fitosanitarios del damasco. Provincia del Choapa, Región de Coquimbo, Chile. 54 p.
- Quiroz, C., C. Contreras, F. Luengo y A. Pérez. 2013. Situación actual del manejo de plagas en productores de nogales de la Cooperativa Frutícola AGRONUEZ y Agrícola Comercial Nueces del Choapa. Informe Técnico, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Intihuasi. 46 p.
- Ripa, R., P. Larral (eds.). 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA N°23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, Quillota, Chile. 399 p.
- Ripa, R. y P. Luppichini. 2010. Manejo de plagas del nogal. Colección Libros INIA N°25. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, Quillota, Chile. 116 p.
- Silva, G. y R. Hepp. (eds) 2003. Bases para el manejo racional de insecticidas. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Chillán, Chile. 307 p.
- Shigueaki, R., M. Texeira y C Batista de Alverenga. 2011. Volumen diferenciado. Máquinas - Cultivar. Julio 2011, año X - N° 109. 8 - 10 pp.
- Strand, L. 2003. Integrated pest management for Walnuts. 3° ed. California, USA. Agriculture and natural resources publication. 136 p.
- Valenzuela, J., J. Espinoza y A. Parra. 1992. Variedades comerciales de nogal. Serie La Platina N°34, 18 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.

Notas



Notas

