

Universidad Nacional de Río Negro

Ingeniería Agronómica

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Estudio de nuevas herramientas de control de plagas de nogales con énfasis en *Cydia pomonella* en el Valle Inferior del Río Negro. Primera experiencia.

Alumno

Agustin J. Aubel

Director

Darío M. Martin

Co-Directora

Silvia L. Gallo

Viedma, Río Negro. 24 de junio de 2022.

A mis padres, Evangelina y Javier.

A mi hermana, Milagros.

A mis abuelos, Ángel y Ruth.

A mis tíos Gonzalo y Marisol.

A mis primos, Mariano, Rodrigo, Micaela, Yasmín y Mia.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por todo el apoyo, ayuda y acompañamiento que me dieron a lo largo de todos estos años, ellos me han formado como persona y es por ellos que este logro ha sido posible.

A mis directores de tesis, Darío Martín y Silvia Gallo, por su dedicación, predisposición, acompañamiento y por brindarme las herramientas necesarias para realizar este trabajo.

Al Ing. Agr. Gastón Fuente, por brindarme su ayuda en muchas de las actividades realizadas.

A la Ing. Agr. Silvina Garrido del INTA Alto Valle, por toda la ayuda brindada durante la realización de este ensayo.

A Alejandro Arancio, por facilitar la realización del ensayo en las parcelas A429 y A424.

A la Universidad Nacional de Río Negro por haberme dado la posibilidad de estudiar esta hermosa carrera en mi ciudad natal y formarme como profesional.

Al INTA Valle Inferior por permitir el uso de sus instalaciones y herramientas necesarias para realizar las distintas actividades desarrolladas.

A mis amigos, que he encontrado a lo largo de la carrera, por sus consejos, momentos compartidos y su ayuda durante estos años.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
Descripción y morfología del nogal	12
Características comerciales	14
Carpocapsa: Plaga clave en montes de pepita y nogal	16
Ubicación taxonómica y distribución geográfica	16
Ciclo biológico.....	17
Descripción de los estados y estadíos.....	21
Polilla del algarrobo (<i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zeller)	23
Otras plagas del nogal	25
Polilla de la fruta seca (<i>Plodia interpunctella</i>)	25
Polilla de la harina (<i>Ephestia küniella</i>)	27
Medidas de control de carpocapsa	28
Control químico	28
Control integrado	30
Técnica de la Confusión Sexual	31
Herramientas de Control biológico:	32
Parasitoides	32
<i>Goniozus legneri</i>	32
<i>Mastrus ridens</i>	33
<i>Ascogaster quadridentata</i>	34
Virus de la granulosis de la carpocapsa (CpGV)	35
Control cultural: Uso de Cartón corrugado	36

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	38
HIPÓTESIS.....	39
OBJETIVO GENERAL	39
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS	40
Área de estudio.....	40
Sitio experimental.....	42
Diseño del ensayo.....	42
Monitoreo de adultos de <i>C. pomonella</i>	43
Monitoreo de adultos de <i>E. ceratoniae</i>	45
Técnica de la Confusión Sexual.....	46
Liberaciones inundativas de <i>Goniozus legneri</i>	48
Aplicaciones de insecticidas	49
Evaluación de daños en frutos.....	51
Monitoreo de frutos en temporada vegetativa.....	51
Monitoreo de frutos a cosecha.....	54
Colocación de cartones corrugados.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
Monitoreo de adultos de <i>C. pomonella</i>	57
Monitoreo de adultos de <i>E. ceratoniae</i>	60
Evaluación de daños en frutos.....	62
Daños en frutos verdes.....	62
Daños en frutos a cosecha.	64
Cartones corrugados.....	67
CONCLUSIONES.....	69

BIBLIOGRAFÍA 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantación comercial de nogales del cv. Chandler en el Valle Inferior del Río Negro.....	12
Figura 2. Floración del nogal. Imagen izquierda amentos o inflorescencia masculina; imagen derecha flor pistilada.....	13
Figura 3. Frutos del nogal. Imagen izquierda frutos verdes con pelón; imagen derecha frutos con cáscara, enteros y en mariposas.....	14
Figura 4. Participación de los principales países productores de nueces con cáscara.....	15
Figura 5. Ciclo de vida de carpocapsa.	18
Figura 6. Desarrollo estacional de carpocapsa.....	21
Figura 7. Estados de desarrollo de carpocapsa.	22
Figura 8. Estadíos larvales de carpocapsa.....	22
Figura 9. Adulto de <i>Cydia pomonella</i>	23
Figura 10. Adulto (izquierda) y larva (derecha) de <i>E. ceratoniae</i>	25
Figura 11. Adulto (izquierda) y larva (derecha) de <i>Plodia interpunctella</i>	27
Figura 12. Larva (izquierda) y adulto (derecha) de <i>Ephestia küniella</i>	28
Figura 13. Acumulación promedio de carpogrados para la zona del Valle Inferior.	29
Figura 14. Diferentes tipos de emisores utilizados para la TCS.	31
Figura 15. Adultos de <i>Goniozus legneri</i> (izquierda) y larva de <i>C. pomonella</i> parasitada por <i>G. legneri</i> (derecha).....	33
Figura 16. Hembra adulta de <i>Mastrus ridens</i>	34
Figura 17. Adulto de <i>Ascogaster quadridentata</i>	35
Figura 18. Envase comercial del Carpovirus plus.....	36
Figura 19. Faja de cartón corrugado colocada en el tronco principal de un nogal del cv. Chandler.	37
Figura 20. Imagen satelital de la Provincia de Río Negro (A), ubicación del Valle Inferior del Río Negro (B) y localización del ensayo (C).	40

Figura 21. Ubicación de las parcelas donde se realizaron los tratamientos de control.	42
Figura 22. Colocación de trampas de feromonas para monitoreo de <i>C. pomonella</i> a inicios de floración femenina.	44
Figura 23. Conteo de adultos capturados a campo.	45
Figura 24. Trampa de tipo diamante con feromona Pherocon® CARM para el monitoreo de <i>E. ceratoniae</i>	46
Figura 25. Difusor de feromona colocado en la parte superior del árbol.	47
Figura 26. Colocación de difusores para TCS en plantas de nogal.	47
Figura 27. Colocación de bolsas con <i>G. legneri</i> en estado de pupa encapullada (cocones).....	49
Figura 28. Bolsa con <i>G.legneri</i> ya colocada en rama de árbol.	49
Figura 29. Equipo tractor - pulverizadora utilizado (izquierda) y prueba de aplicación (derecha).	50
Figura 30. Colocación de tarjetas hidrosensibles (izquierda) y tarjeta luego de la aplicación (derecha).	50
Figura 31. Frutos recolectados durante la temporada vegetativa en el Tratamiento 2.	52
Figura 32. Lupa estereoscópica Zeiss, modelo Stemi 2000 - C - Aumento 50X, utilizada para identificar las larvas recolectadas.	52
Figura 33. Crochets uniordinales característicos de las pseudopatas de larvas de <i>C. pomonella</i>	53
Figura 34. Crochets biordinales característicos de las pseudopatas de larvas de <i>E. ceratoniae</i>	53
Figura 35. Observación de grupo preespicular bisetoso sobre placa torácica marrón oscuro de larvas de <i>E. ceratoniae</i>	54
Figura 36. Monitoreo de frutos a cosecha realizado en la EEA Valle Inferior.	54
Figura 37. Larvas recolectadas en alcohol al 70%.	55
Figura 38. Retiro de fajas de cartón corrugado en el mes de mayo.	56
Figura 39. Monitoreo poblacional de adultos de <i>C. pomonella</i> (2020 - 2021) en los tratamientos evaluados. La flecha naranja indica colocación de los difusores para	

TCS en Tratamiento 1. Las flechas azules indican aplicación química. Las flechas negras indican liberación de <i>G. legneri</i> en Tratamiento 1.	58
Figura 40. Capturas totales de <i>C. pomonella</i> en ambos tratamientos.	59
Figura 41. Monitoreo poblacional de adultos de <i>E. ceratoniae</i> durante la temporada 2020 - 2021 en los tratamientos evaluados. Las flechas negras indican liberación de <i>G. legneri</i> en Tratamiento 1. La flecha azul indica aplicación química.	61
Figura 42. Trampa de tipo diamante utilizadas para el monitoreo de <i>C. pomonella</i> y <i>E. ceratoniae</i>	61
Figura 43. Capturas totales de <i>E. ceratoniae</i> en ambos tratamientos.	62
Figura 44. Porcentaje de daño en fruto verde en cada tratamiento.	63
Figura 45. Fruto dañado sin presencia de larva (izquierda) y con presencia de larva (derecha).	63
Figura 46. Porcentaje de frutos con presencia de larvas de <i>C. pomonella</i> y de frutos con daño sin individuo presente en frutos verdes.	64
Figura 47. Porcentaje de frutos dañados a cosecha.	64
Figura 48. Fruto dañado con presencia de larva.	65
Figura 49. Porcentaje de frutos con presencia de larvas de <i>C. pomonella</i> y <i>E. ceratoniae</i> y de frutos con daños sin individuo presente a cosecha.	65
Figura 50. Número de larvas diapausantes recolectadas en fajas de cartón corrugado en los tratamientos evaluados.	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grados día que insume cada etapa de desarrollo de <i>C. pomonella</i>	19
Tabla 2. Número, fechas y dosis de las liberaciones de <i>G. legneri</i> realizadas en el Tratamiento 1.	48
Tabla 3. Números, fechas, principios activos, nombres comerciales y dosis de los insecticidas aplicados en los Tratamientos 1 y 2.....	51

RESUMEN

La producción de nogal (*Juglans regia* L.) ocupa un lugar importante dentro de la fruticultura nacional y regional. Uno de los principales problemas sanitarios que presenta el cultivo es ocasionado por carpocapsa (*Cydia pomonella* L.). Desde el INTA EEA Valle Inferior del Rio Negro se inició un estudio con el objetivo de evaluar nuevas herramientas de control de plagas de nogales con énfasis en *C. pomonella*, que contribuyan a minimizar el uso de insecticidas. Se presentan en este trabajo los resultados del primer año del ensayo, correspondiente a la temporada 2020/2021.

El trabajo se llevó a cabo en plantaciones de nogales del cv. 'Chandler', situadas en dos parcelas lindantes del Valle Inferior del Rio Negro (VIRN). En una de las plantaciones se implementó un manejo de control integrado (Tratamiento 1) que combinó la técnica de la confusión sexual (TCS) mediante la colocación de feromona tipo CIDETRAK® CM PLUS MESO, 8 liberaciones inundativas de *Goniozus legneri* y 6 aplicaciones químicas de insecticidas; en la otra plantación se implementó únicamente control químico (Tratamiento 2) con 6 aplicaciones de insecticidas. En ambas plantaciones, se colocaron al inicio de la temporada 2 trampas de feromonas para el monitoreo semanal de adultos de *C. pomonella* y 2 para *Ectomyelois ceratoniae*. Además, se colocaron en el mes de enero fajas de cartón corrugado en todos los arboles del ensayo para capturar y eliminar larvas diapausantes de carpocapsa.

Los resultados mostraron que la dinámica poblacional de *C. pomonella* durante la temporada fue muy alta en ambas plantaciones, lo que no permitió disminuir la cantidad de aplicaciones químicas. Sin embargo, las herramientas utilizadas en el control integrado tuvieron un efecto positivo en la población de adultos de la tercera generación de *C. pomonella*, atribuidas principalmente el uso de la técnica de la confusión sexual en conjunto con las liberaciones de *G. legneri*. En la temporada se capturaron 672 adultos de carpocapsa en el Tratamiento 1 y 1078 en el Tratamiento 2. Por otro lado, el presente trabajo reporta por primera vez la presencia y dinámica poblacional de *E. ceratoniae* en nogales en el VIRN. Las capturas de *E. ceratoniae* fueron menores a las de *C. pomonella*, y rara vez la sumatoria de las dos trampas supero los 4 individuos por semana. Se contabilizaron 43 adultos de *E. ceratoniae*

en el Tratamiento 1 y 16 en el Tratamiento 2. El porcentaje de frutos dañados a cosecha fue de 1,03% en el Tratamiento 1 y de 2,13% en el Tratamiento 2. Se observó mayor presencia de larvas vivas de *E. ceratoniae* en ambos tratamientos, lo que era esperable ya que la larva de *E. ceratoniae* permanece dentro del fruto mientras que la de carpocapsa sale del fruto para empupar fuera de él. Finalmente, la cantidad de larvas diapausantes capturadas en las fajas de cartón fue de 79 en el Tratamiento 1 y de 231 en el Tratamiento 2. Se puede inferir el efecto positivo de la técnica de la confusión sexual y las liberaciones de *G. legneri* en el número de larvas capturadas en el Tratamiento 1 respecto al Tratamiento 2.

Los resultados preliminares de la primera temporada son alentadores, al observar en el Tratamiento 1 una disminución en la población de carpocapsa, principalmente al final de la temporada (en 3º generación) y un menor número de larvas diapausantes, así como un menor porcentaje de daño a cosecha, en comparación con el Tratamiento 2. El ensayo continuará en las temporadas siguientes, en las cuales se espera una menor presión de la plaga desde inicio de la temporada, y una repuesta más consistente del control integrado que permita minimizar el uso de insecticidas, sin comprometer el estado sanitario de la plantación.

El estudio es financiado por el INTA a través del proyecto nacional PD I101 “Prospección, prevención y control de *Lobesia botrana*, *Drosophyla suzukii*, HLB y Carpocapsa”.

Palabras claves: nogal, *Cydia pomonella*, confusión sexual, *Ectomyelois ceratoniae*, cartón corrugado, *Goniozus legneri*, Valle Inferior del Río Negro.

INTRODUCCIÓN

Descripción y morfología del nogal

Juglans regia es la especie que popularmente se conoce como nogal común, nogal europeo, persa o inglés y nuez de Castilla. Es un árbol de la familia de las Juglandáceas, orden Fagales. Es la especie del género *Juglans* más conocida y típicamente identificada por su fruto como alimento (Iannamico, 2009).

El árbol es de gran tamaño, puede sobrepasar los 25-30 metros de altura, por lo general de porte globoso, ramificado, con tronco de corteza grisácea y bastante lisa en árbol joven y agrietado y más oscuro en su estado adulto. Las raíces conforman un sistema de gran desarrollo, potentes en crecimiento vertical, alcanzando los 4 metros de profundidad cuando no se presentan limitaciones. En cuanto al crecimiento horizontal es también muy importante y sobrepasa siempre la extensión de la copa del árbol. Las hojas son compuestas imparipinnadas, con 7 o 9 folíolos glabros, no dentados, de forma oval a oval-lanceolados, de color verde algo más oscuro en el haz que en el envés (Iannamico, 2009).



Figura 1. Plantación comercial de nogales del cv. Chandler en el Valle Inferior del Río Negro. Fuente: Imagen propia.

En cuanto a su biología floral, es una planta diclino monoica, de polinización anemófila, mayormente dicógama y con una protandria más o menos marcada según la variedad y condiciones meteorológicas de cada año. La protoginia se da en muy pocas variedades (Germain *et al.*, 1999).

Las flores masculinas se disponen sobre los brotes del año anterior, en amentos verdes, cilíndricos, colgantes, agrupados de 1 a 3, y de 6 a 12 cm de longitud cuando están completamente expandidos. Las flores femeninas se desarrollan en posición terminal en el brote del año. Suelen salir de yemas insertadas en el brote del año anterior en posición apical y subapical, mayoritariamente, aunque en algunos materiales también se desarrollan a partir de yemas laterales dispuestas a lo largo del brote del año anterior (figura 2). Este carácter es de suma importancia para la producción de nueces puesto que se incrementa el número de yemas fructíferas por brote. Pueden ser solitarias o disponerse en grupos de 2 a 5 flores. También pueden formar una inflorescencia en forma de racimo (Germain *et al.*, 1999).



Figura 2. Floración del nogal. Imagen izquierda amentos o inflorescencia masculina; imagen derecha flor pistilada. Fuente: Imagen propia.

Los frutos son drupas con epicarpo liso y mesocarpo carnoso y delgado de color verde (pelón). La semilla está cubierta por un endocarpo leñoso de dureza y grosor variable (figura 3), fácilmente rompible, aunque existe una graduación muy

marcada de durezas dentro de la propia especie. Externamente puede ser lisa, rugosa o asurcada. La nuez consta de dos valvas unidas por un burlete de sutura que puede ser muy prominente (Pemán *et al.*, 2012).



Figura 3. Frutos del nogal. Imagen izquierda frutos verdes con pelón; imagen derecha frutos con cáscara, enteros y en mariposas. Fuente: Iannamico, 2009.

Uno de los principales problemas sanitarios que presenta el nogal es ocasionado por una plaga, la carpocapsa o *Cydia pomonella* L. El daño se produce a campo y es causado por las larvas que se alimentan de las semillas (parte comestible de la nuez). El número elevado de generaciones anuales de esta plaga determina un riesgo potencial importante y la necesidad de efectuar las actividades de control en forma muy precisa, para evitar porcentajes de daño que comprometan la producción (Quintana y Cólica, 2011).

Características comerciales

La producción mundial de nuez con cáscara es de 4.498.442 toneladas. El principal productor a nivel mundial es China con una producción de 2.521.504 toneladas, seguido de EEUU con 592.390 toneladas, e Irán con una producción de 321.074 toneladas. Estos 3 países abarcan más del 75% de la producción mundial (figura 4). La Argentina no es un productor destacado, dado que cuenta con una producción de 18.488 toneladas lo que significa una participación del 0,73% a nivel mundial (FAO, 2019).

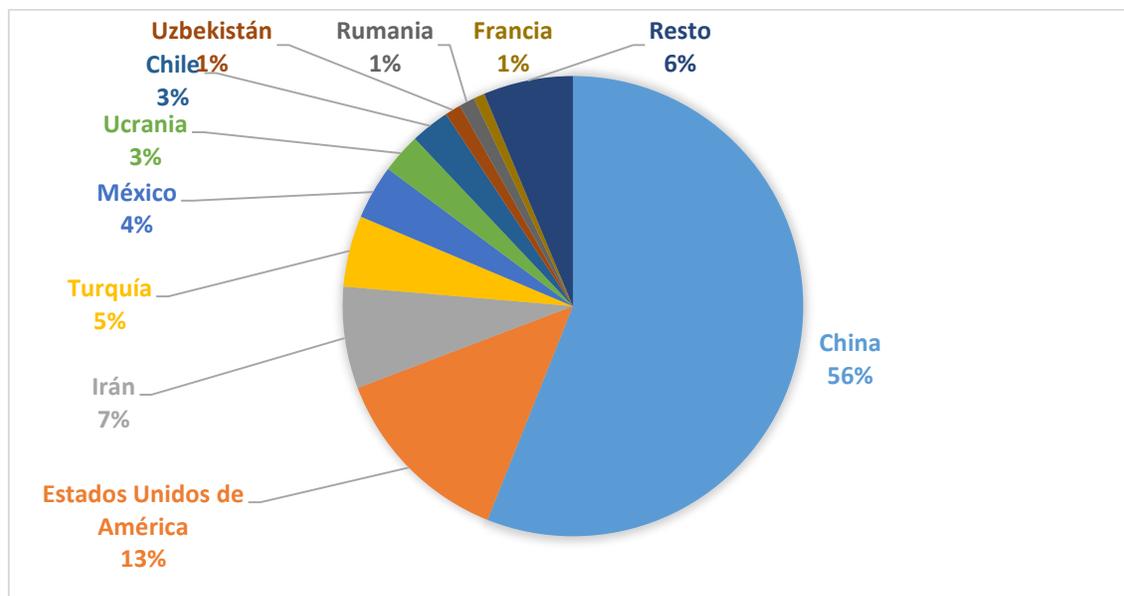


Figura 4. Participación de los principales países productores de nueces con cáscara.
Fuente: Elaboración propia en base a datos FAO, 2019.

A nivel nacional, la nuez es el principal fruto seco que se produce, abarcando poco más del 55% de la superficie (16.260 ha) implantada con frutos secos. Las zonas tradicionalmente productoras de nueces abarcan las provincias de Catamarca, La Rioja, Mendoza y San Juan, las cuales concentran más del 85% (14.022 ha) de la superficie plantada. En los últimos años, con el advenimiento del siglo XXI, la producción del nogal se extendió hacia regiones más australes del país, principalmente en las provincias de Río Negro y Neuquén (norte de la Patagonia) (Sánchez, 2020). En ellas, la superficie ocupada con plantaciones de nogales en la actualidad ronda las 2.800 ha. Su producción se extiende en el Valle Inferior de Río Negro con unas 940 ha, seguido del Valle Medio y el Alto Valle, con unas 1.300 y 252 ha, respectivamente; en tanto que en los valles neuquinos la superficie abarca unas 310 ha (Martín, 2021).

En esta región el desarrollo del cultivo se basa en variedades de origen californiano, principalmente la variedad 'Chandler', más precoz en su entrada en producción comercial y con altas expresiones de rendimiento. Sin embargo, es de brotación y floración más temprana y con mayores problemas sanitarios que las variedades francesas y criollas tradicionalmente utilizadas con anterioridad (Iannamico, 2009). Los principales problemas sanitarios detectados en los valles

patagónicos han sido la “Bacteriosis o tizón del nogal” (principalmente en los Valles Medio e inferior del Río Negro) y la “carpocapsa”, presente en todos los valles productivos (Cichón *et al.*, 2015).

Carpocapsa: Plaga clave en montes de pepita y nogal

Ubicación taxonómica y distribución geográfica

Carpocapsa es un insecto que fue descrito por Linnaeus en 1758. Desde su descripción original con el nombre de *Phalaena Tinea pomonella* de Linnaeus en 1758, pasando por *Laspeyresia pomonana* Hubner en 1825, *Carpocapsa pomonana* Treitschke en 1830 y *Carpocapsa pomonella* Harris en 1862, hasta la actualidad que la conocemos con el nombre de *Cydia pomonella* impuesto por Walsingham en 1897 (Brown, 1979).

Su ubicación taxonómica es la siguiente:

1. Orden: Lepidoptera
2. Familia: Tortricidae
3. Subfamilia: Olethreutinae
4. Tribu: Laspeyresiini
5. Género: *Cydia*
6. Especie: *Cydia pomonella* (L.)

Es una especie nativa de Eurasia, que ha tenido una amplia distribución mundial acompañando a su hospedero más importante, el manzano, *Malus domestica* Borkh. Además, puede desarrollarse en otras pomáceas como el peral, *Pyrus communis* L.; el membrillero, *Cydonia oblonga* Mill.; y el nogal, *Juglans regia* L. Según citas bibliográficas, esta plaga puede atacar también frutales de carozo, como el damasco, *Prunus armeniaca* Blanco, y en menor medida, el duraznero, *Prunus persica* (Cichón y Fernández, 2003; Giganti *et al.*, 2007).

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 (Cichón, 2004).

En la actualidad es un insecto cosmopolita presente prácticamente en todos los lugares donde se cultivan sus huéspedes (manzanos, perales, membrilleros y nogales) en los cinco continentes y en ambos hemisferios, limitada principalmente por la presencia de hospederos y condiciones climáticas apropiadas para su desarrollo (acumulación de un mínimo de 600 grados-día por encima del umbral de 10°C) (Fernández, 2012).

Ciclo biológico

Por ser un lepidóptero de hábitos crepusculares *carpocapsa* presenta una actividad diaria limitada a unas pocas horas durante la tarde e inicio de la noche y en la madrugada. Los machos vuelan con temperaturas mayores a 13°C y las hembras con temperaturas superiores a 15°C, pero la cópula recién se produce con temperaturas crepusculares superiores a 17°C (Borden, 1931).

En general, se considera que la *carpocapsa* es una plaga sedentaria, aunque la capacidad de vuelo de los adultos es altamente variable. Schumacher *et al.* (1997) estimaron que aproximadamente el 10% de los individuos realizan vuelos de largo alcance, lo que puede aumentar significativamente la dispersión de esta plaga entre plantaciones y/o localidades distantes.

Las hembras pueden oviponer ante la ausencia de machos pero todos estos huevos serán infértiles y no habrá desarrollo embrionario (Cichón y Fernández, 2003). Los huevos son depositados por la hembra sobre hojas y frutos. La larva busca los frutos, perfora el pelón (epicarpo y mesocarpo) y la cáscara (endocarpo), para dirigirse y alimentarse de la semilla. Una vez completado el desarrollo larval, la larva madura abandona el fruto, se descuelga con un hilo de seda hasta encontrar un refugio debajo de la corteza del tronco o en el suelo, donde teje un capullo de seda. Posteriormente, la larva se transforma en pupa y finalmente emergen los adultos (Cichón y Fernández, 2003; Giganti *et al.*, 2007) (figura 5).



Figura 5. Ciclo de vida de carpocapsa. Fuente: Quintana y Cólica, 2011.

El número de generaciones anuales de *C. pomonella* varía dependiendo del clima, el año y la planta hospedera donde se desarrolle (Audemard, 1991). En la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, en frutales de pepita, se observan 3 generaciones completas por año, y en algunas temporadas hasta una cuarta generación, debido a una mayor acumulación de temperaturas; aunque ésta generación extra, será de una magnitud muy reducida comparada con la previa (Cichón y Fernández, 1993).

Los insectos son organismos con escasas posibilidades de regular su temperatura corporal, por este motivo se los denomina “poikilotermos” (poikilo = variedad (G); thermo = calor (G)) o “heterotermos”. Esto significa que su desarrollo estará mayormente influenciado por la temperatura ambiente. Además de la temperatura, otros factores que influyen son el fotoperíodo (cantidad de horas de luz) y en menor medida la humedad (Chapman, 1998).

Las temperaturas a las que los insectos están sometidos en su medio y el tiempo de exposición constituyen una combinación tiempo-temperatura, conocida como “tiempo fisiológico”, que se mide en unidades denominadas grados-día ($^{\circ}\text{D}$), para *C. pomonella* estas unidades se denominan carpogrados. La unidad de grados-día se define como el lapso dentro de las 24 horas en que el promedio de temperatura se mantiene por lo menos 1°C por encima del umbral mínimo de desarrollo del insecto, siendo entonces que cada grado centígrado adicional al cero biológico significará un aumento de un grado-día. Para *C. pomonella* el umbral

térmico mínimo es de 10 °C y marca la temperatura mínima para el desarrollo del insecto. Cuando la temperatura media diaria supera este valor, el excedente de 10 °C se computa como grados día (°D). Cada etapa de desarrollo o unidad fisiológica implica la suma de determinada cantidad de grados día (tabla 1) (Hernández, 2015). El umbral máximo promedio de desarrollo de la carpocapsa fluctúa entre 29 y 31°C para huevos, larvas y pupas respectivamente (Fernández, 2012).

Tabla 1. Grados día que insume cada etapa de desarrollo de *C. pomonella*. Fuente: Hernández, 2015.

Etapa de desarrollo	Requerimientos térmicos (°D promedio)
Periodo embrionario	72
Desarrollo de la larva	356
Desarrollo de la pupa	116
Desarrollo de una generación	544

Su ciclo de vida está perfectamente sincronizado con la fenología de su principal hospedero, el manzano. Este lepidóptero pasa el invierno como larva en diapausa en su capullo (Giganti *et al.*, 2007). 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 y 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, etc (Lago *et al.*, 2015). A fines de agosto o principios de septiembre, con los primeros calores, las larvas invernantes reanudan su desarrollo a pupa y posteriormente a adulto. Las primeras polillas vuelan cuando se suman unos 70°D (Hernández, 2015).

Este vuelo de adultos de la tercera generación del año anterior, se prolongará hasta principios de diciembre cubriendo un período total de casi tres meses. Durante este período se producen dos picos de vuelo alrededor de los 250°D y de los 520°D. Los huevos eclosionan, dependiendo de la temperatura, entre 6 y 14 días luego de haber sido depositados. Las primeras larvas comienzan a emerger a los 250°D, nunca antes. A partir de este momento las posturas y nacimientos de larvas se

incrementan hasta hacerse máximas entre mediados y fines de noviembre (400 a 650°D) para luego declinar. En los casos en que la densidad de la plaga sea elevada, el período de riesgo de daño de la primera generación de carpocapsa se prolonga desde mediados de octubre a inicios de diciembre (55 a 60 días). El período que transcurre entre el nacimiento de la larva y el comienzo del daño puede ser de unos pocos minutos hasta algunas horas, dependiendo del sitio de oviposición y la temperatura ambiente. Este período es el único en el que la larva es susceptible a intoxicarse con los productos químicos utilizados comúnmente para su control (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

El desarrollo de la larva dura entre 20 y 25 días y se produce dentro del fruto, alimentándose de la semilla. El estado de pupa requiere entre 10 y 20 días, según el momento de la temporada. El desarrollo de una generación completa se cumple aproximadamente en 48-56 días. No todas las larvas de una generación evolucionan a pupas. Por ejemplo, para el Alto Valle de Río Negro y Neuquén se determinó que el 20% de la primera generación, el 70 % de la segunda y el 100% de la tercera quedan como larvas invernantes (diapausa obligatoria) (Giganti *et al.*, 2007).

El desarrollo del modelo de grados-día es empleado para determinar los momentos adecuados para aplicar controles, los que deben realizarse de manera precisa debido a los hábitos ya mencionados que presentan las larvas. El monitoreo de vuelos de adultos con trampas de feromonas específicas complementa el método de grados-día y permite determinar el nivel poblacional de la plaga y su fluctuación, estableciendo así los momentos precisos de aplicación dentro de la estrategia de control (González Ritzel *et al.*, 2012).

En la figura 6 se muestra el desarrollo estacional de carpocapsa durante la temporada.

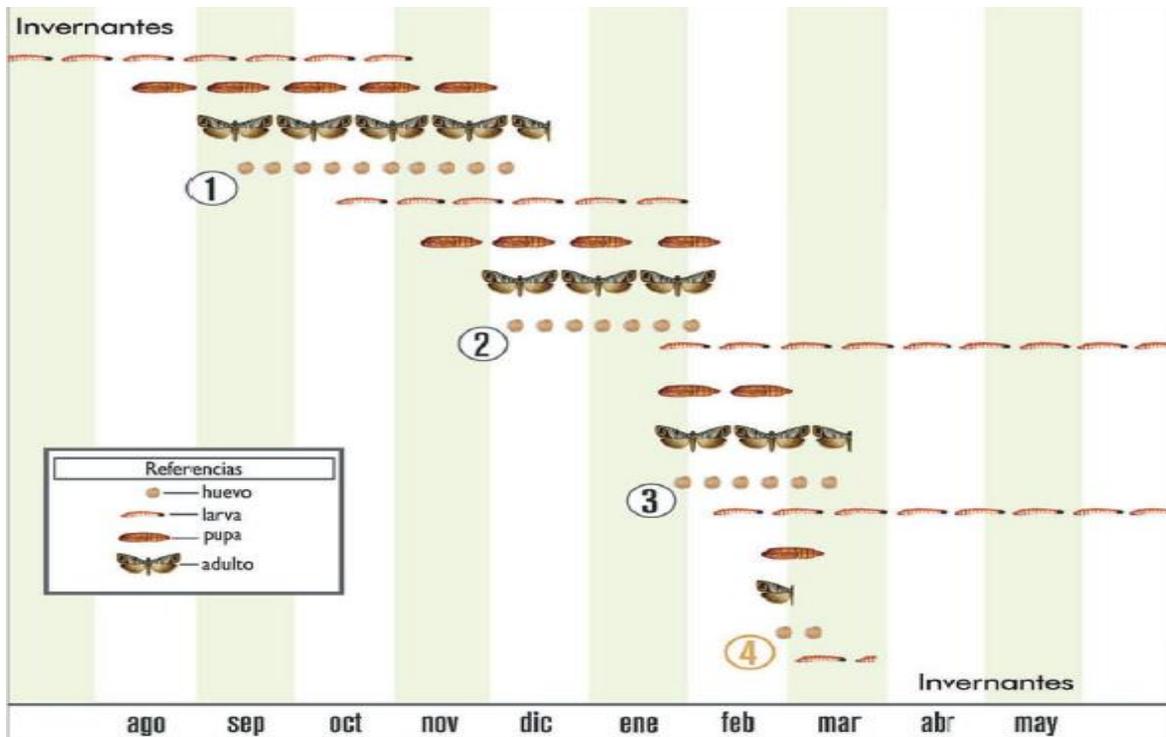


Figura 6. Desarrollo estacional de carpocapsa. Fuente: Quintana y Cólica, 2011.

Descripción de los estados y estadíos

Como es propio del orden Lepidóptero, carpocapsa cumple una metamorfosis completa a lo largo de su ciclo. Esto significa que atraviesa cuatro etapas diferentes de desarrollo, denominados “estados”, en los que las formas juveniles poseen una apariencia muy diferente a la del adulto. Dentro de cada estado se suceden diferentes etapas que se designan “estadíos”, como es el caso de las larvas que atraviesan cinco estadíos antes de transformarse en pupa. Los estados reciben los nombres de huevo, larva, pupa y adulto (mariposa o polilla) (figura 7) (Quintana y Cólica, 2011). Estos autores describen los distintos estados para *C. pomonella* de la siguiente manera:

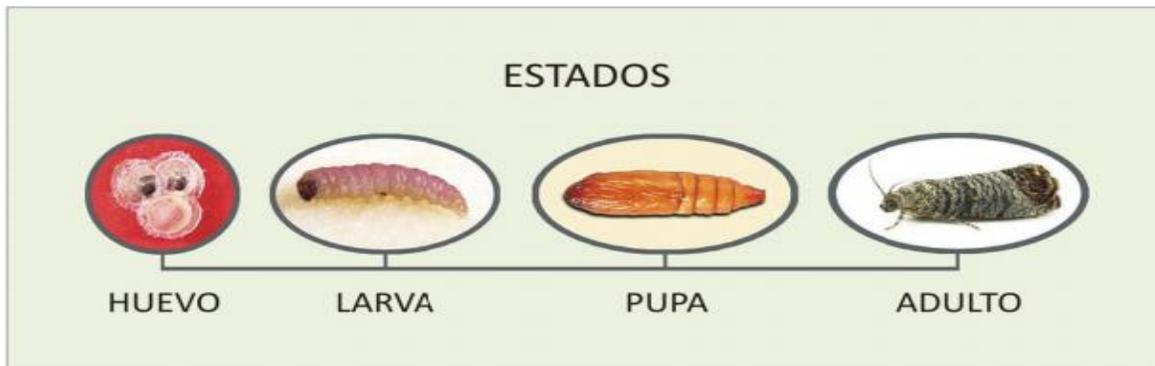


Figura 7. Estados de desarrollo de carpocapsa. Fuente: Quintana y Cóllica, 2011.

- *Huevos:* Son de forma circular, blanco-perlados y esféricos al momento de salir por el oviducto de la hembra. Luego, ésta deposita una capa de sustancia adherente que lo fija sobre la superficie de oviposición, tomando una forma circular aplanada en los bordes y algo elevada en el centro. Los huevos tienen un tamaño aproximado de 1,2-1,3 mm de diámetro.
- *Larvas:* Las larvas de la carpocapsa recién eclosionadas son de color blanco cremoso y tienen la cabeza negra. Su tamaño en este estadio es de 2-2,5 mm. La larva de la carpocapsa pasa por cinco estadios antes de transformarse en pupa o crisálida (figura 8). El largo total del cuerpo alcanzado por el quinto estadio larval es de 14 a 18 mm y tiene un color rosa pálido, con la cápsula cefálica negra o marrón.

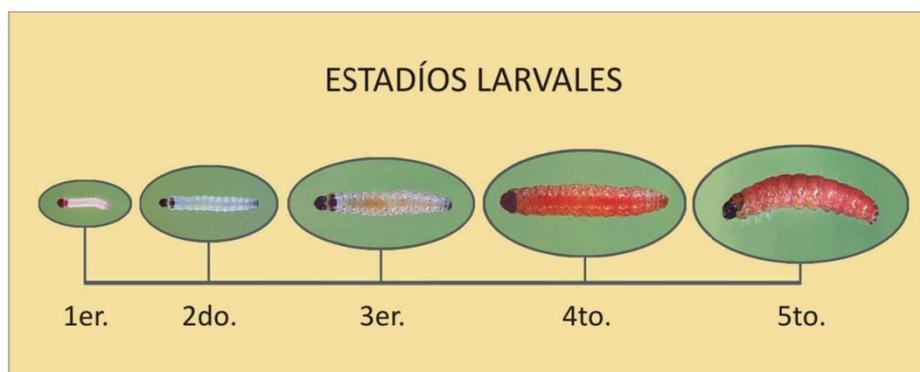


Figura 8. Estadios larvales de carpocapsa. Fuente: Quintana y Cóllica, 2011.

- *Pupas o crisálidas*: La pupa es de color marrón a marrón oscuro con bordes y espinas negras. El tamaño de la pupa varía entre 8 y 11 mm. Se encuentran visibles 10 segmentos abdominales.
- *Adultos*: Los adultos son típicas polillas de color gris, de 1,5 a 2 cm de largo (figura 9). La hembra es de mayor tamaño pesando 16 - 42 mg, mientras que el macho pesa 12 - 21 mg, aunque esta característica no debe ser usada como un carácter para diferenciar los sexos, ya que puede presentar grandes variaciones. Las alas son las típicas de los tortricidos, con bordes rectos en las anteriores y redondeados (abanico) en las posteriores. Las alas anteriores en reposo, caen en forma de techo a dos aguas y tienen una mancha bronceada (*ocellus*) en el extremo de cada una de ellas.



Figura 9. Adulto de *Cydia pomonella*. Fuente: Quintana y Cólica, 2011.

La descripción detallada de cada uno de los estados de desarrollo y sus respectivos estadios es de vital importancia en la identificación correcta del insecto.

Polilla del algarrobo (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller)

La polilla del algarrobo es un Lepidóptero perteneciente a la familia Pyralidae y se caracteriza por ser una plaga principalmente de almacenaje. La larva de esta especie puede ser confundida con la de carpocapsa. Es de color rosa anaranjado o rosa-ocre (figura 10), posee un escudete torácico poco notorio en comparación con *Cydia pomonella*. Tiene, además, largas setas en el segundo segmento torácico y

en el octavo segmento abdominal. La pupa se caracteriza por tener una costilla dorso-transversal más oscura en el tórax y dos pequeñas espinas en el dorso de cada segmento abdominal, además presenta dos uñas en el extremo abdominal (cremaster). Por su parte, el adulto es una polilla de color gris con manchas más oscuras y posee una expansión alar de 2 o 3 cm (figura 10), con palpos labiales bien desarrollados y maxilares filiformes. En las alas anteriores se observan líneas transversales que forman una “W” (Cichón *et al.*, 2015; Salas, 2017).

No se conocen todos los detalles de su biología, ni el número exacto de generaciones por temporada. En nogales, el mayor ataque comienza al momento de la apertura del pelón (aproximadamente a partir de enero). Los huevos son colocados en las hojas, frutos o en el interior del pelón abierto. Prefiere frutos previamente atacados por la polilla de la manzana o frutos momificados tanto en el árbol como en el piso del monte. Luego de la eclosión, las larvas entran a las nueces a través del tejido suave al final del pedicelo, se alimentan, completan su desarrollo (5 o 6 estadíos larvarios) y empupan en su interior, para finalmente emerger como adultos. Dentro de una nuez puede encontrarse comúnmente más de una larva y abundante seda, lo que puede ayudar a su diferenciación con la carpocapsa. Esta última por lo general se presenta en forma individual en el fruto y no produce abundante tela en el interior. Las hembras de *Ectomyelois* que vuelan en otoño colocan huevos individuales en nueces momificadas, en nueces infestadas por carpocapsa o en nueces dañadas por bacteriosis y las larvas que nacen no entran en diapausa durante el invierno, sino que permanecen desarrollándose lentamente, debido a las bajas temperaturas, en el mismo árbol o el piso de la plantación (Zaviezo y Romero, 2005).

El daño que produce esta especie es directo por alimentación de la larva, lo que contamina y evita la comercialización de las nueces. En general esta polilla se asocia a productos almacenados, como frutos secos o deshidratados, lo que se explica por su mayor ataque durante la segunda mitad de la temporada, desde la apertura del pelón, cuando las nueces están maduras en el árbol. Además en variedades de buen sellado, en esta época ya no se realizan aplicaciones contra la polilla de la manzana, lo que permite una mayor sobrevivencia de las larvas de la

polilla del algarrobo. Esta especie también puede dañar enormemente nueces almacenadas, por lo que se debe evaluar la necesidad de fumigarlas (Zaviezo y Romero, 2005).

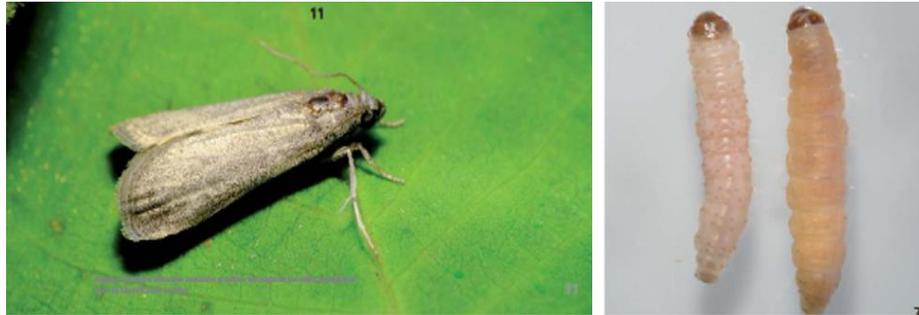


Figura 10. Adulto (izquierda) y larva (derecha) de *E. ceratoniae*. Fuente: Cichón *et al.*, 2015.

Otras plagas del nogal

Polilla de la fruta seca (*Plodia interpunctella*)

Plodia interpunctella (Hüber) pertenece al orden: Lepidóptera, familia: Pyralidae. Es un insecto cosmopolita, las mariposas (figura 11) miden 15 - 20 mm de envergadura alar. Las alas superiores en su parte basal son de color grisáceo claro, el resto del ala, es decir, las dos terceras partes restantes son de color pardo oscuro, lo mismo que la cabeza y el tórax. Las alas inferiores son de color gris claro. Cuando el insecto está en reposo, pliega las alas a lo largo del cuerpo quedando las antenas dispuestas hacia atrás, apoyadas a lo largo del cuerpo (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

Las hembras depositan entre 50 a 300 huevos, aislados o en grupos de 20 o más, sobre los mismos alimentos de las futuras larvas. El período embrional dura de 3 a 15 días, dando lugar al nacimiento de larvas de color blanco, aunque a menudo presentan matices verdosos o rosados, con cabeza ligeramente oscura y provista de placa anal. La oruga (figura 11) en su máximo desarrollo mide de 10 a 12 mm y el estado larval lo cumple en 15 días, aunque puede sobrevivir como larva invernante 2 años. Empupa en el mismo lugar donde se alimenta y luego de 1 a 4

semanas emergen los adultos. El ciclo total puede cumplirlo en 40 días y habitualmente desarrollan entre 5 a 6 generaciones anuales, en condiciones ambientales favorables (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

Se distingue fácilmente de otras polillas porque el primer tercio de las alas anteriores es de un color canela claro o ligeramente amarillento y los dos tercios restantes son de color café rojizo. Se considera una plaga secundaria en los granos secos y sanos; y plaga primaria en harinas, frutas secas y otros productos (Arias, 1993).

La larva, cuando está completamente desarrollada mide aproximadamente 13 mm de longitud. Es de color blanquecino, pudiendo ser ligeramente verdosa o con tintes rosados. Tiene tres pares de patas verdaderas y 4 pares de falsas patas en el abdomen. La larva totalmente desarrollada hila una tela sedosa, dejando hilos de seda cuando se arrastra en donde se acumulan deyecciones de la larva llegando a cubrir la superficie del producto infestado con esta tela generando importantes daños. La transformación de huevo a adulto demora aproximadamente 26 días. La larva antes de pupar, busca lugares protegidos lo que dificulta aún más su control. En primavera y verano, con el aumento de la temperatura, las poblaciones de *Plodia* se incrementan notablemente. La larva se alimenta de una gran variedad de productos farináceos, fruta seca, leche en polvo, chocolates, nueces, almendras, maní, etc. Se distribuye en todo el mundo. Generalmente no completa su desarrollo bajo los 10°C. Los adultos son de corta vida y no se alimentan de productos almacenados (Arias, 1993). La larva se alimenta de frutos secos sanos y de harinas u otros productos de la molienda, por lo que se observa en condiciones de almacenamiento (Cichón *et al.*, 2015). Los productos atacados quedan mezclados con una tela densa segregada por las larvas, con sus excrementos, tierra u otras suciedades, de manera tal que se malogran para el consumo (Urretabizkaya *et al.*, 2010).



Figura 11. Adulto (izquierda) y larva (derecha) de *Plodia interpunctella*. Fuente: Urretabizkaya *et al.*, 2010.

Polilla de la harina (*Ephestia küniella*)

La polilla de la harina es un insecto perteneciente al orden de los Lepidópteros y a la familia Pyralidae, considerada una plaga de almacenamiento. Es un lepidóptero ampliamente distribuido en todas las regiones templadas, tropicales y subtropicales del mundo. Muy perjudicial pues destruye harinas, su alimento preferido, también ataca granos almacenados, salvado, galletitas, castañas, nueces, chocolate, frutas desecadas, carne y cera de los colmenares (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

La larva (figura 12) se alimenta preferentemente de harinas, y en menor grado de frutos secos y granos. Se observa en condiciones de almacenamiento. En el último estadio tiene entre 15 – 18 mm de longitud y posee una coloración rosada con pequeños puntos negros de los cuales se desprenden setas largas y ralas. El adulto (figura 12) es una polilla de 18 – 20 mm de envergadura alar, con alas anteriores gris oscuro y líneas transversales más oscuras en zig-zag (Cichón *et al.*, 2015).

Los huevos son depositados sobre el alimento de las futuras larvas o en lugares cercanos a ellos, en un número aproximado a 200; una semana después éstas nacen y en su máximo desarrollo alcanzan a medir 15 mm, presentan color blanquecino o rosado; poseen en el protórax y en el último urómero una coloración más oscura que en el resto del cuerpo. Luego de tejer el capullo, empupan y permanecen en ese estado de 10 a 15 días. Tardan 8 a 10 semanas para alcanzar el estado adulto. Fue uno de los principales problemas en los molinos harineros, donde frecuentemente la operación de molienda se dificultaba por los hilos sedosos

producidos por los estadios jóvenes, que forman una tela que apelmaza las partículas de alimento. Las harinas se ensucian con despojos y excrementos, rápidamente fermentan y adquieren un olor desagradable perdiendo así su valor alimenticio (Urretabizkaya *et al.*, 2010).



Figura 12. Larva (izquierda) y adulto (derecha) de *Ephestia küniella*. Fuente: Urretabizkaya *et al.*, 2010.

Medidas de control de carpocapsa

Control químico

El control de carpocapsa, tanto en el Hemisferio Norte como en el Sur, se ha basado tradicionalmente en la aplicación de insecticidas químicos. Entre los principios activos utilizados actualmente encontramos: Spinetoram (Delegate), Thiacloprid (Calypso), Lambda-cihalotrina (Karate), Clorpirifós (Lorsban), Fosmet (Imidan), Carbaryl (Sevin), Methoxifenocide (Intrepid), Acetamiprid (Mospilan), Spinosad (Tracer), entre otros (Cichón y Fernández, 2003; Cichón, 2004). Cabe señalar que en el país son muy pocos los productos o principios activos que están registrados para su uso en nogal, entre los que se encuentran Metoxifenocide (diacilhidrazina), Fosmet (organofosforado), Gammacialotrina (piretroide), Lambdacialotrina (piretroide), además de las feromonas utilizadas en la técnica de la confusión sexual y el virus de la granulosis de la carpocapsa (López *et al.*, 2019).

El control químico debe realizarse en el momento oportuno, es decir, antes que la larva se introduzca en el fruto. Para determinar este momento, es importante recurrir al método termoacumulativo para carpocapsa o carpogrados. En las

distintas regiones se emiten alertas fitosanitarias para que los productores realicen los controles en los momentos oportunos para lograr un control más eficiente (Bado, 2014).

Las alarmas se emiten cuando se registran los siguientes carpogrados: 250 °D (inicio de nacimiento larvas de la primera generación), 750°D (comienzo de nacimiento de larvas de la segunda generación) y 1350°D (comienzo de nacimiento de larvas de la tercera generación). Para el caso del Valle Inferior la primera alarma (250°D) se produce en promedio el 20 de octubre, la segunda (750°D) el 14 de diciembre, y la tercera (1350°D) el 29 de enero (figura 13) (D. Martín, común. pers. 2021).

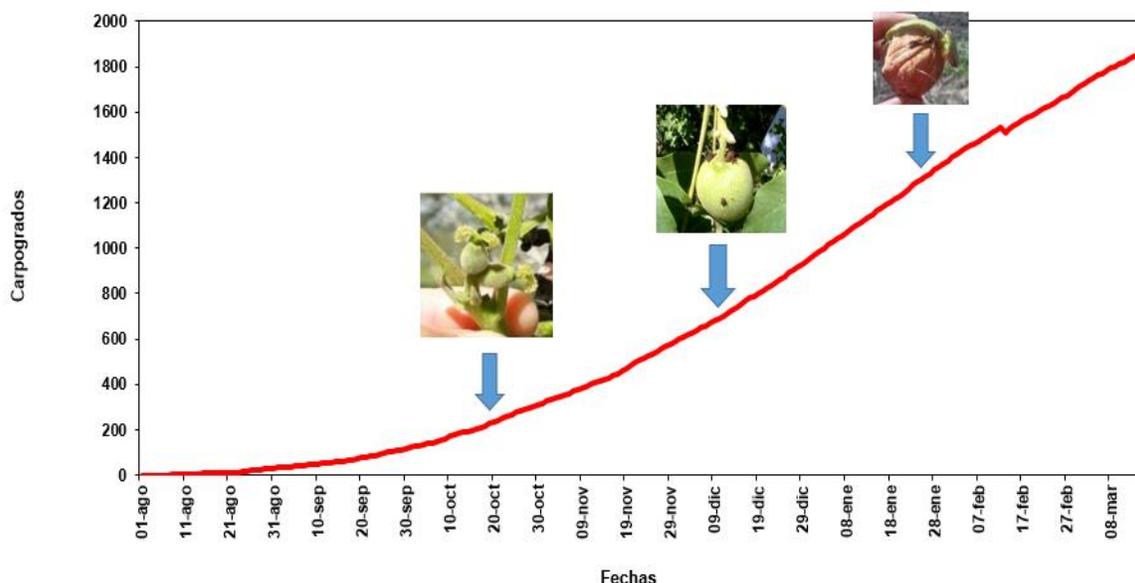


Figura 13. Acumulación promedio de carpogrados para la zona del Valle Inferior. Fuente: INTA Valle Inferior.

El control riguroso de la primera generación de larvas neonatas de la temporada (hasta mediados de diciembre) es fundamental para deprimir las poblaciones y disminuir el número de aplicaciones de control durante la segunda y tercera generación. En el caso del nogal, el control químico al momento de ocurrencia de la primera alarma se puede retrasar, dado que, a diferencia de lo que ocurre en pomáceas, todavía no hay presencia de fruto cuajado en el mes de octubre. Los tratamientos en nogal deben comenzar cuando se detecten pequeños frutos cuajados en el monte (generalmente principios de noviembre, según la

variedad). De acuerdo con el tiempo operativo y la estrategia de intervención diseñada en cada establecimiento frutícola, se deberán iniciar las aplicaciones para el control de la plaga con la suficiente antelación con el fin de tener toda la superficie cubierta al momento de producirse los primeros ataques (Cichón *et al.*, 2016).

Por otro lado, se recomienda el uso de trampas de feromonas, que son sustancias que atraen a los machos, para la detección y conocimiento de los niveles poblacionales de la especie y/o el umbral de control. Para el caso de manzana, el umbral de daño a través del monitoreo de trampas es de 2 mariposas/trampa/semana, mientras que para nogal no hay un umbral definido. Las trampas deben colocarse a mediados de septiembre (aproximadamente a los 90 °D, en que comienza el vuelo de los adultos) en la parte alta del árbol y en razón de 1 trampa cada 4 a 8 hectáreas. Se sugiere en un comienzo revisarse diariamente registrando el número de machos capturados por día (sacándolos de la base pegajosa), luego unas dos veces por semana (Vargas *et al.*, 2010).

Control integrado

La adopción de prácticas orientadas al manejo integrado de plagas (MIP) contempla el uso de innovaciones tecnológicas y herramientas alternativas al control químico convencional para alcanzar una producción sustentable. Dichas estrategias buscan modificar prácticas para alcanzar una protección aceptable del cultivo manteniendo la rentabilidad y la sustentabilidad; reducir los riesgos de la exposición a los plaguicidas de síntesis de amplio espectro y elevada toxicidad de los trabajadores agrícolas; disminuir el impacto de estas prácticas sobre el ambiente e introducir el concepto de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) (Zaviezo y Romero, 2005).

Se considera la incorporación de tácticas de control menos disruptivas de los enemigos naturales, combinando herramientas tales como el control biológico microbiano (virus), parasitoides, uso de insecticidas Diacilhidrazinas o reguladores de muda (ovicidas y larvicidas) de elevado efecto residual (Metoxifenocide, Spinetoram), técnica de confusión sexual (TCS), control cultural (uso de fajas de

cartón corrugado). Cabe señalar que estas tácticas de control utilizadas para carpocapsa no suelen ser efectivas por si solas, sino que se utilizan en combinaciones entre ellas o con el objetivo de reducir las aplicaciones químicas (López *et al.*, 2019). A continuación se hace una descripción de las distintas herramientas mencionadas.

Técnica de la Confusión Sexual

La Técnica de la Confusión Sexual (TCS) es muy utilizada en pomáceas y consiste en distribuir la feromona artificial de una especie (ya sea el compuesto principal, la mezcla o parte de la mezcla) y/o anti-feromonas, en dosis altas y en forma homogénea en el cultivo a proteger, de manera de modificar el comportamiento de los adultos y bajar la probabilidad de encuentro entre ambos sexos. En la TCS, la feromona es incorporada en diferentes tipos de emisores (figura 14) que son distribuidos en el campo sujetándolos de las ramas de las plantas (Cichón, 2004).



Figura 14. Diferentes tipos de emisores utilizados para la TCS. Fuente: Imagen propia (A); Cichón, 2004 (B y C).

Los emisores o difusores más comúnmente empleados son fabricados de distintos materiales tales como fibra, caucho, plástico perforado o membrana. Específicamente para carpocapsa, estos difusores están impregnados con el

constituyente principal de la feromona sexual de *C. pomonella* (codlemone) o bien una mezcla de compuestos (Cichón, 2004).

La TCS requiere un fuerte componente de monitoreo para seguir la evolución de las poblaciones plaga, ya que cuando se produce un aumento de los niveles poblacionales se debe recurrir en forma urgente a la aplicación complementaria de insecticidas. Es decir que la TCS es una herramienta de control base pero no la única (Cichón, 2004). En la actualidad existen plantaciones de nogal en Chile que están utilizando el método de confusión sexual para el control de carpocapsa, con el objetivo de evitar aplicaciones químicas para el control de la plaga, principalmente en plantaciones emboscadas, de difícil acceso de la maquinaria o cerca de centros poblados (Vargas *et al.*, 2010).

Herramientas de Control biológico:

Parasitoides

La selección de los agentes de control biológico es un punto sumamente importante. Hay una serie de características biológicas y ecológicas deseables en los enemigos naturales: especificidad de huésped; sincronización estacional con la población plaga; alta capacidad de búsqueda y dispersión; alta tasa de crecimiento, habilidad para sobrevivir períodos de escasez o ausencia del huésped, adaptabilidad a una amplia variedad de condiciones ambientales, y facilidad de manejo y cría (Hernández, 2015). Los agentes parasitoides más difundidos para el control de carpocapsa son *Mastrus ridens*, *Ascogaster quadridentata* y *Goniozus legneri* (Garrido *et al.*, 2005; Hernández, 2015; Garrido *et al.*, 2019).

Goniozus legneri

Goniozus legneri Gordh. (figura 15), es un Hymenoptero perteneciente a la familia Bethyridae. Es un ectoparasitoide idiobionte de lepidópteros, hallado en el año 2004 parasitando larvas de carpocapsa en manzanos y nogales del Alto Valle de Río Negro (Garrido *et al.*, 2005). El parasitoidismo natural en la región de la Norpatagonia oscila entre el 6-8%. La especie cuenta con factores de mortandad

natural que no permiten el establecimiento o incremento de sus densidades poblacionales capaces de controlar a la plaga. Por ese motivo, deben emplearse liberaciones inundativas en forma periódica. En Alto Valle se evaluó la eficacia de liberaciones inundativas de *G. legneri* como herramienta de control biológico de lepidópteros plaga en planes sanitarios de bajo impacto ambiental y su incidencia en la reducción de insecticidas durante cuatro temporadas consecutivas en un cultivo comercial de peral. Al tercer año se eliminó el 80% de los insecticidas obteniendo 0% de frutos dañados. Al cuarto año se eliminó el 100% de los insecticidas y el daño aumentó a 0,11% (Garrido *et al.*, 2019).

Este microhymenóptero mide entre 3 y 4 mm de longitud, es de color oscuro brillante, con el cuerpo alargado y angosto en la parte media, típico de avispas (figura 15). Presenta dos pares de alas membranosas transparentes. Sus huevos son de color blanco transparentes y de ellos emergen las larvas, apodas y acéfalas, de color rosado-crema que se encuentran fuertemente adheridas al cuerpo de su huésped (figura 15) (Cichón *et al.*, 2015).



Figura 15. Adultos de *Goniozus legneri* (izquierda) y larva de *C. pomonella* parasitada por *G. legneri* (derecha). Fuente: Imagen propia (izquierda); Cichón *et al.*, 2015 (derecha).

Mastrus ridens

Mastrus ridens (figura 16) es un Hymenoptero originario de Kazakhstán y fue encontrado asociado a *C. pomonella* en la década del 90 del siglo pasado (Horstmann, 2009). El adulto de esta especie es una avispa mediana de aproximadamente 5 mm de largo con antenas largas y simples, siendo la cabeza

negra, parte del tórax y patas de color negro y el resto del cuerpo es de color marrón-anaranjado. Es un ectoparasitoide idiobionte, lo que significa que en el momento de oviponer la hembra detiene el desarrollo del huésped y la larva del parasitoide se alimenta externamente del huésped. Es una especie gregaria, de modo que puede desarrollar más de un parasitoide por huésped. Además, parasita a las larvas de *C. pomonella* del quinto estadio cuando éstas migran fuera de los frutos en busca de un lugar donde tejer su capullo (Hernández, 2015).



Figura 16. Hembra adulta de *Mastrus ridens*. Fuente: Hernández, 2015.

Ascogaster quadridentata

Ascogaster quadridentata (figura 17) es una avispa de pequeño tamaño de 3-5 mm de largo, con cuerpo robusto negro o marrón oscuro y largas antenas. Este insecto es un endoparasitoide koinobionte, lo que significa que, en el momento de oviponer, la hembra no mata al hospedador sino que el desarrollo del parasitoide transcurre mientras el mismo también continúa desarrollándose y la larva del parasitoide se alimenta en el interior del cuerpo del huésped. Además, se trata de un parasitoide solitario, por lo tanto un único parasitoide se desarrolla por huésped. Esta especie parasita los huevos de *C. pomonella*, las hembras depositan sus huevos en el citoplasma del huevo del hospedador, y luego la larva eclosiona, penetra en el embrión y continúa su desarrollo. Tiene cuatro estadios larvales. Los tres primeros se alimentan internamente del huésped, pero con la última muda cambia el hábito de la larva y durante el cuarto estadio larval sale del interior del

hospedador, una vez que este teje su capullo pupal, y se alimenta externamente consumiendo completamente al huésped a excepción del exoesqueleto (Hernández, 2015).



Figura 17. Adulto de *Ascogaster quadridentata*. Fuente: Hernández, 2015.

Virus de la granulosis de la carpocapsa (CpGV)

Hasta el presente, el agente de control biológico más difundido para carpocapsa es el Virus de la Granulosis de la Carpocapsa (CpGV) (Charmillot y Riedl, 2000), que pertenece al grupo de los Baculovirus y fue identificado a partir de larvas de *C. pomonella* colectadas en México. La principal ventaja del CpGV es su alta selectividad: no presenta efectos tóxicos para los organismos no blanco, tales como los enemigos naturales, fauna silvestre y humanos (Dickler y Hubert, 1986).

El CpGV tiene acción larvicida (Laing y Jaques, 1980). La infección de las larvas se produce únicamente por la ingestión de las partículas virales incluidas en una cubierta proteica denominada gránulos o cuerpos de inclusión. Al inicio de la infección viral, la larva no modifica su comportamiento pero posteriormente deja de alimentarse, pierde movilidad y la hemolinfa se vuelve de color blanco lechoso. En este caso la muerte se produce inmediatamente (Dickler y Hubert, 1986). La larva suele morir poco después del ingreso en el fruto, produciendo entonces un daño en el mismo, aunque muchas veces dicho daño es superficial e imperceptible (Jaques *et al.*, 1981, 1987). En el caso de la nuez, este daño superficial ocurriría mayormente en el pelón, con lo cual la calidad de la fruta no se vería comprometida (S. Gallo, común. pers. 2021).

La eficacia del CpGV y su equivalencia en el control de *C. pomonella* con insecticidas sintéticos ha sido ampliamente discutida en la literatura. La diferencia

más marcada con los insecticidas neurotóxicos habitualmente empleados es su acción lenta (Cichón, 2004).

Además, la larva puede sobrevivir y el virus pasar a otras generaciones y ejercer un control tardío. Otra desventaja es la inestabilidad de las preparaciones del virus en condiciones de campo, especialmente por el efecto de las radiaciones solares y en particular las UV (Jaques *et al.*, 1981, 1987). Este hecho determina que las aplicaciones deban repetirse en períodos muy cortos de tiempo (Lacey y Unruh, 2000).

El virus de la granulosis de la carpocapsa se produce y comercializa a nivel mundial (figura 18).



Figura 18. Envase comercial del Carpovirus plus.

Control cultural: Uso de Cartón corrugado

La colocación de fajas de cartón corrugado (figura 19) es una tarea de importancia que funciona como complemento en el control de carpocapsa, teniendo como objetivos fundamentales disminuir las poblaciones de la plaga y el manejo de la resistencia. Se utilizan fajas de cartón corrugado de un ancho no mayor a 10 cm, y se colocan en las ramas principales de los arboles con el fin de capturar larvas diapausantes. La eliminación de larvas de carpocapsa mediante la colocación de fajas es una técnica de control mecánica, en donde los individuos se eliminan sin discriminar entre los más o menos susceptibles a los insecticidas de síntesis. Es

una estrategia excelente para disminuir o retardar los problemas de resistencia a insecticidas (Cichón *et al.*, 2013).

El uso de esta estrategia se justifica cuando los niveles de daño de carpocapsa en la temporada anterior fueron superiores al 1 o 2%, cuando se detectan más de 300 larvas invernantes por hectárea en un muestreo de 10 árboles por hectárea, o bien cuando se hayan capturado más de 100 mariposas/trampa/hectárea durante la temporada anterior. Mediante esta práctica cultural es posible disminuir entre un 50 – 70% de las larvas invernantes en un monte frutal. (Cichón *et al.*, 2013).



Figura 19. Faja de cartón corrugado colocada en el tronco principal de un nogal del cv. Chandler. Fuente: Imagen propia.

De acuerdo con Cichón *et al.* (2013) el número de larvas de carpocapsa se puede disminuir siguiendo dos estrategias:

- Eliminación de larvas durante la temporada: se colocan las fajas de cartón corrugado a mediados de noviembre para colectar las primeras larvas que se dirigen a los troncos a pupar. Estas fajas se retiran alrededor de 10-15 días después para evitar que las pupas se transformen en adultos. Dicho proceso se repite cada 10 días dependiendo de las temperaturas registradas, continuando hasta mediados de enero.
- Eliminación de larvas invernantes: la fecha de inicio para la colocación de las fajas en esta estrategia es durante el mes de enero, cuanto más tarde se coloquen a lo largo de este mes más larvas quedaran en el monte frutal y la tarea será menos eficiente. Las fajas se dejaran en el monte frutal hasta finalizar la cosecha.

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La producción de nogal (*Juglans regia* L.) ocupa un lugar importante dentro de la fruticultura regional. En la actualidad es el fruto seco más cultivado en los valles rionegrinos y, al igual que en otras zonas productoras del país, uno de los principales problemas sanitarios que presenta su cultivo es ocasionado por carpocapsa (*Cydia pomonella* L.) (Gallo *et al.*, 2016).

Para combatir esta plaga, los productores habitualmente aplican insecticidas químicos, muchas veces en momentos inadecuados produciendo un control ineficiente, gastos innecesarios y aumentando los riesgos ecotoxicológicos. El conocimiento de la bioecología de la especie es uno de los requisitos básicos para su manejo racional (Bado *et al.*, 2018).

Por otro lado, en los últimos años se ha registrado un sostenido cambio en el uso de agroquímicos para el control de las plagas, propiciado por las limitaciones en el uso de insecticidas de amplio espectro, especialmente los organofosforados. Además, luego de años de uso de estos últimos, se ha evidenciado un creciente problema de resistencia, que torna imperioso su reemplazo. También es necesario disminuir el número de aplicaciones de agroquímicos por sus efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana y, finalmente, el uso de insecticidas tiene importantes implicancias a nivel comercial constituyéndose en la actualidad en

una de las principales barreras para arancelarias en el comercio de frutas (Soleño *et al.* 2008, Rodríguez *et al.* 2010, Soleño *et al.* 2015).

En virtud de la problemática presentada y de las herramientas existentes para su abordaje, se propone la presente investigación que tiene como propósito estudiar nuevas herramientas de control de plagas de nogales con énfasis en *Cydia pomonella* en el Valle Inferior del Rio Negro.

HIPÓTESIS

Es posible un control eficaz de *Cydia pomonella* y otros lepidópteros en nogales, mediante un manejo integrado de la plaga que incorpore el uso de nuevas herramientas de control de bajo impacto ambiental.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar nuevas herramientas de control de plagas de nogales con énfasis en *Cydia pomonella*, que contribuyan a minimizar el uso de insecticidas en el Valle Inferior del Rio Negro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el monitoreo de adultos de *C. pomonella* mediante el uso de trampas con feromonas para determinar el nivel poblacional y ajustar las estrategias de control.
- Determinar la presencia/ausencia de *Ectomyelois ceratoniae* y, en caso de encontrarse, realizar el monitoreo poblacional de la especie.
- Implementar un sistema de control integrado mediante el empleo de la técnica de confusión sexual, liberaciones inundativas de *Goniozus legneri* y colocación de fajas de cartón corrugado, complementando con el mínimo uso de insecticidas.
- Evaluar la efectividad del sistema de control integrado versus un sistema tradicional de control en la producción de frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la zona del Valle Inferior del Río Negro, también conocido como Valle de Viedma o Valle del IDEVI, ubicado en la Provincia de Río Negro, sobre la margen sur del río Negro, entre los 40° y 41° de latitud sur y los 63° y 64° de longitud oeste en el noreste de la región Patagónica. Abarca más de 80.000 ha en una franja aproximada de 100 km de largo por 8 km de ancho, desde la Primera Angostura, cercana a la localidad de Guardia Mitre, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Su centro urbano es la ciudad de Viedma, capital de la Provincia de Río Negro (figura 20).

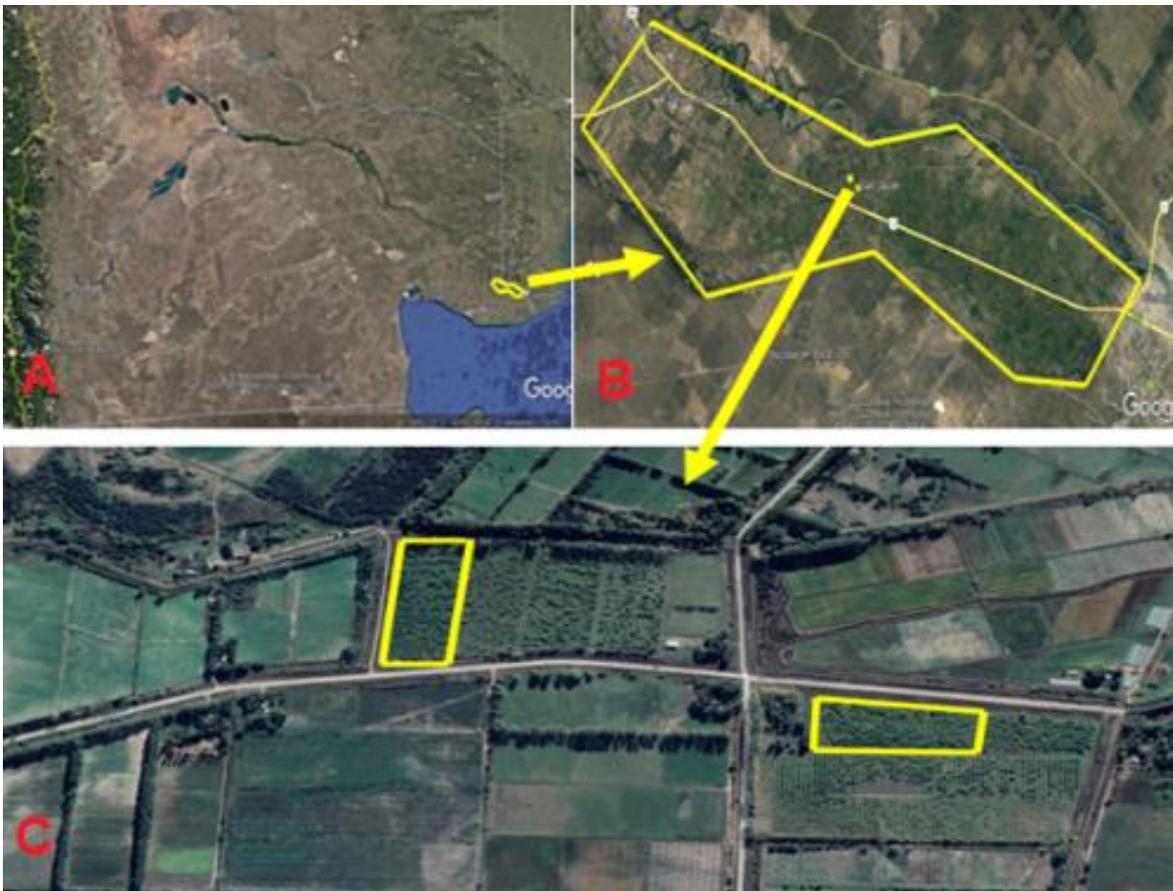


Figura 20. Imagen satelital de la Provincia de Río Negro (A), ubicación del Valle Inferior del Río Negro (B) y localización del ensayo (C). Fuente: Google Earth.

La zona agrícola bajo riego del Valle Inferior de Río Negro se encuentra localizada en el denominado proyecto IDEVI (Instituto de Desarrollo del Valle Inferior), que corresponde a un área de 22.300 ha sistematizadas para el riego superficial y organizada en explotaciones cuya superficie varía entre las 30 y 120 ha (IDEVI, 2022).

Según Thornthwaite (1948) el clima es semiárido, mesotermal, sin periodo de exceso de agua durante el año. La temperatura media anual es de 14,1 °C, la máxima media anual de 20,9 °C, registrándose en los meses de enero, febrero y diciembre las temperaturas medias máximas más elevadas. La temperatura mínima media anual ronda los 7,9 °C. Los meses de junio, julio y agosto son los de menores valores en el año, observándose una escasa variación entre ellos, menor a 0,6 °C (Martín, 2009).

La precipitación media anual es de 408 mm. Estacionalmente se observa un régimen de lluvias más abundante en primavera-verano. Este período concentra el 64.9% de las lluvias caídas, y son las de mayor importancia desde el punto de vista agrícola. Esto se debe tanto a los mayores requerimientos hídricos de los cultivos, por hallarse en pleno crecimiento, como a la incidencia de las altas temperaturas y los vientos dominantes y de mayor intensidad que, durante este período provienen de sectores generalmente secos (N, NW) (Martín, 2009). La evapotranspiración potencial anual de acuerdo a las fórmulas de Blaney-Criddle (1962), Turc (1961) y Thornthwaite (1948) es de 1037 mm, 1009 mm, y 1058 mm respectivamente; de manera que las precipitaciones no cubren las necesidades hídricas de los cultivos en ninguno de los meses, siendo más acentuado el déficit en el periodo estival. Por tener clima semiárido los cultivos requieren riego artificial.

El valle de Viedma tiene una media anual de 39 días con heladas, siendo la fecha media de la primera helada meteorológica el 1° de mayo, y la fecha media de la última el 13 de octubre. El promedio de días libres de heladas es de 199 (Martín, 2009). Un factor a destacar en la región es el viento, por su presencia durante todo el año, con velocidades que van desde un rango moderado, hasta convertirse en regulares, fuertes y muy fuertes en determinadas épocas del mismo (Morando, 1977).

Sitio experimental

El ensayo experimental se realizó en la temporada 2020 – 2021 sobre plantaciones de nogales de la variedad Chandler, situadas en dos parcelas lindantes del Valle Inferior del Rio Negro (Parcelas A424 – 40° 45' 07.4" S 63° 17' 30.4" W y A429 – 40° 44' 52.3" S 63° 17' 57.4 W), cercanas a la localidad de San Javier. Los montes, de más de diez años de edad, se encuentran en plena producción. El marco de plantación es de 7x7 m, con conducción en copa y riego gravitacional.

Diseño del ensayo

En cada parcela se seleccionaron 3 ha de nogales de similares características (en cuanto a vigor y tamaño de árboles), distantes a unos 700 m unas de otras (zona buffer) (figura 21).



Figura 21. Ubicación de las parcelas donde se realizaron los tratamientos de control.
Fuente: Google Earth.

En uno de los montes seleccionados se implementó un manejo de control integrado (en adelante Tratamiento 1), y en el otro se realizó control químico con

insecticidas de manera convencional (en adelante Tratamiento 2), utilizado como testigo.

El Tratamiento 1 combinó el uso de la técnica de la confusión sexual (TCS), liberaciones inundativas de *Goniozus legneri* Gordh y aplicaciones químicas de insecticidas. Para la ubicación espacial de este tratamiento se consideró la dirección de los vientos predominantes, a fin de evitar la dispersión del *G. legneri* hacia el Tratamiento 2.

En ambos tratamientos se utilizaron los mismos insecticidas y se colocaron trampas de *C. pomonella* y *E. ceratoniae*. Las aplicaciones se realizaron en función del monitoreo poblacional de adultos de *C. pomonella*.

Por otro lado, en todos los árboles de ambos tratamientos se colocaron fajas de cartón corrugado para capturar larvas diapausantes.

Monitoreo de adultos de *C. pomonella*

En cada tratamiento se colocaron dos trampas de feromonas para *C. pomonella* Pherocon® IIB Trap (TRÉCÉ Incorporated) de tipo diamante con cebos en forma de capsula Pherocon® CMDA Combo 10x (feromona sexual + kairomona) que permiten las capturas de adultos, tanto machos como hembras. Las trampas se colocaron el 19 de octubre de 2020, cuando el nogal se encontraba en el estado fenológico de inicio de floración, con una separación mínima de 100 metros, lejos de casas y galpones. Las trampas fueron colgadas de árboles y ubicadas en el tercio superior de la copa (figura 22) debido a que es la altura de vuelo más frecuente de *C. pomonella*, teniendo la precaución que la abertura no quede tapada por ramas u hojas.

Las cápsulas de feromonas fueron reemplazadas según indicaciones del fabricante cada ocho semanas, mientras que las trampas se reemplazaron cuando se encontraban sucias (por la pérdida de adherencia del engomado) o contenían gran cantidad de capturas.



Figura 22. Colocación de trampas de feromonas para monitoreo de *C. pomonella* a inicios de floración femenina. Fuente: Imagen propia.

Las trampas se revisaron una vez por semana desde su colocación hasta finalizada la cosecha (5 de mayo de 2021). En cada observación se contabilizó la cantidad de adultos capturados (monitoreo poblacional) (figura 23).



Figura 23. Conteo de adultos capturados a campo. Fuente: Imagen propia.

Monitoreo de adultos de *E. ceratoniae*

Para el caso de *E. ceratoniae*, las trampas se colocaron al inicio del mes de enero (7 de enero de 2021) y se revisaron una vez por semana desde su colocación hasta finalizada la cosecha (5 de mayo de 2021). No se monitoreo con anterioridad debido a que no se disponía de las trampas y cebos correspondientes.

Se utilizaron trampas de tipo diamante Pherocon® IIB Trap (TRÉCÉ Incorporated) y cebos en forma de capsula Pherocon® CARM (figura 24). Estos cebos contienen un compuesto similar a la feromona que emite la hembra que permite atraer los machos y detectar la presencia de la polilla (Ripa y Larral, 2008).



Figura 24. Trampa de tipo diamante con feromona Pherocon® CARM para el monitoreo de *E. ceratoniae*. Fuente: Imagen propia.

Al igual que las trampas usadas para el monitoreo de *C. pomonella*, las trampas fueron colgadas de árboles y ubicadas en el tercio superior de la copa, y las feromonas fueron reemplazadas según indicaciones del fabricante cada cuatro semanas, mientras que las trampas cuando se encontraban sucias.

En este caso también se realizó el recuento total de adultos capturados semanalmente.

Técnica de la Confusión Sexual

Para el empleo de la Confusión Sexual en el Tratamiento 1 se colocaron feromonas CIDETRAK® CM PLUS MESO AR (figura 25) en el tercio superior de la copa de los árboles a una dosis de 80 difusores.ha⁻¹ (240 en total) de manera de cubrir el lote en forma simétrica (figura 26). Las mismas se colocaron el día 4 de noviembre de 2020, momento en que las plantas estaban en el estado fenológico de inicio de cuaje.



Figura 25. Difusor de feromona colocado en la parte superior del árbol. Fuente: Imagen propia.



Figura 26. Colocación de difusores para TCS en plantas de nogal. Fuente: Imagen propia.

Liberaciones inundativas de *Goniozus legneri*

Las liberaciones inundativas de *Goniozus legneri* en el Tratamiento 1 comenzaron el día 23 de diciembre de 2020 y se prolongaron hasta el 6 de abril de 2021, momento en el que comenzó la cosecha. Se realizaron ocho liberaciones en toda la temporada, utilizando dosis de 2.000 y 4.000 individuos por hectárea. Las liberaciones de *G. legneri* se realizaron cada 2 o 3 semanas, variando su dosis (Tabla 2), de acuerdo al nivel de adultos capturados semanalmente y a la disponibilidad del laboratorio de multiplicación.

Tabla 2. Número, fechas y dosis de las liberaciones de *G. legneri* realizadas en el Tratamiento 1.

Liberación N°	Fecha	Dosis
1	23/12/2020	2000 GL ha ⁻¹
2	07/01/2021	2000 GL ha ⁻¹
3	22/01/2021	4000 GL ha ⁻¹
4	06/02/2021	4000 GL ha ⁻¹
5	12/02/2021	4000 GL ha ⁻¹
6	24/02/2021	2000 GL ha ⁻¹
7	17/03/2021	4000 GL ha ⁻¹
8	06/04/2021	4000 GL ha ⁻¹

Los *G. legneri* fueron suministrados por el Centro de Multiplicación de Biocontroladores (CEMUBIO) ubicado en el INTA Alto Valle. Estos fueron llevados al campo en pequeñas bolsas de papel, en estado de pupa encapullada (cocones), las cuales se colgaron en los árboles distribuidos de manera homogénea en las 3 hectáreas (figura 27). Una vez colgadas en los árboles se realizaron perforaciones en la parte superior de las bolsas como se muestra en la figura 28, para permitir la salida del himenóptero ectoparásitoide de *C. pomonella*.



Figura 27. Colocación de bolsas con *G. legneri* en estado de pupa encapullada (cocones). Fuente: Imagen propia.



Figura 28. Bolsa con *G.legneri* ya colocada en rama de árbol. Fuente: Imagen propia.

Aplicaciones de insecticidas

A lo largo de la temporada se realizaron 6 aplicaciones de insecticidas en ambos tratamientos, en función de los niveles poblacionales de carpocapsa en la

temporada. Los productos utilizados en las aplicaciones fueron aquellos de los que disponía el productor.

Para las aplicaciones se utilizó el equipo que dispone el productor, debidamente calibrado. Se utilizó una pulverizadora marca “PAZIMA” de 2000 l (figura 29). La presión de trabajo fue de 15 kg.cm⁻² y la velocidad de avance de 2,5 km.h⁻¹.



Figura 29. Equipo tractor - pulverizadora utilizado (izquierda) y prueba de aplicación (derecha). Fuente: Imagen propia.

La eficacia de aplicación se monitoreó mediante el uso de tarjetas hidrosensibles, colocadas en diferentes alturas y en el interior de la copa (figura 30).



Figura 30. Colocación de tarjetas hidrosensibles (izquierda) y tarjeta luego de la aplicación (derecha). Fuente: Imagen propia.

Se evitó la realización de aplicaciones en días y momentos con temperaturas elevadas, con baja humedad relativa y vientos de alta intensidad.

Las fechas de las aplicaciones, los principios activos y dosis utilizadas se detallan en la Tabla 3. La última fecha de aplicación fue el 27 de enero, si bien en las semanas posteriores se registraron capturas elevadas (con más de 60 capturas en el Tratamiento 2), se dieron por finalizadas las aplicaciones químicas debido a la presencia de frutos con cascara dura próximos a madurar.

Tabla 3. Números, fechas, principios activos, nombres comerciales y dosis de los insecticidas aplicados en los Tratamientos 1 y 2.

Nº de aplicación	Fecha	Principio activo	Nombre comercial	Dosis comercial
1	02/11/2020	Tiaclopid	Calypso	20 cm ³ 100 l ⁻¹
2	17/11/2020	Tiaclopid	Calypso	20 cm ³ 100 l ⁻¹
3	30/11/2020	Spinetoram	Delegate	15 g hl ⁻¹
4	20/12/2020	Lambda-cihalotrina	Karate	20 cm ³ hl ⁻¹
5	02/01/2021	Clorpirifós	-	150 cm ³ hl ⁻¹
6	27/01/2021	Lambda-cihalotrina	Karate	20 cm ³ hl ⁻¹

Evaluación de daños en frutos

Monitoreo de frutos en temporada vegetativa

El muestreo de frutos durante la temporada vegetativa se realizó el día 16 de diciembre de 2020. Inicialmente se seleccionaron al azar 50 árboles ubicados en el interior de cada tratamiento y luego se extrajeron 20 frutos por árbol, es decir, 1000 frutos por tratamiento. Se extrajeron manualmente frutos situados en la parte baja de los árboles, ubicados a una altura de 2 m aproximadamente. Estos fueron

llevados al laboratorio de la EEA Valle Inferior para su análisis y evaluación (figura 31).



Figura 31. Frutos recolectados durante la temporada vegetativa en el Tratamiento 2.
Fuente: Imagen propia.

En laboratorio se determinó la presencia de daños externos e internos de cada fruto, así como la presencia de larvas en su interior.

Las larvas recolectadas se colocaron en alcohol al 70% para su posterior identificación bajo la lupa. Se utilizó una lupa estereoscópica Zeiss, modelo Stemi 2000 – C con aumento 50X (figura 32).



Figura 32. Lupa estereoscópica Zeiss, modelo Stemi 2000 - C - Aumento 50X, utilizada para identificar las larvas recolectadas. Fuente: Imagen propia.

Para identificar las larvas se observaron los crochets característicos de las pseudopatas de *C. pomonella* (crochets uniordinales) (figura 33) y *E. ceratoniae* (crochets biordinales) (figura 34). En el caso de *E. ceratoniae* también se observó el grupo preespicular bisetoso sobre su placa torácica marrón oscura (figura 35), característico de esta especie.



Figura 33. Crochets uniordinales característicos de las pseudopatas de larvas de *C. pomonella*. Fuente: Imagen propia.



Figura 34. Crochets biordinales característicos de las pseudopatas de larvas de *E. ceratoniae*. Fuente: Imagen propia.

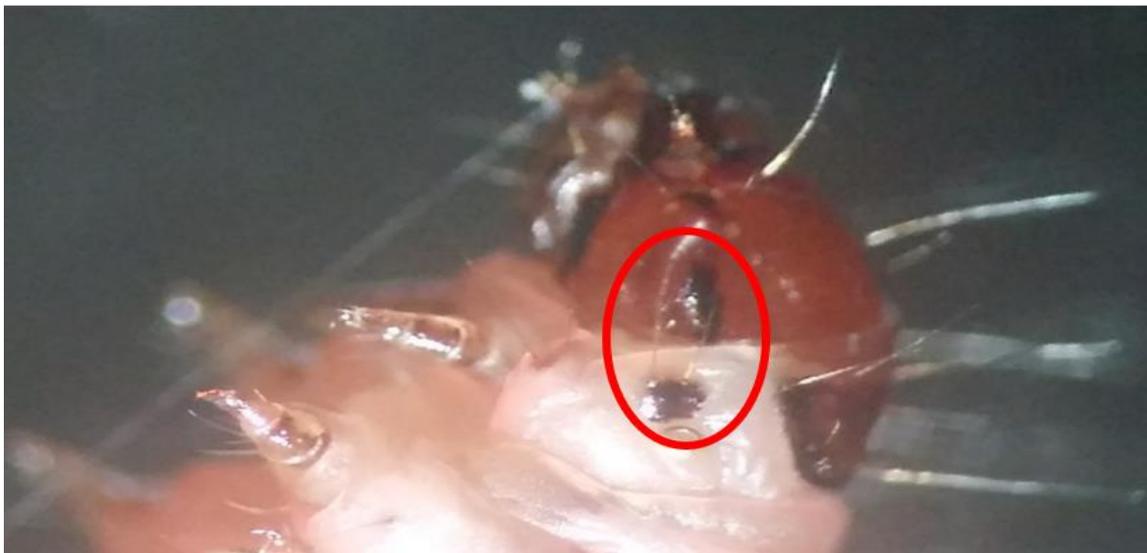


Figura 35. Observación de grupo preespicular bisetoso sobre placa torácica marrón oscuro de larvas de *E. ceratoniae*. Fuente: Imagen propia.

Monitoreo de frutos a cosecha

El muestreo de frutos a cosecha se realizó los días 8 y 9 de abril de 2021. En cada tratamiento se seleccionaron al azar 45 árboles y se cosecharon 3000 frutos. Los frutos recolectados fueron trasladados al laboratorio de la EEA Valle Inferior para su evaluación (figura 36).



Figura 36. Monitoreo de frutos a cosecha realizado en la EEA Valle Inferior. Fuente: Imagen propia.

En laboratorio se determinó el número de frutos dañados externa e internamente. Las larvas encontradas se colocaron en alcohol al 70% (figura 37) y fueron identificadas morfológicamente bajo la lupa de la misma manera que las larvas halladas en el monitoreo de frutos en verde.



Figura 37. Larvas recolectadas en alcohol al 70%. Fuente: Imagen propia.

Colocación de cartones corrugados

En el mes de enero del 2021 se colocaron en el tronco principal de todos los árboles de cada tratamiento fajas de cartón corrugado con el objetivo de capturar y eliminar las larvas invernantes o diapausantes que dan origen al primer vuelo de adultos de la temporada siguiente. Las fajas fueron retiradas finalizado el ciclo vegetativo del nogal, a mediados del mes de mayo (figura 38).

Todas las fajas fueron enrolladas, acondicionadas y enviadas al laboratorio de sanidad de la EEA Alto Valle para su recuento.



Figura 38. Retiro de fajas de cartón corrugado en el mes de mayo. Fuente: Imagen propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Monitoreo de adultos de *C. pomonella*

Los niveles poblacionales de adultos de carpocapsa capturados en las trampas de feromonas de cada tratamiento se muestran en la figura 39. Cada línea indica la suma de los individuos capturados en las 2 trampas de cada tratamiento.

Al inicio del monitoreo (fines de octubre) se registraron los valores más altos de capturas, 127 mariposas en el Tratamiento 1 y 100 mariposas en el Tratamiento 2.

Posteriormente, desde que se implementaron las medidas de control, los niveles de capturas fueron más bajos, con picos de diferente intensidad según la época y el tratamiento. La dinámica poblacional muestra una curva trimodal que corresponderían a los vuelos de las tres generaciones de carpocapsa (figura 39). Las capturas registradas hasta el 23 de diciembre se consideran parte del primer vuelo, las capturas registradas hasta el 3 de febrero corresponden al segundo vuelo, mientras que el resto forman parte del tercer vuelo.

Durante el periodo de monitoreo, el primer pico se produjo el 25 de noviembre de 2020, con capturas de 78 adultos en el Tratamiento 1 vs 79 adultos en el Tratamiento 2, el pico del segundo vuelo ocurrió el 27 de enero de 2021, con capturas de 80 adultos en el Tratamiento 1 vs 89 adultos en el Tratamiento 2; mientras que el pico del tercer y último vuelo fue el 10 de marzo, con 24 adultos en el Tratamiento 1 y 67 adultos en el Tratamiento 2.

A partir de la implementación de las medidas de control iniciadas el 2 de noviembre de 2020 con la primera aplicación química en los dos tratamientos y la colocación de difusores para la TCS el 4 de noviembre de 2020 en el Tratamiento 1, las capturas siempre fueron superiores en el Tratamiento 2 salvo en dos fechas (3 de febrero y 6 abril de 2021). Durante los vuelos de la primera generación no se observó una diferencia marcada entre ambas curvas, la dinámica poblacional fue muy similar en los dos tratamientos hasta fines de diciembre. Posiblemente, esto se deba al elevado nivel poblacional con el cual comenzó la temporada y a que aún no se habían iniciado las liberaciones de *G. legneri* (23 de diciembre).

Los altos niveles poblacionales de la plaga no permitieron reducir el número de aplicaciones en ningún tratamiento.

La primera liberación de *G. legneri* se realizó el 23 de diciembre de 2020, a partir de esta fecha, y hasta el 20 de enero de 2021 se observó una separación más marcada de los niveles poblacionales entre los tratamientos.

A partir del 3 de febrero, en vuelos de la tercera generación, se produjeron las mayores diferencias de capturas de *C. pomonella* entre tratamientos, capturándose más del doble en el Tratamiento 2 con respecto al Tratamiento 1, siendo el 17 de marzo de 2021 la fecha de mayor diferencia (13 en el Tratamiento 1 vs 71 en el Tratamiento 2).

Posiblemente la TCS y las liberaciones inundativas de *G. legneri* implementadas en el Tratamiento 1 hayan controlado de manera más eficaz la población de adultos de la tercera generación de carpocapsa.

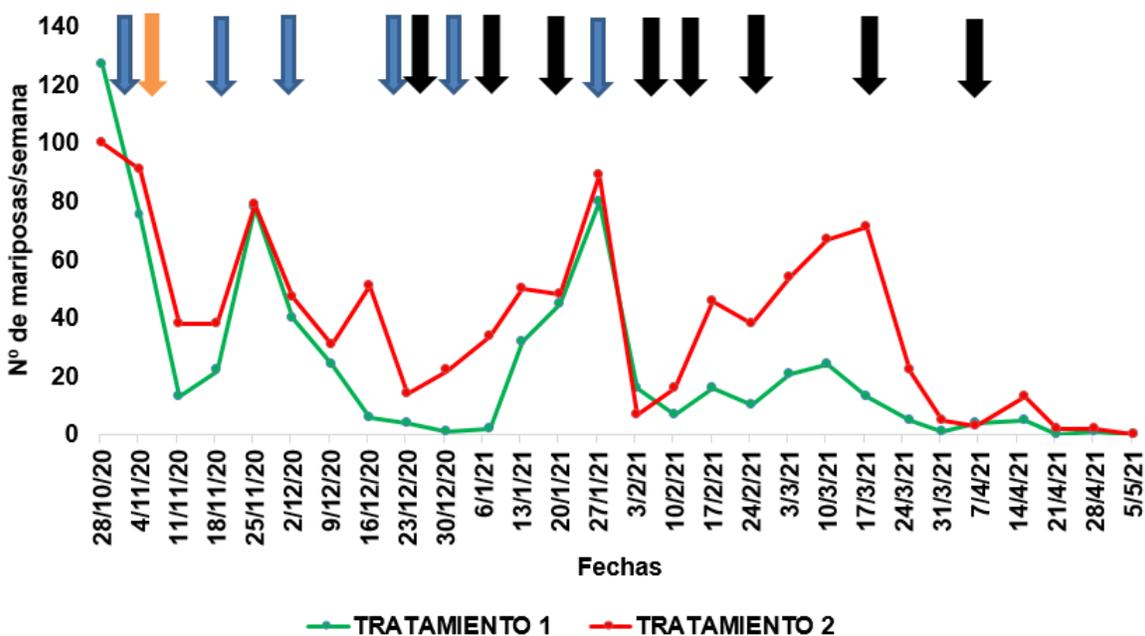


Figura 39. Monitoreo poblacional de adultos de *C. pomonella* (2020 - 2021) en los tratamientos evaluados. La flecha naranja indica colocación de los difusores para TCS en Tratamiento 1. Las flechas azules indican aplicación química. Las flechas negras indican liberación de *G. legneri* en Tratamiento 1.

Valores de capturas similares obtuvieron Gallo *et al.* (2008) al inicio de temporada en un monte de nogal del cv. Franquette, después de un año de

aplicación de virus de la granulosis para *C. pomonella*, en el Valle Inferior del Río Negro. Por su parte, Aybar *et al.* (2011) también registraron números similares de capturas en nogales ubicados en distintas localidades de la provincia de Catamarca (entre 35 y 55 capturas/trampa/1,5 ha).

Los registros obtenidos al inicio del monitoreo (fines de octubre) previos a la implementación de medidas de control fueron muy superiores a los obtenidos por Fernández *et al.* (2015), quienes registraron capturas de entre 2 y 15 mariposas en una plantación de nogal en el Valle Medio de Río Negro. Por otro lado, Öztürk y Hazir (2020), también obtuvieron capturas elevadas (40 adultos/trampa/1,5 ha) en una plantación de nogal tratada con la técnica de la confusión sexual (Isomate C Plus®) en Turquía.

Niveles de capturas menores (entre 12 y 18 adultos por trampa) obtuvieron Palagacheva *et al.* (2021) en Bulgaria, en un monte de nogal tratado de manera convencional; mientras que en un monte orgánico aislado tratado con la técnica de la confusión sexual (CIDETRAK® CMDA COMBO™ MESO) no registraron capturas de *C. pomonella* durante la temporada.

Las capturas totales de la temporada fueron de 672 adultos en el Tratamiento 1 y de 1078 en el Tratamiento 2 (figura 40).

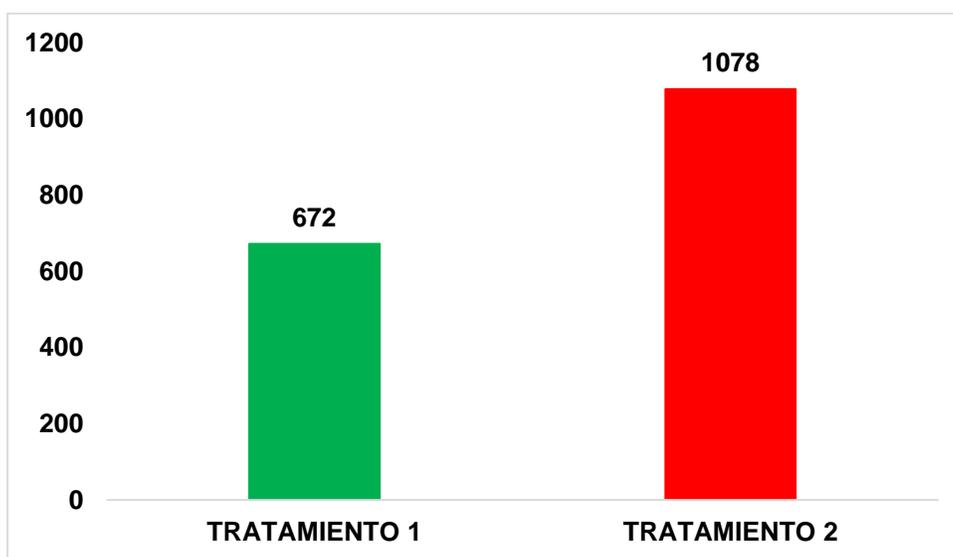


Figura 40. Capturas totales de *C. pomonella* en ambos tratamientos.

Light *et al.* (2017) obtuvieron capturas anuales de hasta 350 adultos en plantaciones de nogales en California (EEUU) bajo tres tratamientos que combinaban dispensers Meso con codlemone y éster de pera.

Monitoreo de adultos de *E. ceratoniae*

Para el caso de *E. ceratoniae* el presente trabajo reporta por primera vez la presencia de esta plaga en la zona del Valle Inferior del Rio Negro.

El monitoreo de los adultos se inició el 13 de enero de 2021, debido a que previamente no se contaba con los insumos necesarios para su monitoreo (feromona). De todos modos *E. ceratoniae* es una plaga que habitualmente se la encuentra a finales de temporada y en poscosecha (Zaviezo y Romero, 2005). En la figura 41 se muestra la dinámica poblacional de *E. ceratoniae* en ambos tratamientos.

Las capturas de *E. ceratoniae* fueron menores a las de *C. pomonella*, y rara vez la sumatoria de las dos trampas supero los 4 individuos por tratamiento. A diferencia de las curvas de *C. pomonella*, la cantidad de capturas de *E. ceratoniae* fue igual e incluso mayor en el Tratamiento 1, excepto en dos momentos de la temporada (3 de febrero y 21 de abril de 2021).

La dinámica poblacional muestra un aumento de capturas hacia el final de la temporada. Es posible que esto se deba a la falta de control químico durante la fase final del ciclo vegetativo.

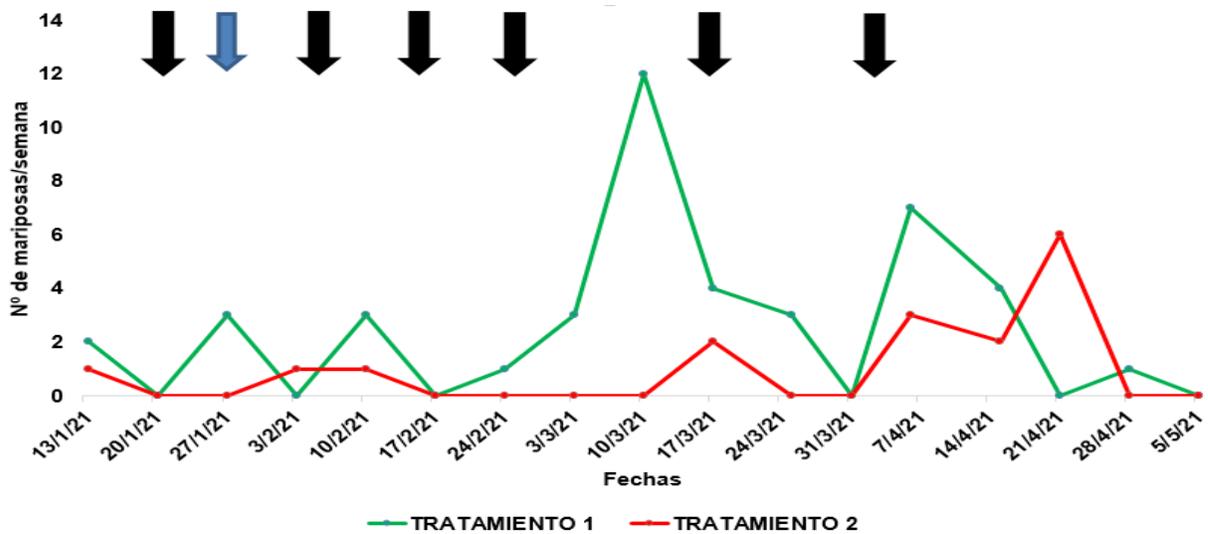


Figura 41. Monitoreo poblacional de adultos de *E. ceratoniae* durante la temporada 2020 - 2021 en los tratamientos evaluados. Las flechas negras indican liberación de *G. legneri* en Tratamiento 1. La flecha azul indica aplicación química.

Resultados similares de capturas de *E. ceratoniae* obtuvieron Fernández *et al.* (2015) en plantaciones de nogales del Valle Medio del Rio Negro, bajo diferentes tratamientos (testigo, con feromona y feromona + químico).



Figura 42. Trampa de tipo diamante utilizadas para el monitoreo de *C. pomonella* y *E. ceratoniae*. Fuente: Imagen propia.

En total, se contabilizaron 43 adultos de *E. ceratoniae* en el tratamiento 1 y 16 en el tratamiento 2 (figura 43).

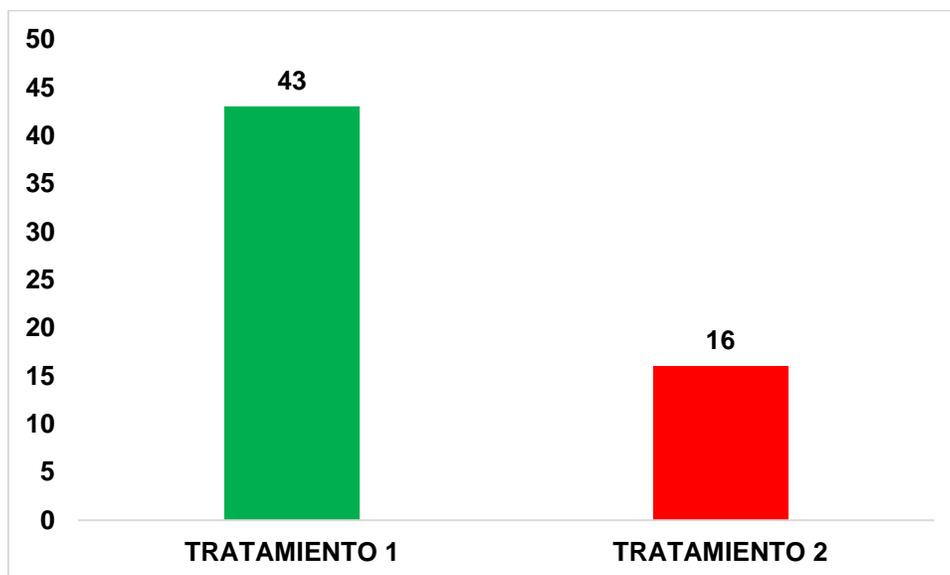


Figura 43. Capturas totales de *E. ceratoniae* en ambos tratamientos.

Estos resultados se contradicen con lo expresado por Zaviezo y Romero (2005) que señalan que *G. legneri* sería un parasitoide efectivo para controlar *E. ceratoniae*, dado que a pesar de seguir con las liberaciones de *G. legneri* hasta finales de temporada (sin aplicación química en ambos tratamientos), las capturas de adultos fueron superiores en el Tratamiento 1 respecto al Tratamiento 2.

Evaluación de daños en frutos.

Daños en frutos verdes.

El muestreo de frutos para la primera evaluación de daños se realizó el 16 de diciembre de 2020, previo a las liberaciones de *G. legneri*.

El porcentaje de frutos dañados en el Tratamiento 1 fue de 1%, mientras que en el tratamiento 2 del 0,7% (figura 44). En ambos casos, las larvas vivas encontradas en el interior de los frutos correspondieron a *C. pomonella* (figura 45).

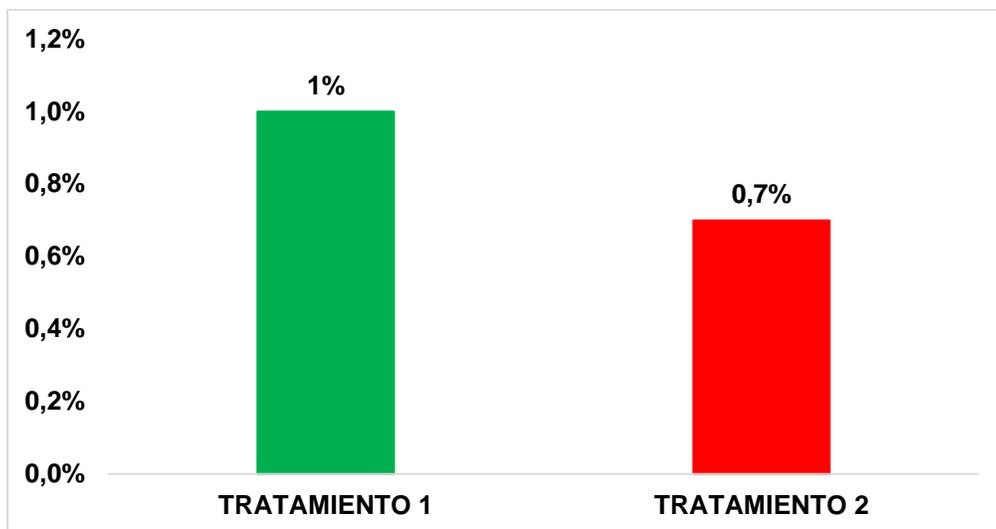


Figura 44. Porcentaje de daño en fruto verde en cada tratamiento.



Figura 45. Fruto dañado sin presencia de larva (izquierda) y con presencia de larva (derecha). Fuente: Imagen propia.

El 63,6% de los frutos dañados del Tratamiento 1 presentaron larvas de carpocapsa, mientras que en el 36,4% restante no se encontró el individuo presente. En el Tratamiento 2, el 57,1% de los frutos tenían presencia de larvas de carpocapsa, mientras que en el 43,9% restante no se hallaron individuos presentes (figura 46).

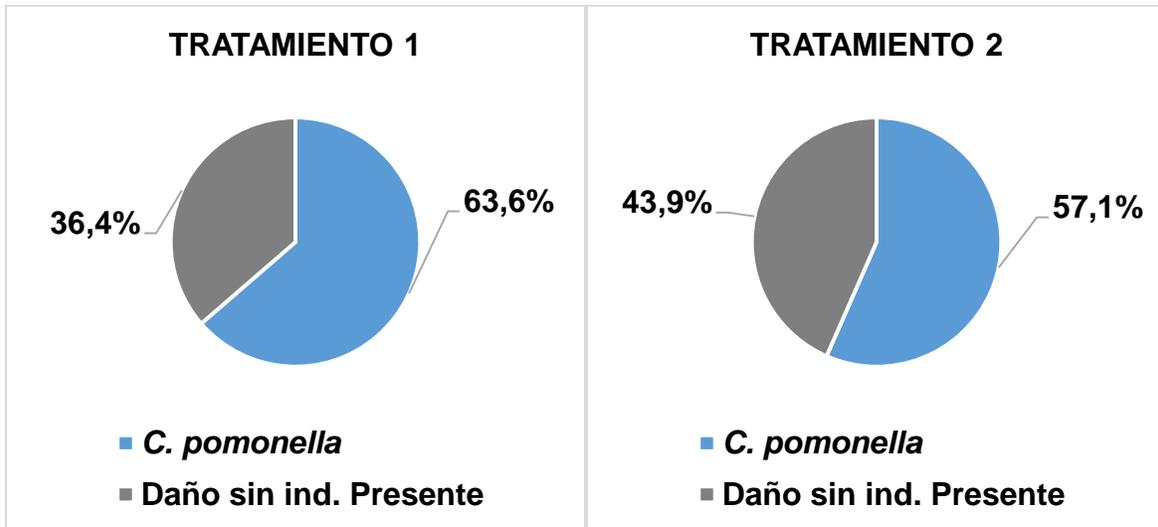


Figura 46. Porcentaje de frutos con presencia de larvas de *C. pomonella* y de frutos con daño sin individuo presente en frutos verdes.

Daños en frutos a cosecha.

El muestreo de frutos a cosecha para la segunda evaluación de frutos se realizó el 6 de abril del 2021.

El porcentaje de frutos dañados en el tratamiento 1 fue de 1,03% mientras que en el tratamiento 2 del 2,13% (figuras 47 y 48).

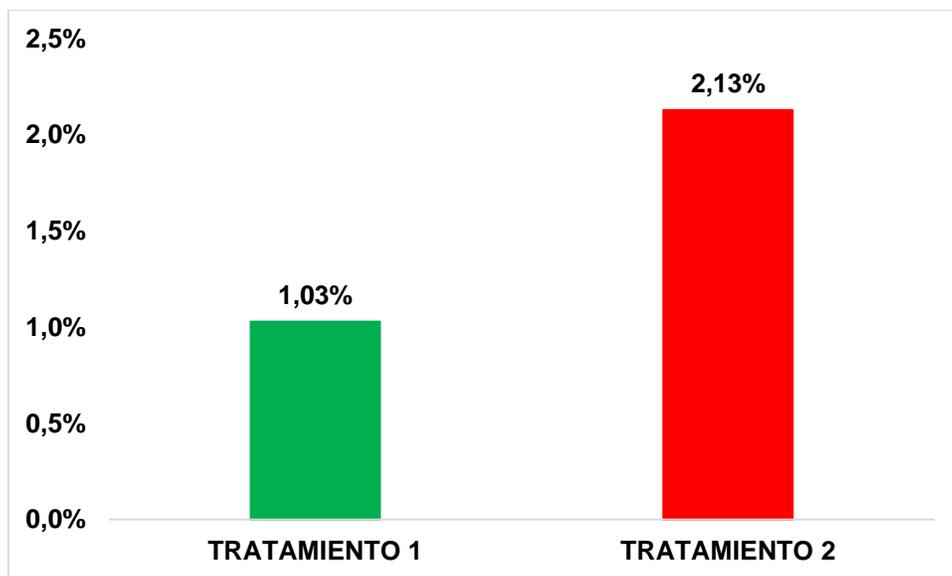


Figura 47. Porcentaje de frutos dañados a cosecha.

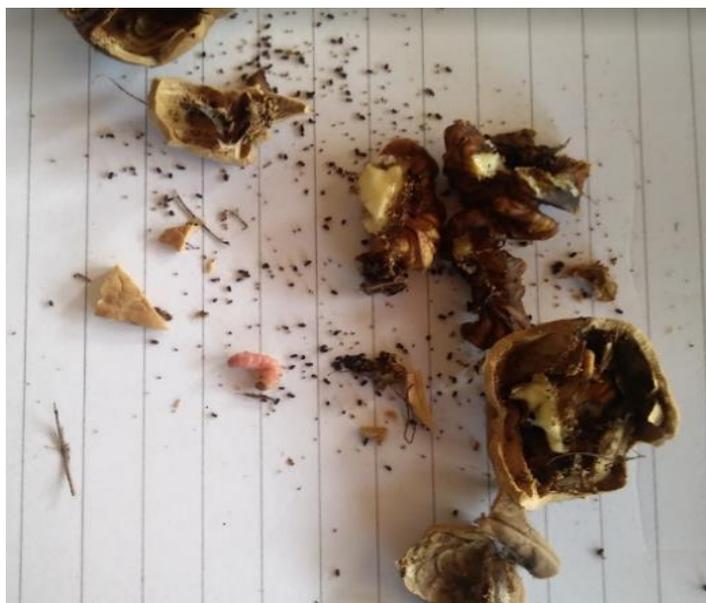


Figura 48. Fruto dañado con presencia de larva. Fuente: Imagen propia.

Del total de frutos con daños en el Tratamiento 1 el 16,1% corresponde a daños causados por *C. pomonella* y el 25,8% por *E. ceratoniae*, En el 58,1% restante no se hallaron larvas. En el caso del Tratamiento 2, el 6,2% de los frutos dañados fue causado por *C. pomonella*, mientras que el 14,1% por *E. ceratoniae*. En el 79,7% de los frutos afectados no se encontraron larvas (figura 49).

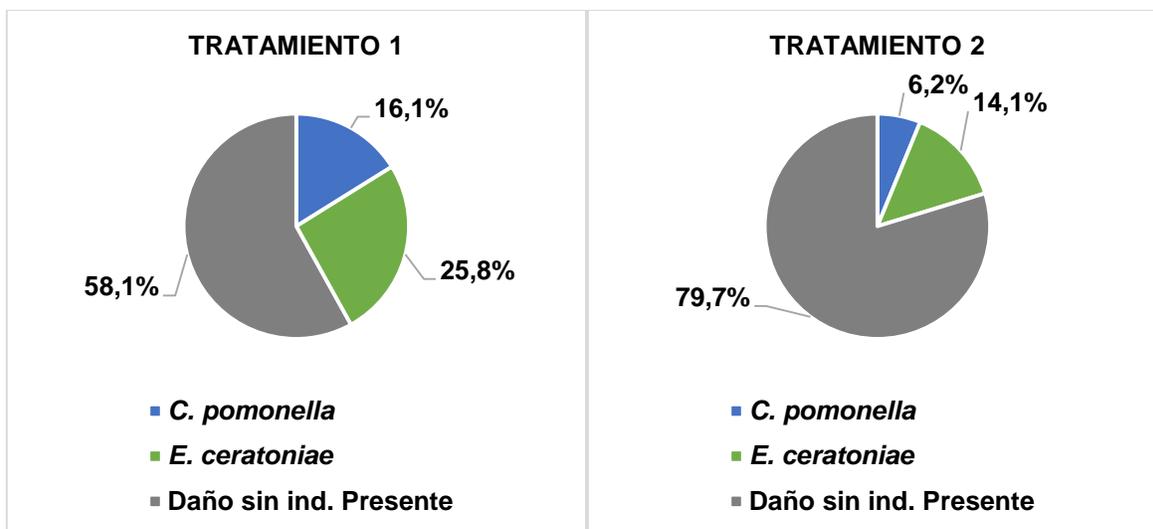


Figura 49. Porcentaje de frutos con presencia de larvas de *C. pomonella* y *E. ceratoniae* y de frutos con daños sin individuo presente a cosecha.

En general, las capturas de *E. ceratoniae* siempre fueron inferiores a las de *C. pomonella* en ambos tratamientos, sin embargo, al evaluar los frutos recolectados a cosecha, se observó mayor presencia de larvas de *E. ceratoniae* en ambos tratamientos. Esto podría deberse al ciclo de vida de cada una de las especies, ya que *C. pomonella* cuando debe pasar al estado de pupa abandona el fruto, mientras que *E. ceratoniae* empupa dentro del fruto, lo que provocaría una mayor presencia de larvas vivas de esta especie durante el monitoreo a cosecha. Esta característica de cada una de las especies podría ocasionar que el daño encontrado sin individuo presente pueda ser atribuido a *C. pomonella*.

Estos resultados vuelven a contradecir lo expresado por Zaviezo y Romero (2005) que consideran a *G. legneri* un parasitoide eficaz contra *E. ceratoniae*, dado que el porcentaje de larvas de *E. ceratoniae* encontradas en el Tratamiento 1 es mucho mayor que en el Tratamiento 2.

Resultados similares obtuvieron Fernández *et al.* (2015) al evaluar daños en frutos a cosecha de un monte de nogal en el Valle Medio de Rio Negro, bajo tres estrategias de control (TCS, TCS+ químico, y un testigo). Estos autores encontraron mayor porcentaje de frutos dañados sin individuo presente aunque mayor presencia de *E. ceratoniae* en los frutos dañados respecto a *C. pomonella*, a pesar haber registrados mayores capturas en trampa de *C. pomonella*. En cuanto al daño total, obtuvieron porcentajes menores a los descritos en este trabajo para los tratamientos con confusión sexual (0,4%), confusión sexual + químico (0,21%), mientras que el testigo mostró un valor más elevado (9%).

En Valle Inferior, Gallo *et al.* (2008) obtuvieron valores de daño a cosecha menor al 0,4% durante dos temporadas en un monte de la variedad Franquette, tratados con el virus de la granulosis de la carpocapsa.

En Bulgaria, Palagacheva *et al.* (2021) obtuvieron porcentajes de daño a cosecha menores que los hallados en este trabajo en un monte orgánico tratado con la técnica de la confusión sexual (CIDETRAK® CMDA COMBO™ MESO) y daños más elevados en otro monte tratado de manera convencional (10 aplicaciones de insecticidas por temporada), con daños de 0,6 y 17,2% para el

tratado con TCS y convencional en 2018; y 0,5 y 18,1% para el tratado con TCS y convencional en 2019, respectivamente.

Por otro lado, Light (2016) en California, registró 2,15% de daños a cosecha en un monte de nogal tratado con la TCS (Ph Meso, 50 dispensers/ha), y 0,87 y 1,21% en dos montes tratados con dos combinaciones de TCS y éster de pera (Ph Meso + PE, 50 y 25 dispensers.ha⁻¹), respectivamente, versus un 4,87% de daños en un monte testigo sin tratar.

En Italia, Angeli *et al.* (2000) obtuvieron diferentes niveles de daños a cosecha en nogales bajo tres tratamientos, TCS, no tratado, y químico, en tres años de estudios, con daños de 8,5%, 3,5% y 7,6% para el caso de TCS; 47,2% ,40% y 29,1% para el no tratado; y 10,4%, 11,4%, 7,1% para el químico, respectivamente.

Cartones corrugados

La cantidad de larvas diapausantes capturadas en las fajas de cartón corrugado se presentan en la figura 50. En el Tratamiento 2, se obtuvieron 231 larvas (0,38 larvas.faja⁻¹ por árbol) mientras que en el Tratamiento 1 se recolectaron 79 larvas (0,13 larvas.faja⁻¹ por árbol). Esta diferencia de casi el triple de capturas obtenidas en el Tratamiento 2 respecto del Tratamiento 1 podría deberse al efecto ejercido por la técnica de la confusión sexual y a las liberaciones de *G. legneri* sobre el nacimiento y parasitoidismo de las larvas, principalmente de tercera generación que se preparan para invernar.

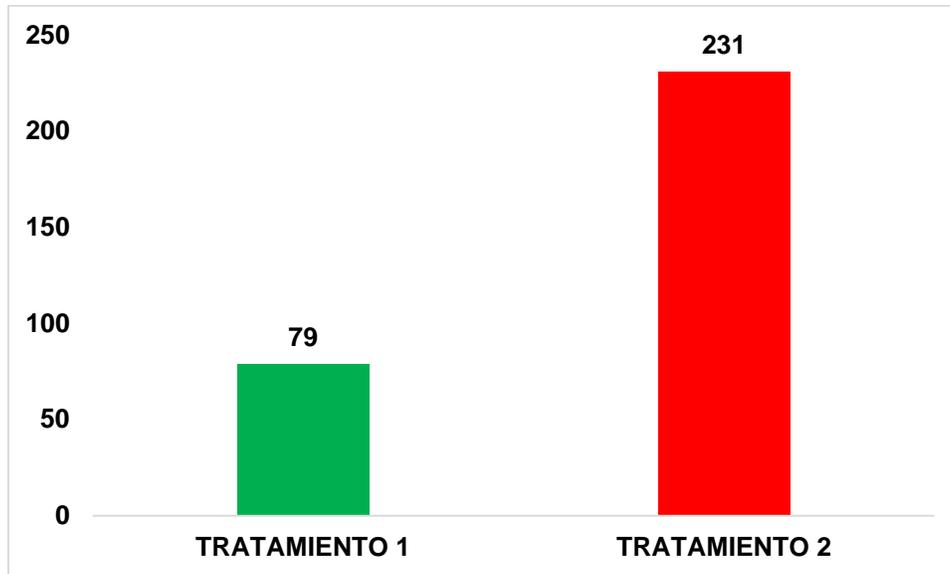


Figura 50. Número de larvas diapausantes recolectadas en fajas de cartón corrugado en los tratamientos evaluados.

En Italia, Angeli *et al.* (1999) obtuvieron mayor nivel de capturas de larvas diapausantes en montes de nogales bajo dos tratamientos, TCS (Ecopom®) y un testigo sin tratar, registrando en promedio 6,2 y 12,7 larvas.faja⁻¹ por árbol, respectivamente. En una segunda temporada, estos mismos autores evaluaron nuevamente los tratamientos mencionados y un tercer tratamiento (control químico) y registraron en promedio 9,5; 16,7; y 11,1 larvas.faja⁻¹ por árbol, respectivamente.

La eliminación de las larvas diapausantes recolectadas en las fajas de cartón corrugado permitiría reducir la cantidad de adultos durante el inicio de la temporada siguiente y comenzar con una población mucho menor que con la iniciada en esta temporada (127 en el Tratamiento 1 y 100 en el Tratamiento 2), permitiendo un control más eficaz por parte de la TCS y *G. legneri*, así como una reducción en el número de aplicaciones químicas a realizar a lo largo de la temporada siguiente.

CONCLUSIONES

Estos resultados permitieron concluir que durante la temporada 2020/2021 los niveles poblacionales de *Cydia pomonella* fueron altos en ambos tratamientos, por lo que no se pudo disminuir la cantidad de aplicaciones químicas en el Tratamiento 1.

Las herramientas de control integrado implementadas en el Tratamiento 1, el uso de la técnica de la confusión sexual en conjunto con las liberaciones inundativas de *Goniozus legneri*, tuvieron un efecto positivo en las capturas de tercera generación.

Este efecto también se evidenció en los niveles de daño obtenidos a cosecha, dado que una vez comenzadas las liberaciones de *G. legneri*, las capturas de adultos de *C. pomonella* fueron menores en el Tratamiento 1 respecto al Tratamiento 2, y el nivel de daño en el Tratamiento 1 fue inferior que en el Tratamiento 2, contrariamente a lo que había ocurrido con el nivel de daño en fruto verde.

El presente trabajo reporta por primera vez la presencia y dinámica poblacional de *Ectomyelois ceratoniae* en nogales en el Valle Inferior de Río Negro. Las capturas de *E. ceratoniae* fueron menores a las de *C. pomonella*, y rara vez la sumatoria de las dos trampas supero los 4 individuos por semana.

La colocación de cartones corrugados permitió capturar un porcentaje importante de larvas diapausantes. La diferencia de capturas entre los tratamientos, permite inferir el efecto positivo de la implementación de la técnica de la confusión sexual y las liberaciones de *G. legneri* reduciendo la población de carpocapsa.

Los resultados preliminares de la primera temporada son alentadores, al observar en el Tratamiento 1 una disminución en la población de carpocapsa, principalmente hacia el final de la temporada (en 3^o generación) y un menor número de larvas diapausantes, así como un menor porcentaje de daño a cosecha, en comparación con el Tratamiento 2. El ensayo continuará en las temporadas siguientes, en las cuales se espera una menor presión de la plaga desde inicio de la temporada, y una mejor repuesta del control integrado que permita minimizar el uso de insecticidas, sin comprometer el estado sanitario de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

Angeli, G.; Rama, F.; Forti, D.; Dalla Monta, L. y Bellinazzo, S. (1999). Control of *Cydia pomonella* in walnuts by mating disruption. *IOBC wprs Bulletin Vol. 22 (9) 1999. Pp 83 – 89.*

Angeli, G.; Bellinazzo, S.; Dalla Monta, M.; Rizzi, C. y Rama, F. (2000). Contenimento dei danni di *Cydia pomonella* L. su noce (*Juglans regia* L.) con la tecnica de confusione sessuale. *ATTI Giornate Fitopatologiche, 2000, 1, 361 – 366.*

Arias, V. (1993). Distribución e importancia de los insectos que dañan granos y productos almacenados en Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. En: Rubio Cota, E. R. (2012). Efecto de la susceptibilidad de *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: pyralidae) a *Bacillus thuringiensis*, su relación con la flora microbiana y la expresión de la proteína de inmunidad hemolina. Tesis de Grado. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Audemard, H. (1991). Population dynamics of the codling moth. En: Van der Geest, L. P. S and Evenhuis, H. H. (eds.), *Tortricid Pest. World Crop Pests.* Elsevier Science, Amsterdam, the Netherlands, pp. 329 - 338.

Aybar, S. E.; Herrera, J. A.; Lezana, C. W.; Oviedo, J. y Lobo, G. (2011). Dinámica poblacional de carpocapsa, *Cydia pomonella* (L) (LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) Plaga del nogal en las localidades del norte chico del departamento de Belén, provincia de Catamarca. *BIOLOGÍA EN AGRONOMÍA 1 (1):50-60.* 2011. Universidad Nacional de Catamarca Secretaría de Ciencia y Tecnología - Editorial Científica Universitaria ISSN: 1853-5216

Bado, S. (2014). Carpocapsa: sistema de alarma para control. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En: <https://inta.gob.ar/noticias/carpocapsa-sistema-de-alarma-para-control>.

Bado, S, González, J., Colombani, E. y Cuellos, R. (2018). Fluctuación poblacional de *Cydia pomonella* y *C. molesta* (Lepidoptera: Olethreutidae) en el Valle Inferior del Río Chubut (Región Patagonia Sur, Argentina). *Agronomía & Ambiente. Revista de la Facultad de Agronomía.*

Benz, G. (1991). Reproduction. Chapter 2. Physiology, reproduction and ecology. *In: Tortricid pests. Their biology, natural enemies and control. World Crop Pests. Van Der Geest & Evenhuis (eds.), Elsevier, Amsterdam.*

Blaney, H. F y Criddle, W. D (1962). Determinación del uso consuntivo y los requerimientos de agua de riego (No. 1275). Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

Borden, A.D. (1931). Some field observations on codling moth behavior. *J. Econ. Entomol.* 24: 1137-1145.

Brown, R. L. (1979). The valid generic and tribal names for the codling moth, *Cydia pomonella* (Olethreutinae: Tortricidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 72: 565 - 567.

Charmillot, P. J. y Riedl, H. (2000). The future of codling moth control with conventional insecticides, insect growth regulators and microbials. *Proceedings XXI International Congress of Entomology. Brazil.* pp. 669.

Cichón, L.I. (2004). Control de poblaciones de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) mediante la técnica de la confusión sexual en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires.

Cichón, L., y D. Fernández. (1993). Carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. INTA. Investigación Agropecuaria, Nº 42, 13 pp.

Cichón, L. I y Fernández, D. E. (2003). Aspectos relevantes en el control de Carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Instituto Nacional de

Tecnología Agropecuaria. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aspectos-relevantes-control-carpocapsa-alto-valle.pdf

Cichón, L. I. y Fernández, D. E. (2003). Curso de capacitación: Biología y control de carpocapsa *Cydia pomonella* (L.). INTA Alto Valle, Río Negro. 82 pp.

Cichón, L.; Garrido, S.; Lago, J. y Ahmad, S. (2013). Fajas de cartón corrugado: Control complementario de carpocapsa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_fajas-de-carton-corrugado.pdf

Cichón, L.; Garrido, S. y Lago, J. (2015). Plagas y enemigos naturales asociados al cultivo de nogal en los valles patagónicos. - Editor/es: Cichón, L.; Garrido, S.; Lago, J.; Rossini, M.. - Ediciones INTA. - Página/s: P. 37-45. - ISBN/ISSN: ISBN 978-987-521-587-0.

Cichón, L.; Garrido, S. A.; Lago, J. y Santagni, A. (2016). Nacimiento de carpocapsa. Boletín Sanitario N° 7 – Temporada 2016-2017. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En: <https://inta.gob.ar/documentos/nacimiento-de-larvas-de-primer-generacion-de-carpocapsa>.

Chapman, R.F. (1998). The insects: Structure and Function. 4th Ed. Cambridge Univ. Press. En: Fernández, D. E. 2012. *Cydia pomonella* (L.) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE). Aspectos de su taxonomía, comportamiento y monitoreo aplicados a programas de control en grandes áreas. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Leida.

Dickler, E. y Huber, J. (1986). Il Virus della Granulosa della carpocapsa: situazione attuale della ricerca e possibilità di una sua introduzione nella difesa dei frutteti. La difesa delle piante. 9(3):297-304.

FAO. (2019). Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado del sitio: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Fernández, D. E. (2012). *Cydia pomonella* (L.) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE). Aspectos de su taxonomía, comportamiento y monitoreo aplicados a programas de control en grandes áreas. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Leida.

Fernández, D.; Cichón, L. y Garrido, S. (2015). La sanidad en los montes de nogales del Valle Medio del Río Negro. *Fruticultura y Diversificación*, 21 (76) : 16-19.

Gallo, S. L.; Bouhier, R. A. y Martín, D. M. (2008). Resultados de dos años de control biológico de carpocapsa (*Cydia pomonella*), en plantaciones de nogales del Valle de Viedma - En: Libro de Resúmenes del XXXI Congreso Argentino de Horticultura. 30 de septiembre al 03 de octubre, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.. - Páginas/s: 110.

Gallo, S. L.; Baffoni, P. A.; Fuente, G. E.; Mongabure, A. P. y Martín, D. M. (2016). Relevamiento de plagas en plantaciones de nogal (*Juglans regia*) y avellano (*Corylus avellana*) en el Valle Inferior del Río Negro, Argentina. XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura, 26 al 29 de septiembre de 2016 *Horticultura Argentina* 35 (88): Sep.-Dic. 2016

Garrido, S.; Cichón, L.; Claps, L.; Lago, J. y Leonelli, E. (2019). Uso de *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethyridae) en control biológico inundativo y su incidencia en la reducción de insecticidas en perales. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Pampa, Suplemento Semiárida*, ISSN: 2362-4337 (impreso), ISSN 2408-44077 (online).

Garrido, S.; Cichón, L.; Fernández, D. y Azevedo, C. (2005). Primera cita de la especie *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethyridae) en el Alto Valle de Río Negro, Patagonia Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 64(1-2). ISSN 0373-5680.

Germain, E.; J.P. Prunet. y A. Garcin. (1999). "Le Noyer". Monographie. INRA.

Ctfl. 280 p.

Giganti, H. E.; Dapoto, G. L. y Vermeulen, J. D. (2007). Manejo integrado de plagas de los frutales de pepita. En: Sozzi, G. O. (ed), Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento, Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, 531 - 580 pp.

González Ritzel, A.; Altesor, P.; Sellanes, C. y Rossini, C. (2012). Aplicación de Feromonas Sexuales en el Manejo de Lepidópteros Plaga de Cultivos Agrícolas. En: Bado, S, González, J., Colombani, E. y Cuellos, R. 2018 Fluctuación poblacional de *Cydia pomonella* y *C. molesta* (Lepidoptera: Olethreutidae) en el Valle Inferior del Río Chubut (Región Patagonia Sur, Argentina). Agronomía & Ambiente. Revista de la Facultad de Agronomía.

Hernández, C. M. (2015). Estudios biológicos sobre los parasitoides, *Mastrus ridens* Horstman y *Ascogaster quadridentata* Wesmael, para evaluar su potencial como agentes de control biológico de *Cydia pomonella* (L.) plaga clave del manzano. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires.

Horstmann, K. (2009). Revisionen von Schlupfwespen-Arten XIII. Mitteilungen der Muenchner Entomologischen Gesellschaft. 99: 37 - 44.

Iannamico, L. (2009). El cultivo de nogal en climas templado-fríos. 1a ed. - Buenos Aires. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.

IDEVI. (2022). Nota en página web institucional del Instituto de Desarrollo del Valle Inferior. En: <https://rionegro.gov.ar/?catID=364>.

Jaques, R.P., Laing, J. E.; MacLellan, C. R.; Proverbs, M. D.; Stanford, K. H. y Trottier, R. (1981). Apple orchard tests on the efficacy of the granulosis virus of the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (Lep.: Olethreutidae) Entomophaga 26(2):111 -117.

Jaques, R.P., Laing, J. E.; Laing, D. R y Yu, D. S. L. (1987). Effectiveness and

persistance of the granulosis virus of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidóptera: Olethreutidae) on apple. *Can. Entomol.* 119:1063-1067.

Knight, A. (2000). Monitoring codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with passive interception traps in sex pheromone-treated orchards. *J. Econ. Entomol.* 93: 1744-1751.

Knight, A y Light, D. M. (2005). Factors affecting the differential capture of male and female codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in traps baited with ethyl (E,Z)-2,4,-decadienoate. *Environ. Entomol.* 34: 1161- 1169.

Lacey, L. A. y Unruh, T. R. (2000). Use of insect pathogens for control of codling moth and other lepidopteran pests of apple in the Pacific Northwest of the United States. *Proceedings from the 75th Annual Western Orchard Pest and Disease Management Conference.* Session: Biological control: 47-48. Portland, OR.

Lago, J., Fernandez, D. E., Cichon, L., y Garrido, S. A. (2015). Frutales de pepita: *Cydia pomonella* Linnaeus (Gusano de la pera y la manzana). En: Rossini, M.; Dummel, D.; Agostini, P. 2015. *Plagas cuarentenarias de frutales de la República Argentina: avances en los resultados.* Buenos Aires: Ediciones INTA, p. 73-105.

Laing, D.R. y Jaques, R. P. (1980). Codling moth: Techniques for rear-ing larvae and bioassaying granulosis virus. *J. Econ. Entomol.* 73:851-853.

Light, D. M. (2016). Control and monitoring of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in walnut orchards treated with novel high-load, low-density “meso” dispensers of sex pheromone and pear ester. *Environmental Entomology*, 45(3), 700-707.

Light, D. M., Grant, J. A., Haff, R. P., y Knight, A. L. (2017). Addition of Pear Ester With Sex Pheromone Enhances Disruption of Mating by Female Codling Moth

(Lepidoptera: Tortricidae) in Walnut Orchards Treated with Meso Dispensers. *Environmental Entomology*, 46(2), 319–327.

López, S.; Sauka, D.; Segura, D., y Viscarret, M. (2019). Desarrollo de herramientas para el manejo integrado de artrópodos perjudiciales: resúmenes de actividades. Editores literarios: Silvia N. López...[*et al.*] – Buenos Aires: Ediciones INTA, 2019. 88 p.

Martin, D. (2009). Estadísticas climáticas del Valle de Viedma. Información técnica N° 27. Año 4, N° 9. EEA Valle Inferior-Convenio Pcia. de Río Negro-INTA. Ediciones INTA. 80 pp.

Martín, D. (2021). Frutos secos: los cultivos que ganan terreno en Norpatagonia. INTA EEA Valle Inferior del Río Negro. En: <https://inta.gob.ar/noticias/frutos-secos-los-cultivos-que-ganan-terreno-en-norpatagonia>.

Morando, L.O. (1977). Estadísticas Agroclimáticas del Valle de Viedma. 1965/74. Instituto de Desarrollo del Valle Inferior (IDEVI) Serie Agroclimatológica 5. Viedma-Río Negro.

Öztürk, N., y Hazir, A. (2020). Efficacy of mating disruption technique against Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)] in walnut orchards in Kahramanmaraş. *Derim*, 37(1), 76-85.

Palagacheva, N., Kutinkova, H., y Dzhuvinov, V. (2021). Effect of mating disruption on the pheromone trap catches of codling moth (*Cydia pomonella* L.) and fruit damage in walnut (*Juglans regia* L.) orchards under organic farming. *Journal of Biopesticides*, 14(1), 79-82.

Pemán, J.; Navarro Cerrillo, R. M.; Nicolás, J. L.; Prada, M. A. y Serrada, R. (2012). Producción y Manejo de Semillas y Plantas Forestales. Tomo I. Edita:

Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Serie Forestal. Páginas: 1018.
Depósito legal: M-35272-2012. ISBN: 978-84-8014-837-5.

Quintana, G. y Cólica, J.J. (2011). Carpocapsa: plaga clave en nogal. Aspectos morfológicos y biológicos relevantes para un control adecuado. Informe técnico N° 1. INTA. ISSN 0329-3122.

Ripa S. y Larral D. (2008). *Manejo de plagas en paltos y cítricos* [en línea]. Quillota: Versión Producciones Graficas Ltda.. Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 23. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/3509>.

Rodriguez, M.A.; Bosch, D.; Sauphanor, B. y Avila, J. (2010). Susceptibility to organophosphate insecticides and activity of detoxifying enzymes in Spanish populations of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 103: 482-491.

Salas, C. (2017). Plaga en frutales: Polilla del algarrobo o de la nuez. Ficha Técnica N° 27. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. En: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67070/NR41135.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, E.E. (2020). Programa Nacional Frutales: superficie ocupada por plantaciones frutales en el país y cambios en su estructura productiva / Enrique E. Sanchez. – Buenos Aires: Ediciones INTA, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, 2020. 25 p.

Sieber, R. y Benz, G. (1980). The hormonal regulation of the larval diapauses in the codling moth, N. York: 209 - 234. En: Lago, J., Fernandez, D. E., Cichon, L., & Garrido, S. A. (2015). Frutales de pepita: *Cydia pomonella* Linnaeus (Gusano de la pera y la manzana).

Soleño, J.; Anguiano, L.; Pechén de D'Angelo, A.; Cichón, L., Fernández, D. y Montagna, C. (2008). Toxicological and biochemical response to azinphos-methyl in *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) among orchards from the Argentinian Patagonia. *Pest Manag Sci.* 64: 964-970.

Soleño, J.; Cichón, L.; Montagna, M.; Anguiano, L.; Garrido, S. y Lago J. (2015). Cambios en la susceptibilidad a diferentes insecticidas empleados en Argentina. En: Rossini, M.; Dummel, D.; Agostini, P. 2015. Plagas cuarentenarias de frutales de la República Argentina: avances en los resultados. Buenos Aires: Ediciones INTA, p. 73-105.

Thorntwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38(1), 55-94.

Turc, L. (1961). Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. *Ann. Agron.*, 12, 13-49.

Urretabizkaya, N.; Vasicek, A. y Saini, E. (2010). Insectos perjudiciales de importancia agropecuaria : 1. Lepidópteros – Buenos Aires : Ediciones INTA, 2010. 77 p. : fotos col.

Vargas, N.; Mendoza, G.; González R, C.; Gamalier, L.S.; Lara, M. A.; Carus, M.; Bianchini, V.; Millar, J. y Valenzuela, D. (2010). Manual Producción de nueces de nogal Dirigido a profesionales y técnicos del área agropecuaria Registro de Propiedad Intelectual N° 194.181 ISBN N° 978-956-328-062-3 Santiago, Chile Agosto de 2010.

Zaviezo, T. y Romero, A. (2005). Manual de Manejo Integrado de Plagas del Nogal (MIP). Comité de Nueces, Chile Frut, Federación de Productores de Fruta de Chile (FedeFruta). San Antonio 220, Oficina 301, Santiago, Chile, 79 pp.