



***Cydia pomonella* Linnaeus**
(Gusano de la pera y la manzana o carpocapsa)

Cichón, L.; Garrido, S.; Lago, J. y D. Fernández

74	<i>Introducción</i>
74	<i>Nombre de la plaga y sinonimias</i>
75	<i>Caracteres morfológicos</i>
77	<i>Origen y distribución geográfica</i>
77	<i>Bionomía</i>
79	<i>Desarrollo estacional / Ciclo biológico</i>
79	<i>Monitoreo</i>
80	<i>Monitoreo en grandes áreas</i>
82	<i>Bibliografía</i>
87	<i>Modelos de predicción</i>
88	<i>Análisis de los tres vuelos estacionales de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén</i>
91	<i>Ajuste del modelo logístico</i>
91	<i>a-Emergencias del primer vuelo</i>
93	<i>b-Eclosión de huevos</i>
96	<i>Bibliografía</i>
97	<i>Cambios en la susceptibilidad a diferentes insecticidas empleados en Argentina</i>
102	<i>Bibliografía</i>
103	<i>Control biológico del gusano de la pera y la manzana</i>
105	<i>Bibliografía</i>

Introducción

La capacidad de la producción frutícola argentina de abastecer tanto al mercado interno como a los mercados limítrofes y de ultramar obliga a poseer un acabado conocimiento de las exigencias oficiales de los países compradores en cuanto a plagas cuarentenarias, registro y tolerancias de residuos de plaguicidas en frutos y sus procesos (jugos concentrados, conservas y aceites).

Además de la inocuidad, el comercio de productos frescos conlleva la firma de protocolos de certificación de exportaciones que aseguran al país importador la mínima probabilidad de ingreso de plagas y/o enfermedades que no estén presentes o que están bajo un estricto control interno (plagas/enfermedades cuarentenarias). Algunos de ellos formulan planes de trabajo con un enfoque de sistemas de mitigación de riesgo (por ej., Brasil con *Cydia pomonella*, México e Israel con *Cydia molesta*) y otros tratamientos cuarentenarios específicos (Japón para *Ceratitis capitata* o *Anastrepha* sp.) (Cichón, 2011).

En este contexto, el sector productivo necesita información precisa para orientar la toma de decisiones en el manejo de los cultivos, optimizar y ajustar las prácticas de manejo culturales, minimizar el uso de plaguicidas no específicos (altamente tóxicos y/o en vías de prohibición) y disminuir las densidades poblacionales de las plagas-vectores y/o la incidencia de las enfermedades.

A continuación se realizará una presentación de la plaga clave de los frutales de pepita *C. pomonella* (ubicación taxonómica, caracteres morfológicos, origen, distribución geográfica y bionomía) y se resumirán los resultados de los últimos estudios desarrollados en la cartera de Proyectos INTA 2006 y 2009 (modelos de predicción, resistencia, monitoreo y control biológico).

En Argentina la mayor zona productora de peras y manzanas se ubica en la Norpatagonia con el 78% de la producción total, y la mayor concentración de montes frutales se registra en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

La plaga clave de los frutales de pepita es carpocapsa (*C. pomonella*, L) y a pesar de su amplia distribución, presenta diferentes estatus sanitarios en distintos países que complica el intercambio comercial básicamente con Brasil y algunos países de Oriente.

Plaga cuarentenaria A1: “Plaga cuarentenaria que no está presente en el país importador, por lo que se debe establecer medidas fitosanitarias para prevenir su introducción y diseminación”.

Plaga cuarentenaria A2: “Plaga cuarentenaria que está presente en el país importador, pero que tiene una distribución limitada y se mantiene bajo control oficial, debiéndose establecer medidas fitosanitarias para evitar su diseminación”.

En mayo del 2014 el Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil anunció la erradicación de focos de la plaga *C. pomonella* en los estados de Santa Catarina y Rio Grande do Sul, y declaró a Brasil como “país libre” de dicha plaga. De esa manera se produjo un cambio de estatus sanitario de carpocapsa, la cual pasó de ser plaga cuarentenaria A2 a A1 (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, 2014).

Nombre de la plaga y sinonimias

La descripción original de la especie fue realizada por Linnaeus (1758) con el nombre de *Phalaena (Tortrix) pomonella*. Posteriormente, la misma especie fue descrita nuevamente bajo otros nombres, los que actualmente son considerados sinónimos posteriores: *Pyralis pomana* Fabricius, 1775 y *Tortrix pomonana* Denis & Schiffermüller, 1775. A lo largo de su historia taxonómica esta especie estuvo asociada a tres géneros *Cydia* Hübner, 1825; *Laspeyresia* Hübner, 1825 y *Carpocapsa* Treischke, 1829. Así, es común ver en la literatura a esta especie citada como *Carpocapsa pomonella*. Brown (1979) establece claramente la sinonimia de *Laspeyresia* y *Carpocapsa* con respecto a *Cydia*, con lo cual la combinación correcta queda como *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Brown, 1979; Laumann, 1998; Cichón & Fernández, 2003).

En la actualidad existe consenso para la siguiente ubicación (Cichón & Fernández, 2003):

Orden Lepidoptera

Familia Tortricidae, Stephens, 1829

SubFamilia Olethreutinae, Walshingham, 1895

Tribu Grapholitini Guenée, 1845

Género *Cydia* Hübner, 1825

Especie *pomonella*

Los Tortricidae también conocidos como microlepidópteros forman una extensa familia con más de 5.000 especies en todo el mundo, de los cuales muchas se comportan como especies plagas. Se encuentran mayormente representados en los climas templados y tropicales (Borror *et al.*, 1989; Horak & Brown, 1991; Viejo & Romera, 2004).

La subfamilia Olethreutinae ha sido tratada previamente con el status de Familia y es la que mayor número de especies presenta e incluye además de *Cydia* otros géneros tales como *Rhyacionia*, *Grapholita* y *Olethreuta* (Laumann, 1998).

El género *Cydia* está representado en todas las regiones del mundo, pero más de las dos terceras partes de las especies descriptas son holárticas. Muchas especies son monófagas y se alimentan de frutos y brotes apicales de Rosaceae, Pinaceae, Leguminosae y Fagaceae (Horak, 1991; Horak & Brown, 1991).

Caracteres morfológicos

Las características morfológicas se recopilaron a partir de los trabajos de los siguientes autores: Essig, 1926; Comstock, 1940; Essig, 1942; Chiesa Molinari, 1948; Espul *et al.*, 1966; Brewer & Argüello, 1980; Alford, 1984; Zangheri *et al.*, 1992; Lauman, 1998; Saini, 2001; Cichón & Fernández, 2003; Gignanti *et al.*, 2007.

Huevo: de forma lenticular o circular aplanado, ligeramente convexo en el centro, con un tamaño aproximado de 1,2-1,3 mm de diámetro. Inicialmente son de color blanco perlado, con un corion transparente y reticulado (Foto 48).

La transparencia del huevo recién puesto permite observar su interior denominándose estado “recién puesto” (estado RP) a esta fase inicial. A las pocas horas y cuando se comienza a formar el embrión, este se ve como una “u” o herradura, estado denominado “embrión translúcido” (estado ET). Más tarde comienza la formación del sistema nervioso del embrión y aparece una aureola roja que recorre toda la circunferencia del huevo (estado “aureola roja” AR). Por último comienzan a ser visibles las partes esclerotizadas del embrión, especialmente la cabeza y este estado se denomina de “cabeza negra” (estado CN). Cuando la larva está completamente madura, corta con sus mandíbulas las capas exteriores en la zona lateral del huevo y se desliza fuera de él. Sobre hojas y frutos quedan los restos de las oviposiciones, observándose el huevo vacío, el cual se ve como una escama brillante. Este estado se denomina “huevo eclosionado” (estado EC).

Larva: posee cinco estadios larvales, separados por cuatro mudas. Al nacer son de color blanco cremoso o blanco amarillento, con la cabeza y la placa pronotal esclerosadas de color castaño oscuro brillante (Foto 49 a). Su tamaño en este estadio es de 2-2,5 mm de largo y la cápsula cefálica de 0,33 mm de ancho, haciéndola bastante conspicua respecto del tamaño del cuerpo.

El largo total del cuerpo alcanzado por el quinto estadio larval varía en un rango de 14 a 20 mm. De coloración general rosada, a veces rosa fuerte contrasta con la cabeza castaño oscura al igual que los escudos protorácico y anal. Este color rosa fuerte, sin embargo se torna blanquecino en las larvas de quinto estadio diapausantes, relacionado a la acumulación de cuerpos grasos necesarios para la hibernación. El aparato bucal es masticador e hipognato. La cabeza presenta una sutura epicraneal normalmente corta y cuenta con seis ocelos distribuidos en forma desigual, con el número seis normalmente más próximo al número cuatro que al cinco (Foto 49 b).

En el tórax se encuentran los tres pares de patas verdaderas de la larva. Las pseudopatas de la larva se sitúan en los segmentos A3-6 y A10 (pseudos-patas anales) y tienen un círculo completo de “crochets”. La larva no posee peine anal.

En el quinto estadio larval, los machos se distinguen de las hembras por la presencia de los testículos en el segmento A5, que se observan fácilmente como dos manchas oscuras de forma elíptica en el interior del cuerpo (Foto 50).

Pupa: recién iniciada la metamorfosis la pupa es de color ámbar, oscureciéndose hasta llegar a pardo oscuro o marrón oscuro con bordes y espinas negras, a medida que se acerca a la emergencia del adulto. El cuerpo es de superficie lisa y tiene una longitud promedio de 9 mm por 2,2 mm de diámetro en su ancho máximo (Foto 51). Se encuentran visibles diez segmentos abdominales. Los segmentos 4 y 7 tienen dos filas de espinas dorsales. Las alas son anchas y no terminan en punta. No posee cremáster y el pronoto es cuatro veces más largo que el vértice a lo largo de la línea media. Los espiráculos son oblongos. Permanece refugiada dentro del capullo tejido por la larva hasta el momento de la emergencia del adulto.

En este estado de desarrollo también es posible diferenciar el sexo mediante la observación del extremo del abdomen en los segmentos A6-8. Además la pupa de la hembra es de mayor tamaño y peso que la del macho (Foto 52).

Adulto: la cabeza es más bien pequeña, de color gris moreno, con abundantes escamas filamentosas y grisáceas implantadas sobres la parte superior. Antenas filiformes de color gris, inclinadas hacia atrás y de un largo aproximado a la mitad del cuerpo. Las especies de la subfamilia Olethreutinae se caracterizan por presentar un solo grupo de escamas por segmento de antena. El aparato bucal es el típico de los lepidópteros con la maxila modificada en forma de probosis (haustellum) y palpos labiales salientes, grisáceos. Los ojos son compuestos, globulares, algo

salientes y de color negro opaco.

El tórax está revestido con escamas largas y es de color gris moreno. Las alas anteriores en reposo llegan a cubrir el abdomen. Son anchas, subrectangulares con bordes rectos, de color gris plateado y con numerosas bandas transversales de color marrón grisáceo (Foto 53). Cerca del extremo de las mismas existe una mancha de color marrón oscuro cruzada por líneas irregulares de color bronce brillante (ocellus). Las alas posteriores terminan en forma de abanico, son de coloración pardo grisácea sin manchas distintivas. La envergadura alar de la hembra se encuentra entre los 18-20 mm y en el macho entre 16-18 mm. En éstos, la cara interna de las alas anteriores presenta una mancha oscura rectangular, que sirve como caracter sexual secundario para la determinación del sexo en la especie (Foto 54).

El abdomen es de color más oscuro que el tórax, con escamas plateadas, siendo el del macho más delgado que el de la hembra. Cuenta con diez segmentos y, entre el octavo y el noveno, la hembra posee dorsalmente una glándula para la liberación de la feromona. El extremo del abdomen de la hembra muestra la papila anal, que es circular y de color castaño. En el centro de dichas papilas se observan dos orificios: el oviducto (por donde se produce la oviposición) y el ano. Por encima de éste, en el 8º segmento se encuentra el “ostium bursae”, lugar donde el macho transfiere el espermatóforo durante la cópula (Foto 55). El macho presenta el extremo abdominal cerrado con un par de valvas que utiliza para sujetar a la hembra durante la cópula. Desde la cabeza al abdomen la hembra tiene 8 mm y el macho entre 5 y 8 mm. Generalmente la hembra es de mayor tamaño y pesa entre 16 y 42 mg, mientras que el macho pesa de 12 a 21 mg (Foto 56).

Origen y distribución geográfica

La carpocapsa, especie nativa del sudeste europeo o Eurasia, ha tenido una amplia distribución mundial acompañando a su hospedero más importante, el manzano (*Malus domestica* Borkh) (Sheldeshova, 1967). Sin embargo, existen lugares en donde aún no se ha podido observar su presencia (algunas regiones de China, Japón y la península de Corea). Por otra parte, debido a las severas tareas de exterminación y a un estricto control cuarentenario, esta plaga no se ha establecido en la región suroeste de Australia (Solomon, 1991).

La distribución geográfica actual de carpocapsa está relacionada tanto a factores climáticos como a la disponibilidad de alimento. Probablemente esta plaga se haya dispersado entre los diferentes países y continentes a través del transporte de fruta infestada o de materiales de empaque contaminados, así como por importación de partes vegetales atacadas.

Distintos mecanismos biológicos han permitido a la carpocapsa ajustar su voltinismo y sincronizar su ciclo de vida a distintos hospederos y a diferentes condiciones climáticas. En la región frutícola de Río Negro y Neuquén se han observado ataques en frutos de manzanos, perales, membrilleros y nogales, aunque en otros países la lista de hospederos es más extensa y abarca también a diferentes frutales de carozo (Madsen & Borden, 1954; Putman, 1963).

La carpocapsa se ha adaptado exitosamente a las condiciones agro-ecológicas imperante en varias regiones de Argentina particularmente en la principal zona productora del Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Allí las temperaturas que se registran durante los meses de primavera y verano permiten el desarrollo de tres generaciones y en algunas temporadas hasta de una parcial cuarta generación (Cichón & Fernández, 1993), mientras que en las principales zonas productoras de frutales de pepita de Europa Central, Noroeste y Este de Estados Unidos y Canadá, solamente es capaz de desarrollar un máximo de dos generaciones anuales. El número elevado de generaciones determina

un riesgo potencial importante de la plaga en nuestro país y la necesidad de efectuar las actividades de control en forma precisa, para evitar porcentajes de daño que comprometan la producción.

Bionomía

C. pomonella es un insecto holometábolo con 5 estadios larvales, el último de los cuales posee la facultad de atravesar un período de reposo invernal (diapausa). La diapausa de *C. pomonella* puede ser obligatoria (independiente de las condiciones ambientales) o facultativa (inducida por factores ambientales) y la proporción de individuos con diapausa obligatoria varía en las distintas poblaciones (Sieber & Benz, 1980). En general, los capullos con larvas diapausantes se encuentran bajo la corteza de ramas y troncos de las plantas hospederas, en el suelo, entre otros. Sanderson (1908) indica que 70% de las larvas diapausantes se encuentra en los troncos y 30%, en las ramas más pequeñas.

Al final de la primavera, las larvas empujan; luego de 14 a 30 días los adultos emergen por su extremidad anterior (Putman, 1963). La aparición de los adultos coincide con el momento de floración e inicio de la caída de pétalos de la gran mayoría de los frutales de pepita. Algunos autores señalan que los machos suelen emerger unos días antes que las hembras (Anónimo, 1960; Baptiste & Olson, 1973) mientras que otros no han encontrado esta diferencia (Hathaway *et al.*, 1971; Rock & Schaffer, 1983).

La longevidad de los adultos varía entre 10 y 20 días. Su actividad se concentra preferentemente en las horas crepusculares y primeras horas de la noche. Durante el día, los adultos permanecen inmóviles sobre las ramas y el follaje de las plantas. En general, el vuelo se realiza cuando las temperaturas sobrepasan los 12°C. (Borden, 1931).

Los machos efectúan vuelos cortos en zigzag con leves ascensos y descensos (Borden, 1931). Otros autores describen desplazamientos desde 50 metros hasta 11 kilómetros (Howell & Clift, 1974; Mani & Wildbolz, 1977).

La hembra atrae a los machos por medio de la emisión de feromona, que comienza durante la puesta del sol y se mantiene durante las siguientes 4 horas (Wong *et al.*, 1971). Esta feromona sexual es producida por una estructura glandular que se abre entre el octavo y noveno segmentos abdominales (Barnes *et al.*, 1966). El “llamado” por parte de la hembra y la cópula pueden efectuarse al día siguiente de la emergencia de los adultos. Sin embargo, la producción de feromona alcanza su punto máximo en el tercer día desde la emergencia, superponiéndose con el período de pre-oviposición (Vickers & Rothschild, 1991). La máxima actividad de cópula se produce a las 48 horas de emergidos los adultos. Luego declina gradualmente y finaliza a los 10 u 11 días.

Una vez que el macho localiza a la hembra en posición de “llamado”, los estímulos visuales son de fundamental importancia para iniciar el proceso de la cópula, ya que el comportamiento de cortejo que lo precede, incluye una serie compleja de movimientos de alas, con elevación y agitación rápida de estas, y la expulsión del peine de pelos en el extremo del abdomen de los machos (Hutt & White, 1977; Castrovillo & Cardé, 1980; Curkovic *et al.*, 2001).

La máxima actividad de cópula se observa 20 minutos antes y 20 minutos después del comienzo del crepúsculo (Borden, 1931; Howell *et al.*, 1990). La temperatura óptima para el apareamiento está comprendida en el intervalo de 15,6°C y 33°C (Eyer, 1934; Batiste *et al.*, 1973). Sin embargo, cuando se presentan condiciones desfavorables durante el período óptimo de cópula (por ej.: excesivo viento), los vuelos pueden ser pospuestos (Putman, 1963).

Durante la cópula los individuos se encuentran unidos por el extremo distal del abdomen, con las cabezas dirigidas hacia lados opuestos y las alas de las hembras cubriendo los extremos abdominales del macho. De esta manera, se mantienen unidos por aproximadamente 20 a 90 minutos (Howell *et al.*, 1978). El macho durante la cópula transfiere el espermatozoide en el espermatóforo que se aloja en la bursa copulatoria. Luego de

la cópula, la hembra pierde gradualmente su capacidad de secretar feromona y en consecuencia su poder de atracción (Howell, 1972). En condiciones de campo, en general, las hembras copulan una sola vez en su vida. Sin embargo, pueden encontrarse hasta 15% de hembras con más de un espermatóforo, especialmente hacia el final de la estación. En cambio el macho lo hace varias veces (Gehring & Madsen, 1963).

Se ha podido determinar que, si las hembras se aparean luego del cuarto día de emergencia, se produce una reducción de su fertilidad y fecundidad (Vickers, 1977).

La oviposición se efectúa sobre hojas y, más raramente, en ramas cercanas a los frutos o directamente sobre ellos (Wearing & Hutchins, 1973) y tiene lugar aproximadamente 2 horas y media antes de la puesta del sol (Riedl & Oler, 1980). En general, los huevos son puestos en forma individual y muy raramente en grupos de 2 o 3 (Anónimo, 1960). La fertilidad de la hembra es variada, existiendo una relación entre su peso y el número de huevos colocados. Puede aceptarse como valor promedio, 44 huevos por hembra (Geier, 1963). Existe además, un aumento en el número de huevos colocados por hembras de generaciones sucesivas, pudiendo llegar a duplicarse este número durante la segunda generación con respecto a la primera (Vermeulen *et al.*, 1989). El período de oviposición más activo ocurre durante los primeros cinco días de vida de la hembra (Gehring & Madsen, 1963; Vickers, 1977).

El desarrollo de los embriones está estrechamente ligado a las condiciones ambientales y en especial a la temperatura (Anónimo, 1960).

Luego de la eclosión, las larvas comienzan un proceso de búsqueda hasta encontrar un lugar apropiado para penetrar en los frutos. Algunos autores han mostrado que el α -farneseno liberado por los frutos juega un papel muy importante en la atracción de las larvas neonatas (Sutherland & Hutchins, 1973; Bradley & Suckling, 1995).

Una vez elegido el lugar, la larva comienza a perforar una galería superficial de forma helicoidal. La penetración se realiza preferentemente en la zona de contacto entre

dos frutos, entre una rama y un fruto, donde el fruto presenta una herida o por la zona calicinal (Anónimo, 1960; Vermeulen *et al.*, 1989).

Luego de mudar a su segundo estadio, la larva se introduce en el fruto y se dirige hacia la zona carpelar donde se alimenta de las semillas en desarrollo, que son ricas en aceites (Hall, 1934; Anónimo, 1960). Cuando completa su desarrollo, luego de 25 a 30 días, abandona el fruto utilizando la misma galería o construyendo una nueva. Preferentemente, deja el fruto durante la noche, cuando la temperatura supera el umbral mínimo de desarrollo (10°C). Sin embargo, bajo condiciones de estrés, la larva en cualquier estado de desarrollo puede abandonar el fruto y buscar otro hasta completar el quinto estadio larval (Ferro & Harwood, 1973). El proceso de búsqueda de un lugar apto para mudar y pasar al siguiente estado (pupa) o iniciar el período de diapausa, lo efectúa desplazándose por las ramas y troncos y pendiendo de un hilo de seda que ella misma produce.

Desarrollo estacional / ciclo biológico

La carpocapsa inverna como larva completamente desarrollada en la corteza de los árboles frutales, resquebrajaduras de los troncos y ramas, en puntales, bins, y en una mucho menor proporción en suelo y hojarasca. Entre fines de agosto y principios de diciembre, las larvas reanudan su desarrollo para convertirse en pupas y posteriormente en adultos. Dicho vuelo se extiende desde poco antes de floración hasta mediados/fines de diciembre. Este primer vuelo dará origen a la primera generación de la temporada. Aproximadamente a mediados de octubre se producen las primeras eclosiones de huevos, 7 a 12 días (88-90°D) después de su ovipostura. A partir de este momento las posturas y nacimientos se incrementan hasta hacerse máximos entre mediados y fines de noviembre (400-500°D) para luego declinar. Alrededor del 20 de noviembre se observa la primera larva de quinto estadio que va a encapullar y posteriormente a empupar. En la segunda quincena de diciembre dependiendo de las

temperaturas se producen los nacimientos de la segunda generación de larvas que dará origen al tercer vuelo de la temporada el cual se extiende hasta el mes de marzo. Los vuelos de la primera y segunda generación sufren una gran superposición durante los meses de enero y febrero (Cichón, 2009).

Para el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, el $CPHP_{50}$ (Fotoperíodo crítico medio: fotoperíodo que provoca el 50% de respuesta a la diapausa en una determinada población) es de 13,9 horas (Heliofanía Teórica Astronómica) y ésta corresponde al período comprendido entre el 5 y el 9 de febrero. A partir de allí, la población de larvas reacciona rápida y uniformemente a la disminución del fotoperíodo. El número de días que transcurre entre el $CPHP_{50}$ y el $CPHP_{90}$ (momento o punto en el que el 90% de las larvas de quinto estado son diapasantes), es de 15 a 18 días. Las larvas diapasantes darán origen al primer vuelo de la temporada siguiente (Cichón & Melzer, 1999).

Monitoreo

La necesidad de determinar la densidad poblacional de las plagas mediante métodos sencillos, rápidos, fiables y económicos, ha sido siempre uno de los objetivos perseguidos en el marco del manejo integrado de plagas (MIP). La carpocapsa como plaga de relevancia mundial, no escapa a esta premisa y ejemplo de ello son los numerosos trabajos publicados al respecto desde principios del siglo pasado (Sanderson, 1908; Bobb *et al.*, 1939; Vakenti & Madsen, 1976; Rock *et al.*, 1978; Riedl *et al.*, 1976; Charmillot, 1980; Vermeulen *et al.*, 1989).

Para establecer una táctica adecuada para el control de la carpocapsa es necesario en primer lugar, conocer el riesgo potencial (daño económico) que una determinada población puede causar al cultivo y además, establecer puntos de referencia biológica para predecir otros eventos en el ciclo de la plaga (Vickers & Rothschild, 1991).

Las tareas de monitoreo necesarias para la detección temprana de huevos y daños de la carpocapsa requieren de una adecuada

capacitación de los productores y/u operarios y consumen un excesivo tiempo y esfuerzo. Traducido esto en términos económicos, esta tarea de monitoreo es poco compatible con las actuales tendencias y márgenes de rentabilidad de la fruticultura moderna, debido al alto costo de la mano de obra involucrada en esta tarea. Por tanto, es necesario desarrollar programas de monitoreo teniendo en cuenta estas premisas.

Monitoreo en grandes áreas

La implementación de programas de control de la carpocapsa a nivel regional o de grandes áreas ha probado ser una estrategia altamente efectiva que permite lograr muy buenos resultados de control con bajos niveles de daño y una sustancial reducción en el uso de insecticidas. Por su parte, el uso de la técnica de confusión sexual requiere, para tener éxito, de dos aspectos básicos: la presencia de bajas poblaciones de la plaga (Moffit & Westigard, 1984; Vickers & Rothschild, 1991) y un sistema de monitoreo confiable (Gut & Brunner, 1996). Por lo tanto, la colecta, registro, y flujo de información para la toma de decisiones es un factor crítico, siendo necesario contar con metodologías confiables desde el punto de vista biológico, y sustentables desde el económico.

Existen a nivel mundial algunas pocas experiencias documentadas de control o monitoreo de la carpocapsa en grandes áreas con intervención multi-institucional pública-privada como el CAPM Project en el este de Estados Unidos (Calkins & Faust, 2003), el SRT Project en Canadá, (Bloem *et al.*, 2007), el Proyecto de Erradicación en Brasil (Kovalesky & Mumford, 2007) o el Proyecto *Planet Cydia* en España (Ribes-Dasi, com. per.). Sin embargo, ninguno de estos programas ha alcanzado las dimensiones del programa implementado en el norte de la Patagonia Argentina, el cual en el año 2010 alcanzó alrededor de 46.000 ha de frutales de pepita.

En Argentina, luego de varios años de estudio de la técnica de confusión sexual (Cichón & Fernández, 2000), el primer área de control se implementó en el año 2003, con la

participación de más de 27 pequeños y medianos productores frutícolas agrupados en 400 has contiguas. El nivel medio de daño del área previo a la intervención se estimaba en 4-6%, con un promedio de 10-12 aplicaciones de insecticidas por hectárea. Luego de tres años de implementación del proyecto se logró disminuir la incidencia de la plaga a 0,06% con un promedio de 5,2 aplicaciones de insecticidas por hectárea (Cichón *et al.*, 2006).

La metodología de control utilizada consistió en la aplicación de un modelo sincronizado de control (Byers & Castle, 2005) durante la primera generación de la plaga y un modelo de MIP tradicional en base a la captura en trampas de feromonas, durante el resto de la temporada de cultivo.

El éxito alcanzado en este proyecto, sirvió como base para el desarrollo del Programa Nacional de Supresión de Carpocapsa (PNSC) (SENASA 2006, FUNBAPA 2006) que se comenzó a aplicar a partir de la temporada 2006/07 en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. La propuesta de intervención del PNSC incluyó la instalación y monitoreo de una red de trampas para el seguimiento de las poblaciones de la carpocapsa. Se utilizaron trampas con cebos de feromona (codlemone) y cairona (éster de pera) (Fernández *et al.*, 2010) y se capacitó al personal necesario en la identificación y sexado de los adultos de *C. pomonella* (Fernández *et al.*, 2006) de los individuos capturados en las trampas. Estas trampas fueron provistas por el PNSC e instaladas a razón de una por hectárea de cultivo hospedero. Una vez finalizada la intervención del PNSC, es necesario continuar con el monitoreo de la plaga para detectar y prevenir posibles incrementos en los niveles poblacionales.

Uno de los mayores problemas que enfrenta la implementación de un programa de MIP es el establecimiento de un efectivo sistema de comunicación con los participantes (Travis & Rajotte, 1995). En general, los productores, monitores, asistentes y profesionales reciben información de diferentes fuentes como servicios de extensión públicos, compañías de agroquímicos, empacadores, etc., pero es difícil obtener información en

tiempo real del nivel de riesgo en el área de influencia de su propiedad, o en toda la región.

Debido a la magnitud y alcance del programa, es necesario reducir los costos de su implementación para que el mismo pueda ser sustentable en el tiempo. Esta disminución de costos en insumos (trampas) y labor (monitoreadores), no debe comprometer la fiabilidad de los datos a partir de los cuales se tomarán las decisiones de acción.

En este contexto fue necesario proponer un sistema de vigilancia y monitoreo a nivel regional que sirviera de alerta rápida en caso de producirse focos con altas poblaciones de la carpocapsa. Por tanto, se propuso utilizar el análisis geoestadístico para analizar la información sobre la distribución y nivel de población de la carpocapsa, minimizando la utilización de los recursos y capacidades disponibles. Además, se planteó generar un Sistema de Información Geográfica (SIG) regional mediante, la superposición de datos catastrales, ubicación de trampas, mapas de iso-capturas de la carpocapsa e imágenes satelitales.

El cálculo teórico de trampas necesarias para toda la superficie de cultivo, considerando la densidad recomendada actualmente de 1 trampa.ha⁻¹ (Gut & Brunner, 1996), indica que se deberían utilizar 46.980 trampas. No obstante, debido a la falta de continuidad de las plantaciones en algunas áreas, a las situaciones de borde y a la existencia de lotes individuales con superficies levemente inferiores o superiores a una hectárea, el número real de trampas necesario es de 36.140. Sin embargo, cuando se evalúan grillas con distancias mayores a 100 m, el número real es en todos los casos superior al número teórico calculado.

Para ajustar el tamaño de la grilla de monitoreo es necesario determinar el alcance (rango) de los semivariogramas que permiten hacer estimaciones sobre la distribución de la población. Flatman *et al.* (1987) consideran que la distancia entre muestras debe ser la mitad del rango de correlación ($r/2$), cuando los ajustes de los semivariogramas son adecuados.

Considerando todos los análisis de com-

paración de mapas, distribución de parcelas y efectos de variables climáticas, se estima que la grilla de 200 m ofrece información confiable para los fines de vigilancia fitosanitaria, con una reducción cercana al 60% en el número de trampas necesarias para obtener resultados similares a la grilla actualmente en uso de 100 m. La selección e implementación de una grilla de 200 m se traducirá además en una disminución apreciable del costo de un sistema de vigilancia y monitoreo de la carpocapsa en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina.

El desarrollo de esta propuesta de vigilancia y monitoreo permite generar información de gran relevancia para la toma de decisiones en el control de la carpocapsa. Sin embargo, para que la misma tenga utilidad práctica, debe ser puesta a disposición de los productores, técnicos y profesionales involucrados en su manejo. Una experiencia similar se desarrolla desde el año 1998 en la zona frutícola de Lleida (Cataluña-España) con excelentes resultados (Ribes-Dasi *et al.*, 1998; Comas *et al.*, 2012). En base a esta experiencia en particular y a los resultados obtenidos en la región del Alto Valle del Río Negro se propone el desarrollo de una página de Internet donde se publiquen los mapas semanales de iso-capturas. De esta manera, la información estará disponible en forma sencilla y rápida. La metodología de trabajo comprende los siguientes pasos:

1. Colecta de los datos de capturas en el campo.
2. Carga de la información en una base de datos que la centralice y consolide.
3. Análisis geoestadístico de los datos y generación de los mapas correspondientes.
4. Conformación de un SIG que incluya el mapa o Foto satelital del área, el catastro, la ubicación de las trampas y el mapa de iso-capturas.
5. Publicación de los mapas en una página de acceso libre.

Bibliografía

- ALFORD, D. 1984. A colour atlas of fruit pests, their recognition, biology and control. Ed. Wolfe, London.
- ANÓNIMO. 1960. Le carpocapse des pommes et des poires. Ed. SEDA. Paris, 48 pp.
- BARNES, M.M.; PETERSON, D.M. and J.J. O'CONNOR. 1966. Sex pheromone gland in the female codling moth, *Carpocapasa pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 59:732-734.
- BATISTE, W.C. and W.H. OLSON. 1973. Codling moth: mass production in controlled environment rearing units. J. Econ. Entomol. 66(2):383-387.
- BATISTE, W.C.; WILLIAM, H. and A. BERLOWITZ. 1973. Codling moth: influence of temperature and daylight intensity in periodicity of daily flight in the field. J. Econ. Entomol. 66(4):883-892.
- BLOEM, S.; MC CLUSKEY, A; FUGGER, R.; ARTHUR, S.; WOOD, S. and J. CARPENTER. 2007. Suppression of the Codling Moth *Cydia pomonella* in British Columbia, Canada Using an Area-Wide Integrated Approach with an SIT Component. In: M.J.B. Vreysen, A.S. Robinson and J. Hendrichs (eds.), Area-Wide Control of Insect Pests, 591-601. IAEA.
- BOBB, M.L.; A.M. WOODSIDE and R.N. JEFFERSON. 1939. Baits and bait traps in codling moth control. va Agric. Exp. St. Bull. 320: 1-19.
- BORDEN, A. 1931. Some field observations on codling moth behavior. J. Econ. Entomol. 24: 1137-1145.
- BORROR D.; TRIPLEHORN, CH. and N. JOHONSON. 1989. An Introduction to the study of insects. Saunders Collage Publishing, EEUU. 875 pp.
- BRADLEY, S.J. and D.M. SUCKLING. 1995. Factors influencing codling moth larval response to α -farnasene. Ent. Exp. Et Appl. 75:221-227.
- BREWER, M. y N. ARGÜELLO. 1980. Guía ilustrada de insectos comunes de la Argentina. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- BROWN, R. 1979. The valid generis and tribal names for the codling moth, *Cydia pomonella* (Olethreutidae: Tortricidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 72: 565-567.
- BYERS, J.A. and S.J. CASTLE 2005. Areawide models comparing synchronous versus asynchronous treatments for control of dispersing insect pests. J. Econ. Entomol. 98: 1763-1773.
- CALKINS, C.O. and R.J. FAUST. 2003. Overview of areawide programs and the program for suppression of codling moth in western EEUU directed by the United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service. Pest Manag. Sci. 59: 601-604.
- CASTROVILLO, P.J. and R. T. CARDÈ. 1980. Male codling moth (*laspeyresia pomonella*) orientation to visual cue in the presence of pheromone and sequences courtship behaviours. Ann. Entomol. Soc. Am. 73:100-105.
- CHARMILLOT, P.J. 1980. Development of a warning system for the codling moth: role of warning services and the growers. Bulletin OEPP, 10: 231-239.
- CHIESA MOLINARI, O. 1948. Las plagas de la agricultura. Manual Práctico de Procedimientos Modernos para combatirlas. Ed. El Ateneo, Buenos Aires.
- CICHÓN, L. 2009. Pera William's. Manual para el productor y el empacador. Capítulo 8. Plagas y su Manejo en el Cultivo. Manejo de plagas. pp. 89-93.
- CICHÓN, L. 2011. Trends in Codling Moth Mating Disruption Programs in the Pear Orchards of Argentina. International Pear Symposium. Proceedings of the Eleventh International Pear Symposium. Acta Hort. 2: 453-457.
- CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 1993. Susceptibilidad varietal de diferentes cultivares de pera en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Argentina. Ediciones INTA Alto Valle, Cmte. Guerrico.

- CICHÓN, L. and D. FERNÁNDEZ. 2000. Fruit production and mating disruption of codling moth in Argentina. XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguassu, PR, Brasil. Ed. Entomological Society of Brazil.
- CICHÓN, L. and D. FERNÁNDEZ. 2003. IPM in apple and pears. Orchard crop production in Argentina. In: Marella, K.; D. Dakouo & D. Mota-Sanchez. Integrated Pest Management in the Global Arena. ABI Publishing, U.S.A.
- CICHÓN, L. y R. MELZER. 1999. La Carpocapsa. Aspectos generales de la plaga. En: Fruticultura Moderna: Tecnología, transferencia, capacitación, organización. 9 Años de Cooperación Técnica. INTAGTZ (eds.): 64-97.
- CICHÓN, L.; ALEMANI, C.; FERNÁNDEZ, D.; CONTRERAS, E. y N. ZUNINO. 2006. Generación y desarrollo de tecnologías de producción y organización para el control de la carpocapsa en la fruticultura de pepita argentina. Proyecto INTA 2184. Disponible on line en: www.inta.gov.ar/altovalle/sanidad/proyectos/2184.html
- COMAS, C.; AVILLA, J.; SARASÚA, M.J.; ALBAJES, R. and M RIBES-DASI. 2012. Lack of anisotropic effects in the spatial distribution of *Cydia pomonella* pheromone traps catches in Catalonia, NE Spain. Crop Prot. 34:88-95.
- COMSTOCK, J. 1940. An Introduction to Entomology. The Comstock Publishing Company, INC, New York.
- CURCOVIC, T.; BRUNNER, J.F. and P. LANDOLT. 2001. Courtship behavior of Obliquebanded and Pandemis leafroller. Proceedings from the 75th Annual Western Orchard Pest and Disease Management Conference. Session: Biology/Phenology: 125-126. Portland, OR.
- ESPUL, J.; CUCCHI, N. y F. LA RED. 1966. Bioecología y control del gusano de la pera y la manzana *Carpocapsa pomonella* L., en Mendoza. Rev. Inves. Agrop. (3) 9:105-141.
- ESSIG, E. 1926. Insects of Western North America. Ed. Mac Millan, New York.
- ESSIG, E. 1942. College Entomology. Ed. Mac Millan, New York.
- EYER, J. R. 1934. Further observations on factors limiting codling moth bait and light trap attractancy. J. Econ. Entomol. 27: 722-723.
- FERNÁNDEZ, D.; BOSCH, D.; CICHÓN, L. and J. AVILLA. 2006. A secondary sexual character for sex determination of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) adults, trapped with kairomone lures. IOBC/WPRS Bulletin, 30: 273-278.
- FERNÁNDEZ, D.; CICHÓN, L.; GARRIDO, S.; RIBES-DASI, M. and J. AVILLA. 2010. Comparison of lures loaded with codlemone and pear ester for capturing codling moth, [*Cydia pomonella* (L.)], in apple and pear orchards under mating disruption. J. Ins. Sc., 10: 1-12.
- FERRO, D.N. and R.F. HARWOOD. 1973. Intraspecific larval variation in the codling moth *Laspeyresia pomonella*. Environ. Entomol. 2:783-789.
- FLATMAN, G.T., ENGLUND, E.J. and A.A YFANTIS. 1987. Geostatistical approaches to the design of sampling regimes. In: Keith, L.H. (Ed.) Principles of Environmental Sampling. ACS Professional Reference Book. American Chemical Society, Washington.
- FUNBAPA. 2006. Fundación Barrera Zoofitosanitaria Patagónica. Disponible on line en: www.funbapa.org.ar/carpocapsa.
- GEHRING, R.D. and H.F. MADSEN. 1963. Some aspects of the mating and oviposition behavior of the codling moth. *Carpocapsa pomonella*. J. Econ. Entomol. 56(2):140-43.
- GEIER, P.W. 1963. The life history of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera:Tortricidae) in the Australian Capital Territory. Aust. J. Zool. 11:323-367.

- GIGANTI, H.; DAPOTO, G. y J. VERMEULEN. 2007. Manejo Integrado de Plagas de los frutales de pepita. *En: Sozzi, G. (ed.) Árboles Frutales. Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento.* Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 529-586.
- GUT, L. and J. BRUNNER. 1996. Implementing codling moth mating disruption in Washington pome fruit orchards. *TFREC Inf. Series nº1.* Washington State Univ. Wenatchee, WA.
- HALL, J.A. 1934. Observations on the behavior of newly hatched codling moth larvae. *Can. Entomol.* 66:100-102.
- HATHAWAY, D.O.; CLIFT A.E. and B.A. BUTT. 1971. Development and fecundity of codling moths reared on artificial diets or immature apples. *J. Econ. Entomol.* 64(5): 1088-1090.
- HORAK, M. 1991. Morphology, Phylogeny and Systematics, pp. 1-22. *En: L.P.S. van der Geest and H.H. Evenhuis [eds.], Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies, and Control.* World Crop Pests, Vol. 5. Elsevier, Amsterdam.
- HORAK, M. and R. BROWN. 1991. Taxonomy and Phylogeny. *En: L.P.S van der Geest and H.H. Evenhuis (eds.). Tortricid Pest. Volume 5.* Elsevier, The Netherlands, pp. 23-45.
- HOWELL, J.F. 1972. Influence of mating on attractiveness of female moth. *Env. Entomol.* 1(1): 125-126.
- HOWELL, J.F. and A.D. CLIFT. 1974. Codling moth: emergence, sex ratio and abundance. *The Canadian Entomologist* 106: 399-402.
- HOWELL, J.F.; HUTT, R.B. and W.B. HILL. 1978. Codling moth: mating behavior in the laboratory. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71:891-895.
- HOWELL, J.F.; SCHMITH, R.S.; HORTON, D.R.; KHATAK, S.U.K. and L.D. WHITE. 1990. Codling moth: Male activity in response to pheromone lure and pheromone-baited traps at different elevations within and between trees. *Environ. Entomol.* 19:573-577.
- HUTT, R.B. and L.D. WHITE. 1977. Mating response to visual stimulus in the male codling moth. *Env. Entomol.* 6(4): 567-568.
- KOVALESKY, A. and J. MUMFORD. 2007. Pulling out the evil by the root: the codling moth *Cydia pomonella* eradication programme in Brazil. In: M.J.B. Vreysen, A.S. Robinson and J. Hendrichs (eds.), *Area-Wide Control of Insect Pests*, 581-590. IAEA.
- LAUMANN, R. INED. 1998. Evaluación en laboratorio de *Goniozus legneri* Gordh (Hymenoptera: Bethyliidae) nuevo enemigo natural de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de nogal de la Provincia de Catamarca, República Argentina. Interacción enemigo natural- plaga-insecticida. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 188 pp.
- MADSEN, H.F. and A. D. BORDEN. 1954. Codling moth and orange tortrix control on apricot in California. 1948-1953. *J. Econ. Entomol.*, 47(1):161-165.
- MANI, E. and T. WILDBOLZ. 1977. The dispersal of male codling moth (*Laspeyresia pomonella*, L) in the upper Rhine valley. *Z. Ang. Ent.* 83:161-168.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL. 2014. Instrução Normativa nº10, de 7 de Maio de 2014. Diário Oficial da União. Seção 1 nº86, quinta-feira, 8 de maio de 2014. ISSN 1677-7042.
- MOFFIT, H.R. and P.H. WESTIGARD. 1984. Suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) population on pears in southern Oregon through mating disruption with sex pheromone. *Journal of Economic Entomology* 77: 1513-1519.
- PUTMANN, W. 1963. The codling moth *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). A review with special reference to Ontario. *Proc. Entom. Soc. Ontario* 93:22-60.
- RIBES-DASI, M.; BASCUÑANA, M. and J. AVILLA. 1998. Estudio de la distribución espacial de *Cydia pomonella* (L.) y *Pandemis bermana* (Denis & Schiffermuller) en Torregrossa (Leida) mediante métodos geoestadísticos. *Bol. San. Veg. Plagas.* 24: 935-948.
- RIEDL, H. and B. A. CROFT. 1974. A study of pheromone trap catches in relation to codling moth damage. *Can. Entomol.* 106: 525-537.

- RIEDL, H.; CROFT, B. A. and A. J. HOWITT. 1976. Forecasting codling moth phenology based on pheromone trap catches and physiological time models. *Can. Entomol.* 108: 449-460.
- RIEDL, H. and W. OLER. 1980. Circadian control of oviposition in the codling moth *Laspeyresia pomonella*, Lepidoptera: Olethreutidae. *Ent. Exp. Y Appl.* 27:38-49.
- ROCK, G.C.; CHILDERS, C.C. and H.J. KIRK. 1978. Insecticide applications based on codlemone trap catches vs. automatic schedule treatments for codling moth control in North Carolina apple orchards. *J. Econ. Entomol.* 71: 650-653.
- ROCK, G.C and P.L. SCHAFFER. 1983. Developmental rates of codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) reared on apple at four constant temperatures. *Env. Entomol.* 12: 831-834.
- SAINI, E. 2001. Insectos y Ácaros perjudiciales a los frutales de pepita y sus enemigos naturales. Ediciones del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, Buenos Aires.
- SANDERSON, E.D. 1908. Preliminary report on the life history of codling moth and spraying experiments against it. *J. Econ. Entomol.* 1: 129-141.
- SENASA. 2006. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Programa Nacional de Supresión de Carpocapsa. Disponible on line en: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1369&io=8383>).
- SHELDESHOVA, G. 1967. Ecological factors determining distribution of codling moth, *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) in northern and southern hemispheres. *Entomological Review* 46: 349-361.
- SIEBER, R. and G. BENZ. 1980. The hormonal regulation of the larval diapauses in the codling moth, N. York: 209-234.
- SOLOMON, M.E. 1991. Ecology and population dynamics. In L.P.S. Van Der Guest and H.P.H. Evenius (Eds). *Eord crops Pest Tortricid Pest: Their biology, natural enemies and Control*. Elsevier.
- SUTHERLAND, O.R.W. and R.F.N. HUTCHINS. 1973. Attraction of newly hatched codling moth larvae (*Laspeyresia pomonella*) to synthetic stereoisomers of farnasene. *J. Insect Physiol.* 19:723-727.
- TRAVIS, J.W. and E.G. RAJOTTE. 1995. Implementing IPM through new technology and the non-agricultural community. *J. Agr. Entomol.* 12: 219-227.
- VAKENTI, J.M. and H.F. MADSEN. 1976. Codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae): monitoring population in apple in apple orchards with sex pheromone traps. *Can. Entomol.* 108: 433-438.
- VERMEULEN, J.; CICHÓN, L. y E. PARRA. 1989. Sistema de alarma termoacumulativo para el control de carpocapsa (*Cydia pomonella*, L.) para el Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Ed. INTA - EEA Alto Valle, J.J.Gómez. 16 pp.
- VICKERS, R.A. 1977. Effect of delayed mating on oviposition pattern, fecundity and fertility in codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) *Aust. J. Entomol.* 36: 79-82.
- VICKERS, R.A. and G.H.I. ROTHSCHILD. 1991. Use of sex pheromone for control of codling moth. In *Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pests, ed. by W. Helle, Elsevier, pp. 339-354.
- VIEJO, J. y L. ROMERA. 2004. *Lepidóptera. En: Barrientos, J. Curso práctico de Entomología*. Asociación Española de Entomología. Alicante. Universitat Autònoma de Barcelona, España, pp. 705-730.
- WEARING, C.H. and R.F. HUTCHINS. 1973. α -Farnasene a naturally occurring oviposition stimulant for the codling moth. *Laspeyresia pomonella*, *J. Insect. Physiol.* 19: 1251-1256.
- WONG, T.T.Y.; CLEVELAND, M.C.; RALSTON, D.F. and D.G. DAVIS. 1971. Time of sexual activity of codling moths in the field. *J. Econ. Entomol.* 64: 553-554.
- ZANGHERI, S.; BRIOLINI, G.; CRAVEDI, P.; DUSO, C.; MOLINARI, F. & E. PASQUALINI. 1992. *Lepidotteri dei fruttiferi e della vite*. Ed. by Bayer, Milán, Italia. 191 pp.

Modelos de predicción

Cichón, L.; Menni, F.; Garrido, S. y J. Lago

La carpocapsa, al igual que todos los insectos, se desarrolla según un tiempo fisiológico determinado por las condiciones climáticas, siendo la temperatura el factor más importante (Bloesch & De Siebenthal, 1988).

El método más usado que permite medir este tiempo fisiológico se basa en la acumulación de unidades de calor o grados-día. Se calculan las unidades fisiológicas de desarrollo comprendidas entre las temperaturas por debajo del umbral máximo de desarrollo y por encima del umbral mínimo (Romoser & Stoffolano, 1994).

En el Alto Valle, el sistema de alarma utilizado para esta plaga, calcula los grados-día restándole el umbral mínimo de desarrollo de carpocapsa que es 10°C (Riedl, 1983), al promedio de las temperaturas diarias de las 9.15 y 21 hs., sin tener en cuenta el umbral máximo para la especie (método Alto Valle o AV). Estos datos se comienzan a calcular a partir del 1 de agosto de cada año, y en la actualidad es la herramienta fundamental para la toma de decisiones en el manejo sanitario de carpocapsa en la región (INTA, 2013). Sin embargo existen otros métodos para determinar los grados-día. Los más utilizados a nivel internacional son el “método estándar” (ST) que emplea un umbral inferior de 10°C y uno superior de 31,1°C promediándose la tempe-

ratura diaria con datos registrados cada 10 minutos. Y el método de “seno simple” (ss) que emplea la temperatura mínima y máxima diaria para producir una curva sinusoidal en un periodo de 24 horas y luego calcular el área sobre el umbral de 10°C y debajo de 31,1°C (Baskerville & Emin, 1969).

En base a estos datos se están elaborando en las diferentes regiones frutícolas del mundo, distintos modelos fenológicos de la plaga, que muestran la relación que hay entre los grados días y su biología, que a su vez está sincronizada con la fenología de su hospedero más importante, el manzano.

En el Alto Valle, las acciones realizadas por el Programa Nacional de Supresión de Carpocapsa, impulsado por el Gobierno Nacional a través de SENASA, implementado por FUNBAPA y el INTA en el año 2006, y finalizado en el año 2011, permitieron disminuir la densidad poblacional de carpocapsa a nivel regional de un 6% de frutos afectados a 0,26%. Además, se pudo disminuir el número de aplicaciones de insecticidas en más de un 50% usando herramientas más amigables con el medio ambiente como la Técnica de la Confusión Sexual (TCS). Otro aspecto a resaltar es la disminución de aproximadamente un 85%, de las aplicaciones de insecticidas organofosforados de alta toxicidad.

Esta nueva situación sanitaria requiere un ajuste del actual sistema de alarma que permita determinar o predecir con mayor precisión la evolución de la plaga y los momentos de mayor riesgo de ataque.

Para ello se localizaron 3 a 4 montes de manzanos donde no se realizaban aplicaciones de control y durante dos años se observaron diferentes eventos biológicos de la plaga: evolución de las capturas semanales, emergencias diarias primaverales provenientes de larvas diapausantes y no diapausantes durante el verano, recolección de larvas en fajas de cartón corrugado y evolución de la eclosión de huevos a través del muestreo de frutos dañados. Por otra parte en cada monte frutal se registraron las temperaturas mediante sensores automáticos (Dataloggers de temperatura y humedad iButton Hygrochron®).

Análisis de los tres vuelos estacionales de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén

Diferentes autores emplean para determinar el primer vuelo de la temporada, el registro de las capturas en trampas de feromonas. Sin embargo, este dato por sí solo no permite determinar la amplitud del primer vuelo que dará origen a la primera generación de la temporada. Por esa razón se hace indispensable realizar en la temporada previa, la recolección de larvas diapausantes durante todo el periodo estival y mantenerlas bajo las condiciones ambientales de la región en el período

de otoño e invierno. De esta manera, dichas larvas acumularan horas de frío y emergerán durante la primavera siguiente, dando origen al primer vuelo de la temporada.

Diferentes modelos de predicción (Beers *et al.*, 1993; Knight, 2007) asumen que el primer vuelo finaliza entre los 444 y 567°D después del Biofix (primera captura constante en trampa de feromona). En la región del Alto Valle, siguiendo la evolución de las larvas diapausantes durante la primavera, la primera emergencia consistente de adultos se inicia en floración o pocos días después (entre los 110 y 180°D) y la finalización se produce entre los 850 y los 988°D (Grado Día ST-SS y AV respectivamente) (Tabla 4.3). Esto implica una amplitud del primer vuelo de aproximadamente 3 meses.

Se ha determinado a su vez, que la primera larva de quinto estadio perteneciente a la primera generación, sale del fruto para encapullar a los 504 GD ST (GD promedio ponderado) y se transforma en adulto a los 729 GD ST (Tabla 4.4).

Si cotejamos los promedios ponderados de las unidades fisiológicas (GD) de la última emergencia proveniente de larvas diapausantes (primer vuelo) (842,6; 848,4 y 921,3 GD según metodología ST, SS y AV respectivamente) y los correspondientes a la primera emergencia del segundo vuelo de 729,0, 731,1 y 783,1 (ST, SS y AV respectivamente), se observa una superposición de los mismos de poco más de 100 GD (113, 117 y 139 GD según GDST, SS y AV) (Tabla 1 y 2).

Tabla 4.3. Registros de grados día correspondientes a la última emergencia de adultos provenientes de larvas diapausantes. El inicio de la toma de temperaturas para la transformación a GD fue el 1 de agosto.

Fecha	GD (*)		
	ST	SS	AV
17-12-06	781,24	788,99	850,80
21-12-07	821,41	810,18	906,00
16-12-08	892,76	893,20	978,80
30-12-10	941,51	988,42	1028,00
Promedio Ponderado	842,56	848,37	921,33

(*) GD: Grado Día - ST: Estandar - SS: Seno Simple - AV: Alto Valle

Tabla 4.4. Registro de grados día correspondientes a la primera captura de larva de 5° estadio de primera generación de carpocapsa y la primera emergencia de adulto (inicio del 2° vuelo) bajo condiciones de campo. Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

AÑO	Chacra	Fecha captura de 1° larva de 5° estadio	Cantidad	GD de captura de 1° larva de 5° estadio			Fecha 1° emergencia del 2° vuelo	Cantidad	GD 1° emergencia del 2° vuelo		
				ST	SS	AV			ST	SS	AV
2010	Cuadro 9	17-nov	3	478,3	499,2	488,7	20-dic	3	803,6	846,5	869,4
	Bubalcó	17-nov	1	476,0	490,4	488,7	07-dic	1	668,6	690,0	715,8
	Ferroni 3	20-nov	1	501,1	505,1	524,1	11-dic	1	706,0	723,9	766,0
2011	Cuadro 9	16-nov	1	538,1	552,2	521,8	05-dic	1	727,4	729,1	750,2
	Ferroni 3	16-nov	4	509,8	503,9	521,8	02-dic	2	706,0	682,0	759,6
	Ferroni 4	16-nov	8	509,8	503,9	521,8	02-dic	4	706,0	682,0	759,6
Promedio ponderado				503,8	505,1	514,6			729,0	731,1	783,1

Tabla 4.5. Tiempo transcurrido en grados día (ST, SS Y AV) entre la primera larva de 5° estadio capturada en fajas de cartón corrugado (primera generación) y primera emergencia de adultos (2° vuelo) de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

	CHACRA	Diferencia en GD entre captura en cartón corrugado de larva de 5° y 1° emergencia			Diferencia promedio ponderado		
		ST	SS	AV	ST	SS	AV
2010-2011-2012	Cuadro 9	325,27	347,29	380,7	228,31	225,42	272,19
	Bubalcó	192,56	199,25	227,1			
	Ferroni 3	204,92	218,78	241,9			
	Cuadro 9	189,33	176,88	228,4			
	Ferroni 3	196,19	178,05	237,8			
	Ferroni 4	196,19	178,05	237,8			

(*) GD: Grado Día - ST: Estandar - SS: Seno Simple - AV: Alto Valle

Según estos datos el tiempo promedio ponderado requerido por la larva de 5° estadio para transformarse en adulto es de 228,3; 225,4 y 272,2 GD ST, SS y AV respectivamente (Tabla 4.5). En base a esto se puede determinar el valor de GD para la finalización del segundo vuelo (suma de GD de última emergencia del primer vuelo, GD para evolución de huevo=88 y GD necesarios para que una larva se convierta en adulto) (Tabla 4.6).

En la tabla 4.6 se detalla los valores de GD (ST, SS Y AV) obtenidos bajo condiciones de campo para que una larva se transforme en adulto. Si consideramos los GD ST por ejemplo, el valor es de aproximadamente 360 GD, mientras que si se toma en cuenta los obtenidos por Glenn (1922) para desarrollo de larva y pupa (356 + 116 respectivamente), sumarían 472 GD. La diferencia obtenida es un poco superior a los 100 GD.

Tabla 4.6. Registros de grados día necesarios para la obtención del valor de finalización del 2° vuelo de carpocapsa en la temporada, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Método de medición de GD	GD registrados en la Última emergencia de 1° Vuelo (*)	GD necesarios para el desarrollo del Huevo.	GD necesarios para pasar de 1° estadio larval a adulto, a campo	GD Totales
ST	842,56	88	358,59	1289,14
SS	848,37	88	365,77	1302,14
AV	921,33	88	423,10	1432,43

(*) Promedio ponderado de datos obtenidos los años 2006, 2007, 2008 y 2010.

De la misma manera se pueden obtener las unidades fisiológicas de desarrollo necesarias para producirse el inicio del tercer vuelo (Tabla 4.7). La conclusión de este estudio es que existe una superposición entre los vuelos (primero/segundo y segundo/tercero) de poco más de 100 y menos de 200 GD.

Tabla 4.7. Registros de grados día necesarios para la obtención del valor de finalización del 2° vuelo de carpocapsa en la temporada, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Método de medición de GD	TEMPORADA	FIN 1° VUELO (*)	COMIENZO 2° VUELO	FIN 2° VUELO	COMIENZO 3° VUELO
ST	2011-2012	842,56	709,04	1288,2	1157,48
	2010-2011		757,06	1289,72	1179,89
	Promedio PONDERADO		729,05	1289,14	1169,70
SS	2011-2012	848,37	688,66	1272,57	1118,99
	2010-2011		792,378	1320,21	1238,98
	Promedio PONDERADO		731,88	1302,14	1184,44
AV	2011-2012	921,33	758,26	1439,08	1274,79
	2010-2011		818	1428,37	1296,69
	Promedio PONDERADO		783,15	1432,43	1286,74
Fecha estimada de ocurrencia		15 al 25-Dic	10 al 15-Dic	15 al 30-Ene	10 al 20-Ene

(*) El fin del 1° Vuelo se obtuvo con datos obtenidos de los años 2006, 2007, 2008 y 2010.

Ajuste del modelo logístico

a-Emergencias del primer vuelo

Los datos de emergencia y eclosión de huevos de carpocapsa correspondientes a las distintas generaciones que se desarrollan en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén fueron ajustados a través de un modelo logístico y validado mediante la metodología desarrollada por Knight (Knight, 2007). El modelo logístico se aplicó para cada uno de los cálculos de GD (ST, SS y AV). Dicho modelo posee dos parámetros: β_0 y β_1 , donde β_0 es un

parámetro de posición de la curva respecto a los ejes cartesianos, y β_1 es la tasa de emergencia o eclosión de huevos respecto a los GD (Tabla 4.8). Todos los resultados aquí expuestos se realizaron con un nivel de significación del 5%.

En la tabla 4.9 se muestra la probabilidad de la comparación de la tasa de emergencia según los diferentes métodos de cálculo de GD. La ausencia de diferencias estadísticas entre dichas comparaciones indica que el empleo de cualquiera de las tres formas de GD es indistinto durante el primer vuelo de la temporada.

Tabla 4.8. Principales indicadores de ajuste del modelo para la emergencia del primer vuelo de la temporada según los distintos métodos de cálculo de los grados días en los años 2006/07/08/10 y 11.

Emergencia		Año				
Indicador	Grados Día	2006	2007	2008	2010	2011
R ²	ST	0,9863	0,9894	0,9869	0,9486	0,9883
	SS	0,9909	0,9901	0,7446	0,9447	0,9872
	AV	0,9867	0,9887	0,5598	0,9483	0,9884
EF	ST	0,9946	0,9965	0,9945	0,9783	0,9944
	SS	0,9965	0,9967	0,7090	0,9779	0,9919
	AV	0,9946	0,9964	0,7394	0,9780	0,9945
β_0	ST	-4,513	-5,167	-4,314	-4,501	-6,467
	SS	-4,815	-5,465	-4,610	-4,503	-6,767
	AV	-3,923	-4,425	-3,657	-3,874	-5,301
β_1	ST	0,013	0,015	0,011	0,012	0,015
	SS	0,013	0,016	0,011	0,012	0,016
	AV	0,011	0,013	0,009	0,011	0,014

R²: bondad de ajuste - EF: eficiencia - β_0 y β_1 : parámetros del modelos.

Tabla 4.9. Probabilidades correspondientes a la comparación de a pares de la tasa de emergencia del primer vuelo de adultos de carpocapsa y las diferentes metodologías de cálculo de GD (ST, SS Y AV) para los años 2006, 07, 08, 10 y 11.

Año	GD ST-SS	GD ST-AV	GD SS-AV
2006	0,9964	0,9306	0,927
2007	0,2784	0,6812	0,8652
2008	0,9868	0,9453	0,968
2010	0,9614	0,9026	0,7794
2011	0,9992	0,6731	0,6745

En la tabla 4.10 se detalla la probabilidad de la tasa de cambio de la emergencia del primer vuelo de adultos de carpocapsa entre los diferentes años para cada método de Grado Día. Estos valores indican que teniendo en cuenta los tres métodos de cálculo de GD (ST, SS Y AV) la tasa de cambio de la emergencia fue la misma para los años en estudio.

Este análisis permite concluir que la metodología de cálculo ST sería la más apropiada

para ser utilizada debido a que representaría más convenientemente la evolución de la temperatura diaria lo que se ve reflejado en una buena estimación de los eventos biológicos bajo estudio. Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los distintos métodos, los valores de ST siempre se mantuvieron por encima del SS y por debajo del AV.

Tabla 4.10. Registros de grados día necesarios para la obtención del valor de finalización del 2º vuelo de carpocapsa en la temporada, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

GD	Comparación de años									
	2006-2007	2006-2008	2006-2010	2006-2011	2007-2008	2007-2010	2007-2011	2008-2010	2008-2011	2010-2011
ST	0,8790	00,8911	0,8473	0,8532	0,8082	0,5573	0,7820	0,8970	0,7664	0,7874
SS	0,5727	00,9224	0,9707	0,8565	0,6617	0,5334	0,7827	0,9317	0,7659	0,7576
AV	0,8965	00,9096	0,9400	0,1459	0,8147	0,9371	0,7887	0,8836	0,8310	0,7831

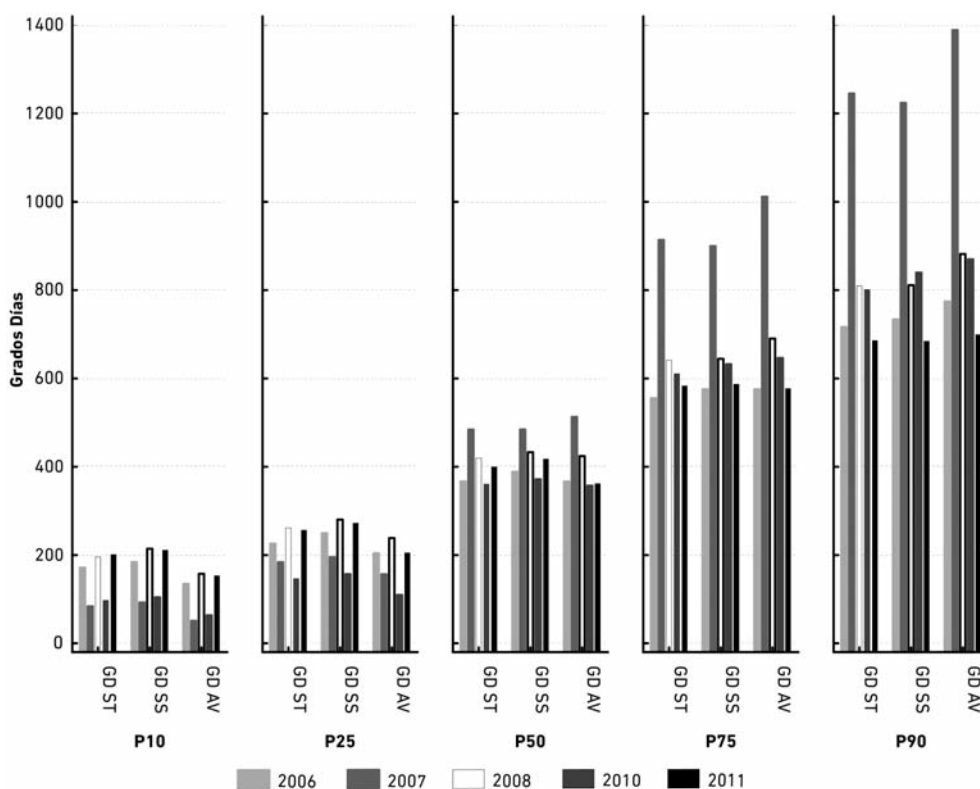


Figura 4.4. Concentración de la emergencia del primer vuelo (percentiles - P10, P25, P50, P75 y P90) para los distintos métodos de cálculo de grados día en los años 2006/07/08/10 y 11.

Para la emergencia del primer vuelo de la temporada se realizó una comparación entre años según los diferentes cálculos de GD para los distintos percentiles considerados (P10, P25, P50, P75 y P90) (Fig. 4.4).

Las diferencias estadísticas son altamente significativas a partir del 50% de emergencia del primer vuelo (P50) entre el 2007 y el resto de los años. Si bien en los percentiles inferiores (P10 y P25) se observaron algunas diferencias, éstas no son altamente significativas.

A partir de la mediana de la distribución (P50) se observa que el año 2007 necesitó más grados día acumulados para la misma concentración de emergencia. Lo sucedido en el año 2007 se podría relacionar con una mayor acumulación de horas de frío con temperaturas por debajo de 7°C (<http://anterior.inta.gov.ar/altovalle/met/horas.htm>) durante el invierno (Tabla 4.11).

b-Eclósión de huevos

En la figura 4.5, se observa en el panel de la izquierda el ajuste del modelo logístico para la proporción acumulada de eclósión de huevos de las temporadas 2010 y 2011 de manera conjunta, en función de los grados día acumulados calculados a través del método estándar (GD ST). En el panel de la derecha se ve la validación del modelo a través del método de Knigh, confirmándose su buen ajuste mediante los principales indicadores (bondad de ajuste “R²”; coeficiente de eficiencia “EF”; estimación de los parámetros β_0 y β_1 del modelo logistic) que se muestran en la Tabla 4.12 (Menni *et al.*, 2012).

Tabla 4.11. Horas de frío por debajo de 7°C acumuladas para los estados fenológicos de brotación y floración. Registros obtenidos de estación meteorológica INTA Alto Valle. Clmte Guerrico. Río Negro.

Estado fenológico	AÑO				
	2006	2007	2008	2010	2011
Brotación (C1)	1316	1778	1643	1511	1499
Floración (F2)	1396	1921	1738	1625	1584

(*) Manzano Red Delicious. Método Fleckinger.

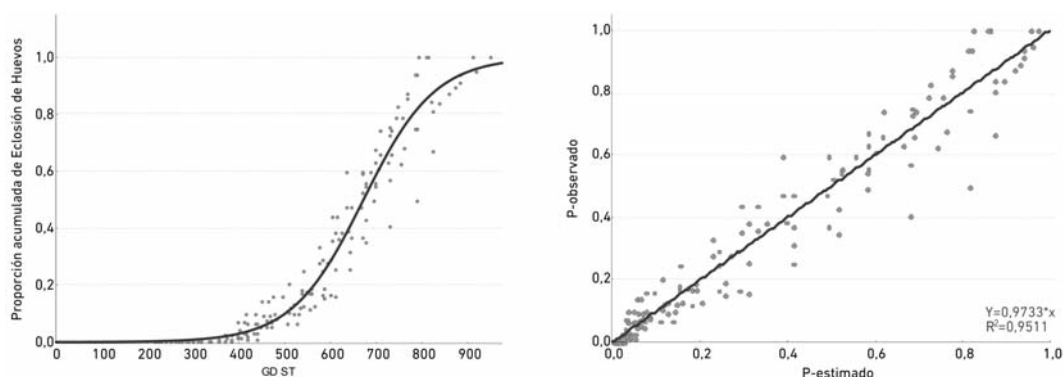


Figura 4.5. Ajuste y Validación del modelo logistic para la “proporción acumulada” de la eclósión de huevos del conjunto 2010 y 2011.

Tabla 4.12. Principales indicadores de ajuste del modelo para la eclosión de huevos de carpocapsa según los distintos métodos de cálculo de los grados días para las temporadas 2010 y 2011 en forma conjunta.

Indicadores	ST	SS	AV
R ²	0,9511	0,9637	0,9546
EF	0,9661	0,9751	0,9682
β_0	-8,611	-9,293	-7,702
β_1	0,013	0,014	0,011

En la fig. 4.6 se observan los grados día necesarios para la eclosión de huevos de primera generación (conjunto de datos correspondientes a las temporadas 2010 y 2011), correspondientes a los valores de percentiles - P10, 25, 50, 75 y 90.

En la misma figura se observa que los GD AV poseen un valor inferior a los GDST y GDSS al inicio de la temporada y superior a los mismos en diciembre cuando las temperaturas son superiores. Esto se debe a que el método de cálculo GD AV no posee umbral superior provocando una acumulación de unidades fisiológicas de desarrollo con temperaturas por encima de los 32°C, momento en que el desarrollo de la plaga está frenado.

El análisis de los datos hasta aquí presentados es el primer aporte a la elaboración del nuevo “modelo de predicción” de carpocapsa

en la Norpatagonia. En los años siguientes se continuará recabando la información necesaria para confirmar los eventos biológicos correspondientes a la segunda y tercera generación, a la vez que se realizará la validación a campo del modelo. La misma deberá estar acompañada de programas o estrategias específicas de control con el fin de corroborar los momentos adecuados de control según las diferentes densidades poblacionales de la plaga. Esta herramienta permitirá mantener las poblaciones de la plaga por debajo de 0,1% de frutos afectados a cosecha y a su vez disminuir el número de insecticidas, y de este modo producir frutas frescas con un mínimo de residuos en frutos (número de ingredientes activos y cantidad de cada uno de ellos) o bien alcanzar la denominada producción “residuo 0”.

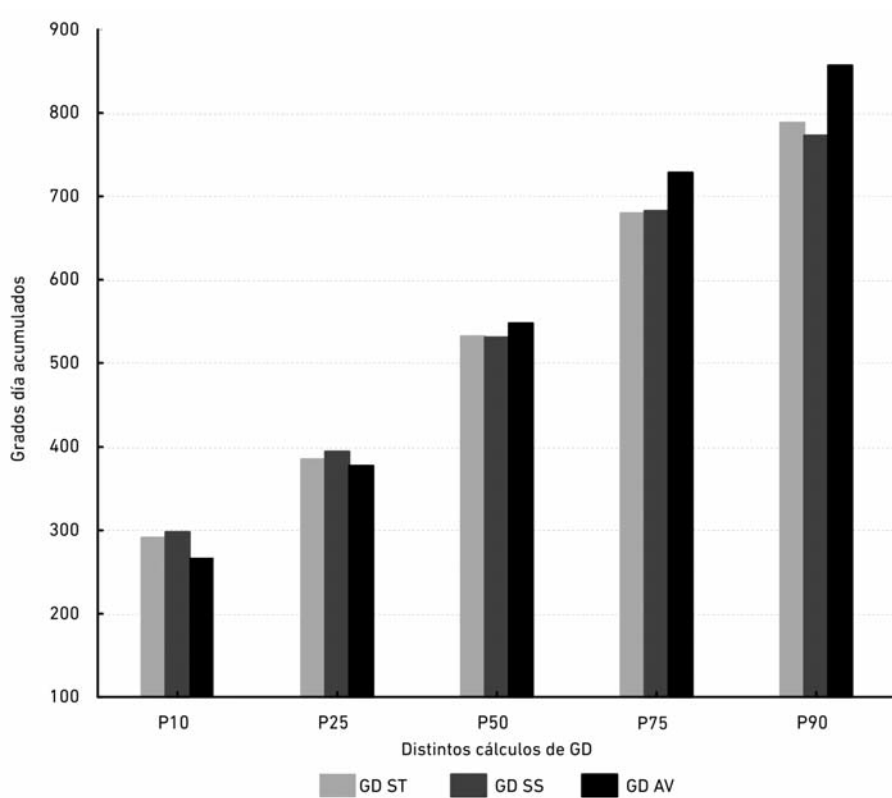


Figura 4.6. Concentración de la eclosión de huevos de la primera generación de carpocapsa (percentiles - P10, P25, P50, P75 y P90) para los distintos métodos de cálculo de grados día en los años 2010 y 11 de manera conjunta.

Bibliografía

- BASKERVILLE, G.L. and P. EMIN. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperature. *Ecology* 50: 5115-517.
- BEERS, E.; BRUNNER, J.F.; WILLET, M.J. and G.M. WARNER. 1993. Orchard pest management. Good Fruit Grower. Yakima, wa. 276 p.
- BLOESCH, B. and J. DE SIEBENTHAL. 1988. The air temperature as forecast and warning means for the control of insects. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 20:121-126.
- GLENN, P.A. 1922. Relation of temperatura to development of the codling moth. *J. Econ. Ent.* 15:193-8.
- INTA. 2013. Carpogrados <http://anterior.inta.gov.ar/altovalle/met/carpogrados.htm>.
- KNIGHT, A. 2007. Adjusting the Phenology Model of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) *Environ. Entomol.* 36(6): 1485-1493.
- MENNI, M.F.; GARRIDO, S. and L. CICHÓN. 2012. Modelación logística y validación de la emergencia y la eclosión de huevos del primer vuelo de *Cydia pomonella* (L.) en el Alto Valle del río Negro. Conferencia de la Universidad Nacional de Córdoba, x Congreso Latinoam. de Sociedades de Estadística, Córdoba, Argentina. www.conferencias.unc.edu.ar/index.php/xclatse/clatse2012/paper/viewPaper/560
- RIEDL, H. 1983. Analysis of codling moth phenology in relation to latitude, climate and food availability. *In: Diapause and life strategies in insects.* Brown, V.K., I. Hodek; Dr. W. Junk Publishers. The Hague, 233-252.
- ROMOSER, W.S. and J.G. STOFFOLANO. 1994. The science of entomology. Ed. McGraw-Hill Dubuque, IA. 605 p.

Cambios en la susceptibilidad a diferentes insecticidas empleados en Argentina

Soleño, J.; Cichón, L.; Montagna, M.; Anguiano, L.; Garrido, S. y J. Lago

Con el objeto de determinar el posible cambio de susceptibilidad de las poblaciones salvajes de carpocapsa a los insecticidas que habitualmente se utilizan para su control en los montes de frutales de pepita de la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, se realizó un gran número de ensayos toxicológicos y bioquímicos. Dichos ensayos se iniciaron sobre el estado de larvas diapausantes y en la actualidad se hacen sobre larvas neonatas. En la mayoría de los casos se utilizó la metodología IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) consensuada a nivel internacional por los científicos que trabajan en la evaluación de la susceptibilidad de artrópodos y agentes que provocan enfermedades en cultivos.

Hasta el 2006, en los montes de manzanos y perales de Argentina y particularmente en Río Negro y Neuquén, el insecticida más utilizado era el metil azinfos (MEAZ). En ese entonces existían un gran número de antecedentes a nivel mundial referidos a la selección de poblaciones resistentes a dicho insecticida (Cichón *et al.*, 2006). Por esa razón, se realizaron monitoreos de poblaciones salvajes de carpocapsa para determinar el riesgo de continuar con dichas aplicaciones en los montes frutales de la región.

Para ello se evaluó la toxicidad a metil azinfos en larvas diapausantes de *Cydia pomonella*

provenientes de montes frutales con distintos niveles de presión de selección de insecticidas a través de dosis discriminantes y de la completa relación dosis-respuesta. En los ensayos con dosis discriminante de metilazinfos (2,5 g MEAZ/larva) se determinaron porcentajes de mortalidad significativamente menores (37,71-84,21%) con respecto a la población de referencia a campo (monte frutal con manejo orgánico), en tres de las ocho poblaciones evaluadas (Soleño *et al.*, 2008) (Tabla 4.13).

Por otro lado, se evaluó sobre larvas diapausantes, la toxicidad del MEAZ a nivel de la DL₅₀ en 14 poblaciones colectadas en toda la región productiva de las provincias de Río Negro y Neuquén determinándose grados de resistencia (DL₅₀ población campo/DL₅₀ población susceptible) entre 0,7 y 8,7. Las poblaciones que presentaron diferencias significativas con la de laboratorio fueron aquellas colectadas en los extremos del valle productivo (San Patricio del Chañar, General Conesa y Río Colorado). Por el contrario, las poblaciones que presentaron niveles de resistencia significativamente mayores fueron colectadas en el centro del área productiva, entre las localidades de Cinco Saltos y Villa Regina (Soleño *et al.*, 2012) (Tabla 4.14).

Tabla 4.13. Porcentajes de mortalidad a la dosis diagnóstico de meAZ (2,5 µg meAZ/larva) en larvas diapausantes de *C. pomonella* recolectadas en chacras con tratamientos químico, orgánico y experimental.

Año de recolección	Población ¹	n	Mortalidad (%) ²
2003	C. Saltos 1 (o)	61	96,55
	Allen 1	60	38,33***
	Allen 2	57	84,21***
	Centenario	56	92,85
2004	C. Saltos 1 (o)	96	91,66
	V. Azul 2 (o)	57	98,24*
	Guerrico (e)	56	98,21*
	Gral. Roca 1 (e)	55	98,18*
	V. Alegre	80	60,34***
2005	C. Saltos 1 (o)	80	91,25
	V. Alegre	55	37,71***
	V. Regina 1	60	90,00

¹ (o) chacra con tratamiento orgánico; (e) chacra experimental del INTA. Las restantes poblaciones provienen de montes frutales con control químico convencional.

² Las diferencias estadísticas de mortalidad fueron calculadas en comparación con las poblaciones de referencia de cada año. * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

Tabla 4.14. Toxicidad de meAZ en larvas diapausantes de *C. pomonella* recolectadas en diferentes localidades del valle de Río Negro y Neuquén.

Población ^a	N	Pendiente	χ ²	P	DL ₅₀ (LC 95%) ^b	GR ^c (LC 95%)
Laboratorio	329	6,27	2,46	0,29	0,18 (0,13-0,22)	--
Conesa	205	3,47	0,48	0,49	0,12 (0,07-0,16)	0,7 (0,5-1,0)
C. Grande	150	2,17	3,39	0,18	0,22 (0,16-0,29)	1,2 (0,9-1,7)
R. Colorado	170	3,44	0,30	0,58	0,22 (0,18-0,28)	1,3 (1,0-1,6)
El Chañar 1	190	1,27	0,91	0,92	0,31 (0,19-0,46)	1,8 (1,1-2,7) *
P. Córdoba	90	1,99	0,16	0,92	0,41 (0,27-0,60)	2,3 (1,5-3,4) *
V. Regina 4	178	2,22	3,14	0,54	0,46 (0,36-0,59)	2,6 (2,0-3,4) *
V. Regina 5	357	1,50	5,28	0,26	0,46 (0,36-0,59)	2,6 (2,0-3,4) *
Gral. Roca 1 (e)	140	3,62	0,73	0,69	0,48 (0,35-0,62)	2,7 (2,0-3,6) *
Cipolletti 2	310	2,01	3,55	0,47	0,51 (0,42-0,62)	2,9 (2,3-3,6) *
Cipolletti 1	130	2,00	1,89	0,60	0,55 (0,39-0,79)	3,1 (2,2-4,4) *
V. Regina 3	189	1,36	2,66	0,75	0,81 (0,57-1,16)	4,6 (3,1-6,6) *
V. Azul 3	140	4,22	2,99	0,22	0,92 (0,77-1,07)	5,2 (4,3-6,3) *
Allen 3 (e)	180	3,12	1,91	0,59	0,97 (0,75-1,18)	5,5 (4,3-7,0) *
C. Saltos 2	140	2,90	2,40	0,49	1,00 (0,82-1,17)	5,6 (4,5-7,0) *
V. Regina 2	178	2,00	0,94	0,82	1,13 (0,87-1,50)	6,4 (4,8-8,5) *
V. Regina 1	90	2,42	1,19	0,55	1,55 (1,13-2,16)	8,7 (6,3-12,1) *

^a Todas las poblaciones de campo ensayadas fueron recolectadas en montes frutales con tratamiento químico, a excepción de dos poblaciones bajo tratamiento experimental (e).

^b µg meAZ/larva.

^c Grado de resistencia = DL₅₀ campo/DL₅₀ laboratorio. Los niveles de resistencia fueron estadísticamente diferentes cuando los límites de confianza de los GR no incluyeron al valor 1.

Por otro lado, se evaluó la toxicidad a una dosis discriminante de meAZ (2 ppm), acetamiprid (0,7 ppm) y tiacloprid (1 ppm) en larvas neonatas provenientes de 14 montes frutales. Todas las poblaciones de campo presentaron porcentajes de mortalidad significativamente menores que la cepa susceptible tanto en los ensayos con el organofosforado como con los neonicotinoides. Mientras que se determinó una correlación positiva significativa ($r=0,54$; $p<0,05$) entre la mortalidad a tiacloprid y metilazinfos, la correlación entre acetamiprid y tiacloprid ($r=0,35$) y acetamiprid y metilazinfos (0,12) fue no significativa (Cichón *et al.*, 2011) (Tabla 4.15).

Todas las poblaciones bajo tratamiento convencional presentaron actividades de esterazas significativamente mayores que la población de laboratorio y que la población bajo tratamiento orgánico independientemente del estado del insecto utilizado (neonatas o diapausantes). En larvas diapausantes se determinó una correlación significativa ($r=-0,79$; $p<0,05$) entre actividad y mortalidad a la dosis discriminante de metil azinfos (Soleño *et al.*, 2008). Por otro lado, la asociación entre actividad de glutatión *s*-transferasa y mortalidad ($r=-0,33$) fue no significativa (Soleño *et al.*, 2008) (Tabla 4.16).

Tabla 4.15. Ensayos toxicológicos y bioquímicos en larvas neonatas de *Cydia pomonella* correspondientes a montes de manzanos del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Población	Mortalidad % (n) ¹			Actividad de ECOD ²
	Acetamiprid	Metil azinfos	Tiacloprid	
Laboratorio	99 (140)	99 (160)	99 (200)	3,81 (118)
Cinco Saltos	42,4 (98)	90,2 (82)	25,1 (98)	13,30 (75)
Conesa 1	68,8 (45)	16,67 (45)	32,1(45)	17,12 (76)
G. Roca 1	24,8 (125)	66,2 (152)	35,8 (127)	16,25 (89)
G. Roca 2	50 (105)	37 (70)	55,6 (60)	9,78 (88)
Godoy	30 (25)	89,3 (35)	78,6 (35)	6,29 (56)
Guerrico 2	34 (97)	50,3 (102)	32,7 (112)	11,05 (77)
Ing. Huergo	51,6 (82)	17,9 (45)	32,1 (87)	12,55 (52)
Río Colorado 1	41,7 (80)	85 (25)	88,2 (30)	8,81 (92)
Río Colorado 2	59,4 (65)	44,4 (75)	50 (90)	6,48 (24)
Río Colorado 3	34 (42)	8 (60)	38,5 (75)	8,20 (122)
Viedma	61 (60)	74,7 (75)	33 (70)	8,13 (99)
Villa Regina 1	62,5 (60)	55,9 (60)	72,3 (40)	5,49 (80)
Villa Regina 3	43,4 (83)	29,5 (100)	40,8 (125)	17,47 (84)
Villa Regina 4	51,1 (70)	16,9 (80)	14,8 (65)	7,74 (31)

¹ Mortalidad a las dosis discriminantes de cada insecticida: 0,7; 2 y 1 ppm para acetamiprid, metil azinfos y tiacloprid, respectivamente.

² Actividad de la enzima 7-etoxicumarina o-deetilasa expresada en pg 7-hidroxicumarina/insecto/min.

Tabla 4.16. Estudios bioquímicos realizados con poblaciones de larvas diapausates de *Cydia pomonella* de una cepa susceptible de laboratorio y poblaciones de campo.

Población	Año de recolección	Actividad enzimática ^a (\pm DS) ^b	
		Esterasas	GST ^c
Laboratorio	2004	0,040 (0,0049)d	0,80 (0,017) a
Cinco Saltos	2003	0,029 (0,0058) a	0,077 (0,029) a
	2004	0,024 (0,0062) ab	0,096 (0,033) a
Allen 1	2003	0,14 (0,019) c	0,24 (0,040) b
Allen 2	2003	0,14 (0,026) c	0,27 (0,074) b
Centenario	2003	0,018 (0,0072) b	0,27 (0,057) b
General Roca	2004	0,019 (0,0069) b	0,10 (0,045) a
Guerrico	2004	0,045 (0,012) d	0,077 (0,041) a
Valle Azul	2004	0,062 (0,0088)	0,091 (0,033) a
Villa Regina	2005	0,18 (0,036) c	n.d.
Vista Alegre	2004	0,13 (0,037) c	0,21 (0,034) b
	2005	0,20 (0,10) c	n.d.

^a ($\mu\text{mol min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ proteína).

^b Medias en cada columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas ($\alpha=0,01$).

^c n.d.= no determinado.

En estudios posteriores realizados con poblaciones colectadas en un amplio rango geográfico se observó una alta asociación entre actividad de esterasas y mortalidad a nivel de DL_{50} de metilazinfos ($r=0,89$; $P<0,01$) (Soleño *et al.*, 2012). Finalmente, la actividad de la enzima 7-etoxycumarina o-deetilasa (ECOD) presentó una correlación significativa ($r=0,69$; $P<0,05$) con la mortalidad a nivel de la DL_{50} (Soleño *et al.*, 2012) (Tabla 4.17). Por su parte, el estudio de la actividad de ECOD en larvas neonatas mostró que más del 70% de las poblaciones de campo presentaron niveles enzimáticos significativamente mayores (1,4 a 4,6 veces) que la población susceptible (Media=3,81; SEM=0,027) (Cichón *et al.*, 2013) (Tabla 4.17).

En conclusión, las poblaciones de campo de *C. pomonella* mostraron menor susceptibilidad al organofosforado metilazinfos y a los neonicotinoides acetamiprid y tiacloprid. A su vez, la respuesta de las poblaciones estuvo relacionada con la historia de aplicación de insecticidas en los montes frutales, tanto en el tipo de tratamiento (orgánicos *vs* convencionales) como con la localización de los mis-

mos (aislamiento geográfico, etc.). La menor susceptibilidad a los insecticidas ensayados estuvo asociada a una mayor actividad detoxificante de las enzimas esterasas y oxidasas de función mixta.

Por otra parte, debido al nuevo registro de insecticidas y a su rápida inclusión en los programas sanitarios a causa de las crecientes restricciones de uso de los insecticidas orgánicos fosforados, se decidió realizar las líneas base de los insecticidas novaluron, rynaxypyr, benzoato de emamectina y spinetoram (datos en proceso de publicación). Para ello se emplearon individuos susceptibles (larvas neonatas) pertenecientes a la cría artificial INTA – EEA Alto Valle (Tabla 4.18).

Tabla 4.17. Actividades enzimáticas en poblaciones salvajes de larvas diapausantes de *Cydia pomonella* en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Localidad	Población	EST ^a		ECOD ^b	
		n	Media ^b	n	Media ^b
Laboratorio	Sc	35	0.049 ± 0.0037	45	18.6 ± 2.63
Valle Azul	VAz	45	0.140 ± 0.0072 ***	110	38.9 ± 2.16***
Gral. Conesa	Con	13	0.044 ± 0.0071	80	27.3 ± 1.99
Allen	An	47	0.164 ± 0.0079***	97	49.7 ± 3.49***
Río Colorado	RCol	-	n.a.	92	63.7 ± 4.47 ***
Villa Regina	VR1	27	0.227 ± 0.0167 ***	47	86.0 ± 6.30***
	VR2	63	0.134 ± 0.0094 ***	-	n.a.
	VR3	-	n.a.	86	58.2 ± 4.79***
Gral. Roca	GRc	-	n.a.	76	49.7 ± 4.77***
Cipolletti	Cip1	28	0.086 ± 0.0045	-	n.a.
	Cip2	38	0.144 ± 0.0085 ***	42	57.6 ± 6.00 ***
S. P.Chañar	ECh	21	0.106 ± 0.0050 *	44	38.6 ± 4.76*
Cinco Saltos	CS1	22	0.131 ± 0.0073 ***	-	n.a.
	CS2	47	0.156 ± 0.0072***	-	n.a.

^a Las actividades de EST y ECOD están dadas en $\mu\text{mol} \sim \text{N} \text{min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{prot}^{-1}$ y $\text{pg} \text{7-OHC} \text{insecto}^{-1} \text{min}^{-1}$, respectivamente.

^b Las actividades en cada columna fueron comparadas por ANOVA y Unequal N post hoc análisis (* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$).

Tabla 4.18. Parámetros correspondientes a las líneas base de mortalidad de los insecticidas *novalurón*, *rynaxypyr*, *benzoato de emamectina* y *spinetoram* efectuadas sobre individuos susceptibles de *C. pomonella* pertenecientes a la cría artificial INTA Alto Valle.

Insecticida	N	χ^2	p	Pendiente	CL _x (LC 95%)		
					CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉
novalurón	480	0,90	0,83	2,20	0,10 (0,05-0,16)	0,39 (0,29-0,49)	4,45 (3,00-8,14)
rynaxypyr	1200	5,79	0,21	1,91	0,0041 (0,0030-0,0052)	0,0191 (0,0165-0,0219)	0,3157 (0,2284-0,4780)
benzoato de emamectina	444	4,51	0,10	7,41	0,004 (0,0033-0,0043)	0,006 (0,005-0,0036)	0,012 (0,010-0,015)
spinetoram	360	3,95	0,14	2,78	0,012 (0,008-0,016)	0,035 (0,028-0,043)	0,24 (0,16-0,46)

Posteriormente, empleando la dosis discriminante (DD) de los insecticidas mencionados, se determinó la susceptibilidad de más de 27 poblaciones salvajes extraídas de montes frutales de manzanos y perales las que se compararon con la población perteneciente a la cría artificial (individuos susceptibles). Estos datos se encuentran en el proceso de análisis y evaluación. Esto permitirá comparar la susceptibilidad de las poblaciones de car-

pocapsa previa al empleo masivo de los nuevos insecticidas con modos de acción diferentes a los tradicionales, y luego de años de uso. Este simple dato es fundamental para diseñar estrategias de intervención a corto y mediano plazo y verificar que las estrategias de manejo de la resistencia implementadas estén funcionando adecuadamente. Esto redundará en un menor y más adecuado uso de los insecticidas en frutales de pepita.

Bibliografía

- CICHÓN, L.; FERNÁNDEZ, D. y M. MONTAGNA. 2006. Evolución del control de carpocapsa en los últimos veinticinco años. Rev. Fruticultura & Diversificación. N°51. Pag. 22-29.
- CICHÓN, L.; SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; GARRIDO, S. and M. MONTAGNA. 2011. Profile of resistance to azinphosmethyl, acetamiprid and thiacloprid in *Cydia pomonella* field collected populations. Abstract. *Resistance 2011*. Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, UK.
- CICHÓN, L.; SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; GARRIDO, S. and M. MONTAGNA. 2013. Evaluation of Cytochrome P450 Activity in Field Population of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Resistant to Azinphosmethyl, Acetamiprid, and Thiacloprid. J. Econ. Entomol. 106(2): 939-944; doi: <http://dx.doi.org/10.1603/EC12349>.
- SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; D'ANGELO, A.P. DE; CICHÓN, L.; FERNÁNDEZ, D. and M. MONTAGNA. 2008. Toxicological and biochemical response to azinphos-methyl in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) among orchards from the Argentinian Patagonia. Pest Manag Sci 64: 964-70.
- SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; CICHÓN, L.; GARRIDO, S. and M. MONTAGNA. 2012. Geographic variability in response to azinphos-methyl in field-collected populations of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) from Argentina. Pest. Manag. Sci. doi: 10.1002/ps.3327.

Control biológico del gusano de la pera y la manzana

Hernández, C. M.; Garrido, S.; Viscarret, M.; Botto, E. N.; Cichón, L. y J. Lago

El desarrollo de estrategias de manejo de plagas basado en tácticas de control con un mínimo impacto ambiental negativo constituye uno de los paradigmas en que se asienta actualmente la sostenibilidad de los sistemas agrícolas productivos. El control biológico, definido como el manejo de los enemigos naturales de las plagas, se enmarca dentro de este contexto. *Cydia pomonella*, comúnmente llamada carpocapsa, es la principal plaga que afecta a la producción de manzanas y otras pomáceas en el mundo, y en particular en la Argentina. Es una especie exótica para nuestro país carente de enemigos naturales nativos que puedan regular su abundancia de modo eficiente. Este fue el fundamento principal que dio lugar al desarrollo en el año 2003 de un programa de control biológico para *C. pomonella* en el Alto Valle de Río Negro que contempló el empleo de tácticas de control biológico clásico, basadas en la introducción de enemigos naturales exóticos específicos de *C. pomonella* y de control biológico inundativo utilizando al parasitoide oófago *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Este proyecto de control biológico se ha venido desarrollando exitosamente hasta el presente.

Dos especies de enemigos naturales específicos de carpocapsa, el parasitoide larval,

Mastrus ridibundus (Hymenoptera: Ichneumonidae), y el parasitoide ovo-larval, *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae), fueron introducidos (2004-5), multiplicados en el laboratorio y colonizados en el Alto Valle entre 2005 y 2012 según tácticas de control biológico clásico (Botto *et al.*, 2005a; Hernández *et al.*, 2007). Superado el proceso de cuarentena de acuerdo con las normas internacionales vigentes, los enemigos naturales se multiplicaron sobre su huésped natural (*C. pomonella*) en el Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica de INTA - IMYZA, Castelar (Gómez *et al.*, 2010). La disponibilidad en tiempo y forma de estos enemigos naturales permitió evaluar aspectos básicos de su biología y estructurar en base a esto las tácticas de manejo más adecuadas para su colonización en el campo en función de las características del sistema productivo del Alto Valle. Los estudios en el laboratorio incluyeron: la evaluación de aspectos sobre los ciclos de vida, la preferencia de huéspedes (*C. pomonella* y *C. molesta*) y la compatibilidad entre insecticidas de uso habitual para el control de carpocapsa y los enemigos naturales (Foto 57). Ambos enemigos naturales fueron colonizados a través de liberaciones inoculativas en función de la dinámica poblacional de la plaga y del modo de acción de los parasitoides.

El desempeño de los enemigos naturales en el campo se estimó en base al parasitismo de *C. pomonella* y a su capacidad de dispersión a partir de los centros de liberación. Entre los principales productos obtenidos en estas investigaciones pueden destacarse: **1-** la determinación de los principales parámetros biológicos de *A. quadridentata* y *M. ridibundus* (Hernández *et al.*, 2008b), **2-** la compatibilidad de uso de *M. ridibundus* e insecticidas como CarpovirusPlus®, Coragen® y Rimon®, **3-** *A. quadridentata* y *M. ridibundus* se adaptaron a las condiciones climáticas de la región y **4-** ambos enemigos naturales se han establecido en el Alto Valle, tal como se desprende de los recobros posteriores a su liberación (Fotos 57, 58 y 59). (Hernández *et al.*, 2008a; Hernández *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2011). El establecimiento de estos enemigos naturales de *C. pomonella*, tiene un valor estratégico desde el punto de vista del manejo integrado de la plaga, ya que de consolidarse el accionar de estos parasitoides se habrá adicionado al ambiente una causa de mortalidad previamente no disponible en el sistema para las condiciones del Alto Valle. Si bien los logros obtenidos hasta el momento respecto de la colonización de los enemigos naturales exóticos en el Alto Valle son alentadores, es necesario fortalecer la presencia activa de los mismos tanto en las áreas actualmente colonizadas como en nuevos sitios a los efectos de consolidar su establecimiento definitivo en el área.

El parasitoide oófago *Trichogramma*, es uno de los enemigos naturales de mayor utilización a nivel mundial en programas de control biológico inundativo de lepidópteros plaga (Fotos 60 y 61). Los estudios efectuados en relación con el empleo de este enemigo natural para el control de carpocapsa en el Alto Valle representaron el primer intento de implementación de esta técnica a nivel nacional (Foto 62). Las investigaciones desarrolladas incluyeron entre otros aspectos: **1-** selección de candidatos en base a sus principales atributos biológicos, **2-** desarrollo de un sistema de producción masiva del enemigo natural seleccionado, **3-** evaluación en el campo del desempeño del enemigo natu-

rales y **4-** evaluación de la compatibilidad de empleo de los enemigos naturales con insecticidas empleados en el control de *C. pomonella*. Entre los resultados más relevantes obtenidos hasta el momento pueden mencionarse: **1-** *Trichogramma nerudai* resultó la especie más adecuada para ser empleada en el control biológico de carpocapsa (Botto *et al.*, 2005b); **2-** esta especie es factible de ser producida masivamente en el laboratorio sobre el huésped ficticio *Sitotroga cerealella*, en tiempo, forma y cantidad adecuadas; **3-** *T. nerudai* mostró en evaluaciones de campo que tiene potencial para ser empleada en estrategias de control biológico inundativo (excelente capacidad de dispersión y aceptables niveles de parasitismo) (Hernández *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2011); **4-** sus liberaciones inundativas durante el primer pico de oviposición de carpocapsa contribuirían a reducir el impacto negativo de la primera generación de la plaga (Fig. 4.7); **5-** la integración del enemigo natural con insecticidas de bajo impacto ambiental (*Bacillus thuringiensis*) es factible y abre un excelente potencial para el empleo de este biocontrolador en producciones orgánicas.

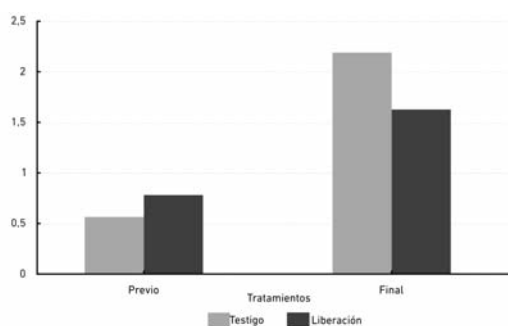


Figura 4.7. Fruta dañada obtenida en parcelas experimentales infestadas con carpocapsa en los tratamientos sin (Testigo) y con liberaciones inundativas (Liberación) de *Trichogramma nerudai* en dos momentos (Previa) y (Final) de la primera generación.

Bibliografía

- BOTTO, E.N.; TORTOSA, O.; HERNÁNDEZ, C.; GARRIDO, S.; LAFALCE, C.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2005 a. Introducción del parasitoides *Mastrus ridibundus* (Gravenhorts) (Hymenoptera: Ichneumonidae) para el control biológico de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura, 6 al 8 de septiembre, Gral. Roca, Río Negro, Argentina.
- BOTTO, E.N.; GARRIDO, S.; SAEZ, T.; HERNÁNDEZ, C.; LAFALCE, C.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2005 b. Evaluación de *Trichogramma* spp., (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para el control Biológico de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en Alto Valle de Río Negro, Argentina. XXVII Congreso Nacional Entomología, 23-25 noviembre Valdivia, Chile.
- GÓMEZ, G.C.; HERNÁNDEZ, C.M.; VISCARRET, M.M. y E.N. BOTTO. 2010. Estudio de variables inherentes a la calidad en la cría masiva de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), en laboratorio. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, 28 de septiembre al 1 de octubre de 2010. Rosario, Buenos Aires, Argentina. pp.190.
- HERNÁNDEZ, C.; BOTTO, E.N.; DELLA TORRE, V.; LAFALCE, C.; GARRIDO, S.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2006. Empleo de entomófagos parasitoides para el control biológico de *Cydia pomonella* (L.) en frutas de pepita (manzanos). 1º Reunión Argentina de Parasitoidólogos: “Integrando aspectos teóricos y aplicados”, 8 y 9 de noviembre 2006, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.
- HERNÁNDEZ, C. M.; BOTTO, E.N.; DELLA TORRE, V.; LAFALCE, C.; GARRIDO, S.; FERNÁNDEZ, D. y L. CICHÓN. 2007. Introducción de *Ascogaster quadridentata* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Disertante en 30º Congreso Argentino de Horticultura y 1º Simposio de Cultivos Protegidos, 24 al 28 de septiembre 2007 La Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina. pp 193.
- HERNÁNDEZ, C.M.; ANDORNO, A.V. y E.N. BOTTO. 2008 a. Estudios Sobre la Supervivencia y Fecundidad de *Ascogaster quadridentata* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae) en Condiciones Controladas de Laboratorio. VIII Congreso de Entomología, 21 al 24 de octubre. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. pp 360.
- HERNÁNDEZ, C.M.; GARRIDO, S.; BOTTO, E.N.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2008 b. Control biológico de *Cydia pomonella*: evaluación del establecimiento de 2 parasitoides exóticos, *Mastrus ridibundus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae) en el Alto Valle de Río Negro. XXXI Congreso Argentino de Horticultura, 30 de septiembre al 3 de octubre. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. pp 338.
- HERNÁNDEZ, C.M.; GARRIDO, S.; VISCARRET, M.M.; BOTTO, E.N.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2009. Avances en la colonización y establecimiento de *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoides exótico de *Cydia pomonella*, en el Alto Valle de Río Negro. XXXII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHO, Salta, Argentina. 23-26/09/09. pp 191.
- HERNÁNDEZ, C.M.; GARRIDO, S.; VISCARRET, M.M.; BOTTO, E.N.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2010. Establecimiento de dos parasitoides exóticos para el control de *Cydia pomonella* L. en la región del Alto Valle de Río Negro, Argentina. 4º Reunión Argentina de Parasitoidólogos: “Aprovechando la diversidad de capacidades”, 20 al 22 de octubre 2010, Concordia, Entre Ríos, Argentina. pp7.
- HERNÁNDEZ, C.M.; BOTTO, E.N.; VISCARRET, M.M.; GARRIDO, S.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2011. Avances en el control biológico de *Cydia pomonella* F. (Lep.: Tortricidae) en manzanos en la República Argentina. Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria (SISA). Intercambio de Experiencia en Producción Masiva y Uso de Agentes de Control Biológico IOBC/NTRS. La Habana, Cuba del 3-6 mayo de 2011.