



Alternativas sustentables para el manejo de *Bagrada hilaris* en Chile

Editora: Nancy Vitta P.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

BOLETÍN INIA / Nº 446

ISSN 0717-4829





Alternativas sustentables para el manejo de *Bagrada hilaris* en Chile

Editora:

Nancy Vitta P.

Ingeniera Agrónoma, Mg. Sc.
INIA La Platina

Boletín INIA / N° 446
INIA, Santiago 2021

ISSN 0717-4829



Alternativas sustentables para el manejo de *Bagrada hilaris* en Chile

Editora:

Nancy Vitta P., Ingeniera Agrónoma, MSc. INIA La Platina.

Autores:

Eduardo Tapia R., Ingeniero en Biotecnología, Dr. INIA La Platina.

Aart Osman, Ingeniero Agrónomo, PhD. INIA La Cruz.

Natalia Olivares P., Ingeniero Agrónomo, MSc. INIA La Cruz.

Ernesto Cisternas A., Ingeniero Agrónomo, Dr. INIA La Cruz

Nancy Vitta P., Ingeniera Agrónoma, MSc. INIA La Platina.

Fernando Rodríguez A., Biólogo, MSc. INIA La Cruz.

Ana Morales R., Técnico Agrícola, INIA La Cruz.

Fabiola Altimira P., Doctora en Biotecnología, Dra. INIA La Platina.

Sebastián Godoy S., Ingeniero en Biotecnología, Dra. INIA La Platina.

Julio Bravo J., Operario, INIA La Platina.

Víctor Canales V., Técnico Agrícola.

Miquel Cuello M., Técnico Agrícola, INIA La Cruz.

Javiera Canelo J., Técnico Agrícola. INIA La Platina.

Director Regional INIA La Platina

Emilio Ruz J.

Boletín INIA N°446

Cita Bibliográfica

Vitta P, N (ed) 2021. Alternativas sustentables para el manejo de *Bagrada hilaris* en Chile. Boletín INIA N° 446.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 102pp.

ISSN: 0717-4829

© 2021. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de investigación La Platina.

Avda. Santa Rosa 11610, La Pintana, Santiago. Teléfono: 56-225779102.

Región Metropolitana.

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

Edición de Textos

María Jesús Espinoza. Periodista INIA La Platina.

Eliana San Martín. Periodista INIA La Cruz.

Todas las fotografías han sido realizadas por los autores del boletín.

Diseño, Diagramación e Impresión

Carola Esquivel - esquivel.carola@gmail.com

Cantidad ejemplares: 200

Impreso en Chile - Printed in Chile

ÍNDICE

Introducción	7
--------------------	---

Capítulo 1

Antecedentes de <i>Bagrada hilaris</i>	9
Introducción	9
1.1. Origen y distribución	10
1.2. Descripción morfológica.....	10
1.3. Hospederos	12
1.4. Ciclo biológico de <i>Bagrada hilaris</i>	14
1.5. Daño provocado por <i>Bagrada hilaris</i>	18
Conclusiones	22

Capítulo 2

Dinámica de la población de *Bagrada hilaris* en las regiones

Metropolitana y de Valparaíso.	23
Introducción	23
2.1 Localidades seleccionadas.....	24
2.2 Técnicas de monitoreo	25
2.3 Monitoreo fenológico de <i>Bagrada</i>	25
2.3.1 Estación de monitoreo comercial de manejo convencional en Lampa	26
2.3.2 Estación de monitoreo en cultivo comercial de manejo orgánico en Melipilla	28
2.3.3 Estación de monitoreo en sector silvestre en Lampa.....	30
2.3.4 Estación de monitoreo en cultivo comercial de manejo convencional en Manzanar	31
2.3.5 Estación de monitoreo en cultivo comercial de manejo orgánico en Catemu	32
2.3.6 Estación de monitoreo en sitio silvestre en Catemu.....	33
2.3.7 Estación de monitoreo en sitio silvestre en Romeral.....	34
2.4 Actividad de vuelo de <i>Bagrada</i>	37
2.5 Dinámica de <i>Bagrada</i> en cuatro sectores de un huerto orgánico	40

Capítulo 3

Agentes de control natural de *Bagrada hilaris* en Chile

Agentes de control natural de <i>Bagrada hilaris</i> en Chile	45
Introducción	45
3.1 Depredadores	46
3.1.1 Chinitas (Coleoptera: Coccinellidae)	46
3.1.2 Carábidos (Coleoptera: Carabidae).....	48
3.1.3 Mantis religiosa (Mantodea: Mantidae).....	49
3.1.4 Tijereta europea (Dermaptera: Forficulidae).....	50
3.1.5 Crisopas (Neuroptera: Chrysopidae)	51
3.1.6 Chinchas (Heteroptera: Nabidae y Reduviidae)	52
3.1.7 Hormiga argentina (Hymenoptera: Formicidae)	52
3.1.8 Arañas (Araneae: Thomisidae).....	54



3.2 Parasitoides.....	55
3.2.1 <i>Trissolcus hyalinipennis</i> (Hymenoptera: Scelionidae).....	56
3.2.2 <i>Trichogramma</i> spp (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	57
3.2.3 Parasitoides de adulto no determinado.....	58
3.3. Determinación de mortalidades de <i>Bagrada</i> por enemigos naturales.....	58
3.3.1 Depredación.....	59
3.3.2 Parasitoidismo de huevos.....	62
3.4 Propuesta de control biológico aumentativo, conservativo y HEP.....	65

Capítulo 4.....

Hongos entomopatógenos para el manejo de la chinche pintada

(*Bagrada hilaris*).....67

4.1 Ensayo de invernadero.....	68
4.1.1 Metodología.....	68
4.1.2 Resultados.....	71
4.2 Ensayo en invernadero con cepa de HEP B1.....	73
4.2.1 Metodología.....	73
4.2.2 Resultados.....	73
4.3 Ensayo en campo.....	76
4.3.1 Metodología.....	76
4.3.2 Resultados.....	77

Capítulo 5.....

Cultivos trampa para el manejo de la chinche pintada (*Bagrada hilaris*)..79

Introducción.....	79
5.1 Especies de plantas para la incorporación en un cultivo trampa.....	80
5.1.2 Especies de plantas para la incorporación como cultivo trampa en producción de brassicas.....	82
5.2 Diseño y establecimiento del cultivo trampa.....	86
5.2.1 Época de siembra.....	86
5.2.2 Diseño espacial.....	87
5.2.3 Un cultivo multifuncional a través de la mezcla de especies.....	88
5.2.4 Manejo de la chinche pintada a través del cultivo trampa.....	88

Capítulo 6

Plaguicidas convencionales y orgánicos para control de *Bagrada hilaris*.91

Introducción.....	91
6.1 Plaguicidas convencionales.....	92
6.1.1 Evaluación de laboratorio.....	92
6.1.2 Evaluación de insecticidas en campo.....	94
6.2 Plaguicidas biológicos.....	95
6.2.1 Evaluación en laboratorio de Azadiractina.....	95
6.2.2 Evaluación en campo de Azadiractina.....	96
Bibliografía.....	98

Introducción

La producción de brásicas (Brassicaceae) en Chile es de gran relevancia social y económica, ya que en su mayoría es desarrollada por medianos y pequeños agricultores. Las especies de mayor importancia en superficie corresponden a repollo, coliflor y brócoli, donde se concentran la mayor superficie de especies cultivadas de esta familia son las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, del Libertador Bernardo O´Higgins, y del Maule.

Hoy en día estas hortalizas presentan una nueva amenaza fitosanitaria, con el ingreso durante 2016 de la chinche pintada *Bagrada hilaris* (Hemiptera, Pentatomidae), especie altamente fitófaga con más de 56 especies pudiendo causar desde daños cosméticos hasta pérdida de plantas.

Ante la voracidad que ha demostrado la plaga en campo, los agricultores han recurrido a aplicaciones de insecticidas de amplio espectro, con los consecuentes daños ecológico, toxicológicos y económicos. Por lo que ha resultado de gran importancia entonces, realizar estudios a nivel local, tendientes a generar un programa de manejo integrado con bajo impacto ambiental que pueda entregar las directrices para un manejo eficiente de la plaga.

Asimismo, es importante realizar prospecciones periódicas y estudios agroecológicos de forma tal de monitorear el desplazamiento de la plaga en el territorio nacional, así como también, realizar estudios de agentes controladores nativos que puedan ejercer un control eficiente en condiciones de campo. Se espera que con la implementación de un programa de manejo integrado y con base en los antecedentes biológicos y tecnológicos generados, las poblaciones de *B. hilaris* disminuyan.

El Proyecto “Desarrollo de un sistema de manejo integrado con bajo impacto ambiental orientado a mitigar las poblaciones de la chinche pintada, *Bagrada hilaris* (Burmeister, 1835) (Hemiptera, Pentatomidae) para una horticultura sostenible y competitiva” apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria, generó como resultado esta publicación, que integra el conocimiento de las actividades de investigación realizadas, tales como el comportamiento de la plaga, biología, utilización de cultivos trampas, control biológico y químico como prácticas y técnicas que permitan fortalecer la agricultura de la producción de brassicas de forma sustentable.



Capítulo 1

Antecedentes de *Bagrada hilaris*

Nancy Vitta P., Ing. Agrónoma, M. Sc.

Natalia Olivares P., Ing. Agrónoma, M. Sc.

Julio Bravo A., Operario

Víctor Canales T., Téc. Agrícola

Miguel Cuello T., Téc. Agrícola

Introducción

Varios autores del Viejo Mundo han explicado la bionómica de *B. hilaris*, particularmente en la India, donde este insecto fue descrito por primera vez y sigue siendo una plaga.

El ciclo de vida de *B. hilaris* es similar a la mayoría de los miembros de la familia Pentatomidae, pero tiene algunos aspectos únicos con respecto al comportamiento de apareamiento y oviposición. Todas las etapas móviles (ninfas y adultos) tienen un color aposemático, que es una estrategia antipredatoria donde una especie tóxica o de sabor desagradable advierte a predadores de su mala calidad como presa mediante colores brillantes, y pueden encontrarse en agregaciones en plantas hospedantes durante la temporada de crecimiento.

En general, *B. hilaris* prospera en condiciones cálidas y secas, y está activa durante todo el año. Sin embargo, la reproducción y la tasa de desarrollo dependen de la temperatura y fuente de alimento viéndose afectado negativamente por temperaturas inferiores a 16° C y superiores a 40° C.



1.1. Origen y distribución

Bagrada hilaris es originaria de África y Asia. Geográficamente se encuentra en Europa, Asia África (Afghanistan, India, Arunachal Pradesh, Assam, Delhi, Gujarat, Haryana, Himachal Pradesh, Jammu and Kashmir, Karnataka, Madhya Pradesh, Maharashtra, Mizoram, Punjab, Rajasthan, Uttar Pradesh, West Bengal, Irán, Iraq, Myanmar, Nepal, Pakistan, Sri Lanka, Yemen), África, Norteamérica (México, Estados Unidos, Arizona, California, Hawaii, Nevada, Nuevo México, Texas, Utah) y Sudamérica (Chile).

En Chile, fue reportada el 2016 y su distribución a la fecha es desde la Región de Coquimbo hasta la Región del Maule.

1.2. Descripción morfológica

Los adultos de *B. hilaris* son de color negro con naranja y blanco. El cuerpo posee una forma de escudo y es de una longitud aproximada de 5 a 7mm (**Figura 1**).



Figura 1. Adultos *B. hilaris*.

Los huevos recién puestos son de color blanco opaco (**Figura 2**) que durante el proceso de embriogénesis el color del huevo cambia de blanco a cremoso y a naranja fuerte (**Figura 2**).

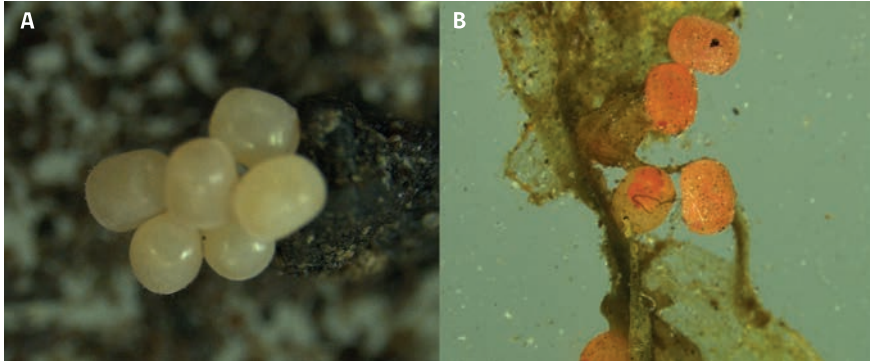


Figura 2. A. Huevos ovipuestos color blanco opaco. **B.** Huevos maduros.

Los huevos son depositados por la hembra individualmente o en pequeños grupos. Las hembras ponen huevos en el suelo debajo de las plantas hospedantes, aunque también pueden depositar sus huevos en las hojas o en los tallos pubescentes de plantas no hospedadas.

La ninfa pasa por cinco estadios. Las ninfas recién nacidas (**Figura 3A**) aparecen de color rojo brillante o naranja y, en cuestión de horas, la cabeza, el tórax y las patas se vuelven marrón oscuro o negro (**Figura 3B**). Estas ninfas, emergen a través de la abertura pseudopericular (tapa) en el extremo cefálico del huevo, un proceso que puede durar hasta 20 minutos (**Figura 3C**).



Figura 3. A. Ninfa de *B. hilaris* recién emergida. **B.** Ninfa marrón oscuro. **C.** Huevos de *Bagrada* donde se identifica la abertura pseudopericular (derecha).

Las ninfas de quinto estadio desarrollan almohadillas alares oscuras y manchas blancas en el abdomen antes de convertirse en adultas (**Figura 4**).





Figura 4. Ninfa 5 estadio de *B. hilaris*.

1.3. Hospederos

B. hilaris es una especie altamente polífaga con 74 hospedantes citados a nivel mundial, 56 de ellos especies cultivadas; 13 malezas y 5 especies ornamentales. Aún cuando se trata de una especie polífaga, tiene preferencia por la familia botánica Brassicaceae causando graves pérdidas a nivel mundial en la producción comercial brásicas destinadas a semillas y consumo fresco. Aunque la mayoría de sus hospederos corresponden a la familia Brassicaceae ($n=30$), también se alimenta de múltiples especies de otras familias como Asteraceae ($n=8$), Fabaceae ($n=11$) y Poaceae ($n=16$) (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Plantas hospederas de *B. hilaris*.

Familia	Especie	Nombre común
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L. <i>Spinacia oleracea</i> L.	Beterraga Espinaca
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> (Hoffm.)	Zanahoria

Asteraceae	<i>Carduus edelbergii</i> Rech. f. <i>Carthamus oxyacantha</i> M. Bieb <i>Chrysanthemum</i> sp. L. <i>Cynara scolynus</i> L. <i>Dahlia</i> sp. Cav. <i>Geireria alata</i> (Benth. &Hook.) <i>Helianthus annuus</i> L. <i>Lactuca sativa</i> L. <i>Xanthium strumarium</i> L.	Maleza Maleza Crisantemo Alcachofa Dalia Maravilla Lechuga Bardana
Brassicaceae	<i>Brassica juncea</i> (L.) <i>Brassica oleracea</i> Plenck <i>Brassica napus</i> (L.), <i>Brassica rapa</i> L., <i>Brassica campestris</i> L. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) <i>Descurainia sophia</i> (L.) <i>Eruca sativa</i> Miller <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) <i>Iberis</i> sp. L. <i>Lepidium latifolium</i> L. <i>Lobularia maritima</i> (L.) <i>Matthiola</i> sp. Aiton <i>Nasturtium</i> sp. R. Br. <i>Raphanus raphanistrum</i> L. <i>Raphanus sativus</i> L. <i>Sisymbrium irio</i> L.	Mostaza industrial Repollo (col) Canola, raps Nabo Nabo Maleza Maleza Rúcula Maleza Ornamental Maleza Ornamental Ornamental Maleza Rabanito Maleza
Cannabaceae	<i>Cannabis sativa</i> L.	Cannabis
Capparaceae	<i>Capparis spinosa</i> L.	Alcaparra
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya
Convolvulaceae	<i>Cuscuta reflexa</i> Roxb.	Planta parásita
Curcubitacea	<i>Momordica dioica</i> Roxburgh	Calabaza
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Ricino
Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i> L. <i>Indigofereae</i> sp. L. <i>Medicago polymorpha</i> L. <i>Medicago sativa</i> L. <i>Phaseolus lunatus</i> L. <i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Pisum sativum</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Trifolium alexandrinum</i> L. <i>Trifolium resupinatum</i> L. <i>Vicia</i> sp. <i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper	Maní Alfalfa Alfalfa Judía blanca Poroto Arveja Falsa acacia Trébol de Alejandria Trébol de los prados Arveja Poroto negro
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaza
Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.)	
	<i>Gossypium</i> sp.	Algodón



Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	Morera
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Llantén
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Persoon <i>Desmostachya bipinnata</i> (L.) Satpf <i>Saccharum officinarum</i> L. <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench <i>Triticum aestivum</i> L. <i>Zea mayz</i> L.	Gramma Maleza Caña de azúcar Sorgo Trigo Maíz
Polygonaceae	<i>Rumex dentatus</i> L.	Maleza
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Café
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Cítricos
Solanaceae	<i>Panicum miliaceum</i> L. <i>Physalis peruviana</i> L. <i>Solanum lycopersicum</i> L. <i>Solanum tuberosum</i> L.	Mijo común Fisalis Tomate Papa
Theaceae	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	Ornamental

1.4. Ciclo biológico de *Bagrada hilaris*

La metamorfosis que atraviesan estos insectos es del tipo hemimetábola, lo que significa que los cambios producidos desde huevo a adultos es gradual o incompleta, es decir, que los estados juveniles son semejantes a los adultos o imagos, de tal forma que cuando eclosiona el huevo nace una forma inmadura llamada ninfa que se caracteriza por la ausencia de alas y órganos genitales no desarrollados. El ciclo biológico completo de *Bagrada*, lo constituye huevo, ninfas (5 estadios) y adulto (**Figura 5**).



Figura 5. Ciclo biológico *B. hilaris*.

De acuerdo con información extranjera (E.E.U.U), el ciclo desde huevo a adulto puede durar desde 41 días a temperatura constante de 24° C y 3 semanas a 35° C. Las hembras tienen un período de pre oviposición de 3 a 4 días y ponen un promedio de 100–200 huevos, los adultos pueden sobrevivir de 3 a 4 semanas. La oviposición ocurre 4 a 5 días después del primer apareamiento, cuando

las temperaturas aumentan el período reproductivo de las hembras se reduce, variando de 5 a 19 días, con 45 a 217 huevos por hembra y 85 a 96% de huevos viables.

Generalmente todas las etapas del ciclo de vida están presentes en las plantas, sobre todo cuando aumenta la densidad de la plaga, las generaciones se superponen y las fuentes de alimentos disminuyen. Sin embargo, los insectos pasan más tiempo en el suelo cuando hace calor, donde se esconden, buscan humedad y sombra, o ponen huevos. Las chinches hibernan como adultos cuando las temperaturas son desfavorables. Con frecuencia son observadas las parejas apareándose en las plantas durante los días cálidos (**Figura 6**). Las hembras colocan sus huevos en la parte inferior de hojas, tallos y en el suelo suelto. La diferencia con muchas chinches apestosas, es que *Bagrada* no pone sus huevos en grandes masas, sino más bien individualmente o en pequeños grupos de no más de 10.



Figura 6. Adultos *B. hilaris*.

El comportamiento de cortejo puede durar desde segundos a minutos, mientras que la cópula puede durar varias horas. El emparejamiento repetitivo y múltiple con diferentes machos es común. Machos competidores a menudo se encuentran cerca de una pareja copulando, incluso encima de la pareja esperando una oportunidad de aparearse (**Figura 7**). Por tanto, la prolongada duración de las cópulas puede representar una forma de protección de la pareja.





Figura 7. Macho sobre una pareja copulando.

La literatura indica que los embriones se desarrollan aproximadamente en 70 horas a 40° C, en 72-73 horas a 35° C y en 95-96 horas a 30° C; los huevos no eclosionan a 45° C.

Una característica muy peculiar es que los estadios tempranos tienen abdómenes predominantemente rojos (**Figura 8A**), avanzando en su desarrollo los estadios posteriores, el abdomen adquiere un aspecto llamativo con una mezcla de marcas rojas-anaranjadas, negras y blancas. Las ninfas mayores desarrollan alas antes de convertirse en adultos (**Figura 8B**). El tiempo total requerido para el desarrollo ninfal oscila entre 17 a 81 días, variando según la temperatura y la fuente de alimento. Generalmente, el primer estadio es el más corto, dura de 2 a 3 días, y el quinto estadio es el más largo.

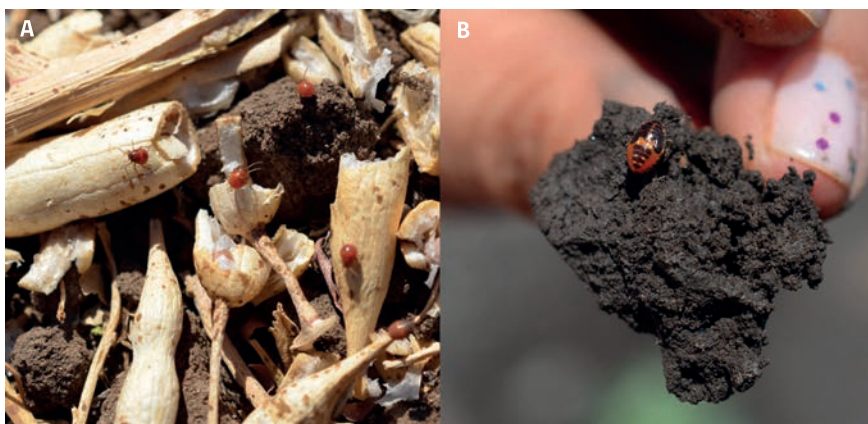


Figura 8. A. Estadio temprano de *B. hilaris*. **B.** Estadio ninfa N5, cercano a la adultez.

Los insectos de *Bagrada* a menudo forman grandes agregaciones (cientos de individuos) compuestos por adultos y ninfas (**Figura 9**).



Figura 9. Agregación de adultos y ninfas sobre planta hospedera.

Estudios realizados en el Laboratorio de Entomología de INIA La Platina, en cámaras bioclimáticas (**Figura 10A**), con 40 huevos de no más de dos días/repetición (**Figura 10B**), dieron como resultado que a temperaturas inferiores a 25° C no hubo desarrollo completo del insecto, ocurriendo el mismo caso a 40° C (**Cuadro 2**).

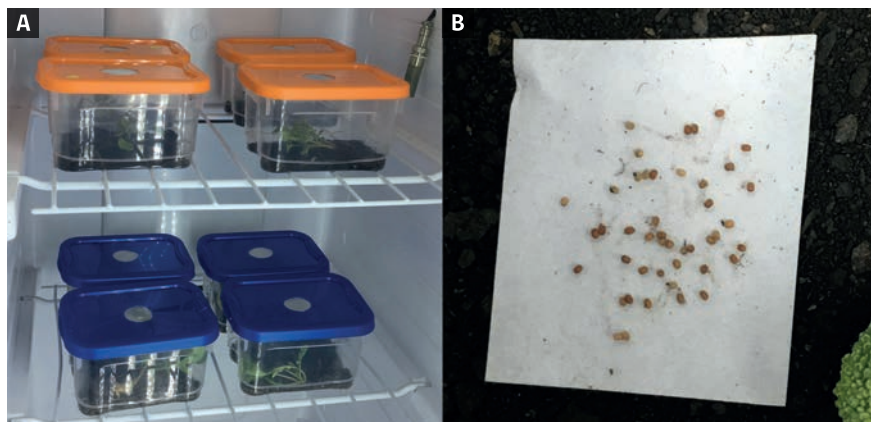


Figura 10. A. Cámaras bioclimáticas. **B** Huevos. Ninfas.



Cuadro 2. Duración de cada estadio y total ciclo de *Bagrada hilaris* en distintas temperaturas.

Temperatura (C°)	HR (%)	Huevo	Ninfas					Adultos	Días Totales
			1	2	3	4	5		
11	62,3	22							22
14	86,6	37							37
17	71,0	31	10	11					32
20	82,0	13	3	26	30				51
25	66,0	7	3	15	12	15	23	21	59
28	79,5	4	1	8	13	13	12	13	39
30	60,0	2	1	4	3	9	16	20	37
35	55,0	4	4	3	10	11	8	12	27
38	35,0	5	1	9	10	1	7	1	20
40	39,0	2	3	3					8

A temperaturas entre 11 y 14° C, los huevos se mantienen sin cambios hasta llegar a la deshidratación. Entre 17 y 20° C, emergen ninfas, pero no completan su desarrollo, llegando a ninfa 2 y ninfa 3 respectivamente. Las temperaturas de 25° C a 35° C son las ideales para que la chinche complete su ciclo, siendo estas temperaturas inversamente proporcionales, es decir, a mayor temperatura más corto el ciclo y a menor temperatura el ciclo es más largo. Sobre 40°C no se completa el ciclo y las ninfas que logran emerger se deshidratan rápidamente por el exceso de temperatura y falta de humedad.

1.5. Daño provocado por *Bagrada hilaris*

El principal daño es producto de la alimentación, el que se puede apreciar un síntoma “estrellado” en la superficie de las hojas (**Figura 11A**) y, con el tiempo, el daño cambia de estrellado a tejido necrótico (**Figura 11B**). El daño se produce por múltiples penetraciones del estilete (aparato bucal del insecto) en un mismo sector, causando lesiones en follaje, tallos, y frutos.

En muchos casos, esta alimentación provoca pequeñas marcas de pinchazos las que son visibles en un principio como manchas blancas, que comienzan en los bordes de las hojas y, a medida que éstas se expanden, se van marchitando. La lesión por alimentación en las hojas puede producir en cultivos frondosos como rúcula, mizuna, col rizada, plantas que no son viables comercialmente.



Figura 11. A. Daño estrellado sobre hoja de bráscica. **B.** Hojas necróticas producto de la alimentación.

Adultos y ninfas provocan la muerte de la planta, por alimentación de las hojas recién emergidas, lo que hace que las plantas pequeñas se marchiten y se sequen. En las plantas de bráscicas, *Bagrada* prefiere las hojas jóvenes, estructuras reproductivas y puntos de crecimiento; por lo tanto, son en su mayoría muy dañadas (**Figura 12**).



Figura 12. Adultos de *Bagrada* alimentándose de cotiledones de rúcula.

En aquellas brassicas formadoras de cabezas o panes, como brócoli, coliflor y repollo de siembra directa corren alto riesgo, porque, la alimentación se produce en el momento de la emergencia de la planta matando el meristema apical y provocando la muerte de la plántula. Aquellas plantas que logran sobrevivir al ataque pueden resultar en una planta sin un sistema reproductivo (cabeza), conocidas como plantas ciegas (**Figura 13**) o deformaciones que puede incluir brotes adventicios o puntos de crecimiento que producen múltiples cabezas pequeñas.





Figura 13. Plantas dañadas por alimentación de Bagrada, resultado plantas ciegas.

Como se mencionó anteriormente en el Cuadro 1, Bagrada es una plaga muy polífaga que puede tener diversos hospederos, en la comuna de Colina y Melipilla se encontró provocando daño en plantas de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) (Figura 14) maíz (Figura 15), tomate (Figura 16) y kale orgánico (Figura 17).



Figura 14. Plantas de poroto con daño de Bagrada (Colina y Melipilla).

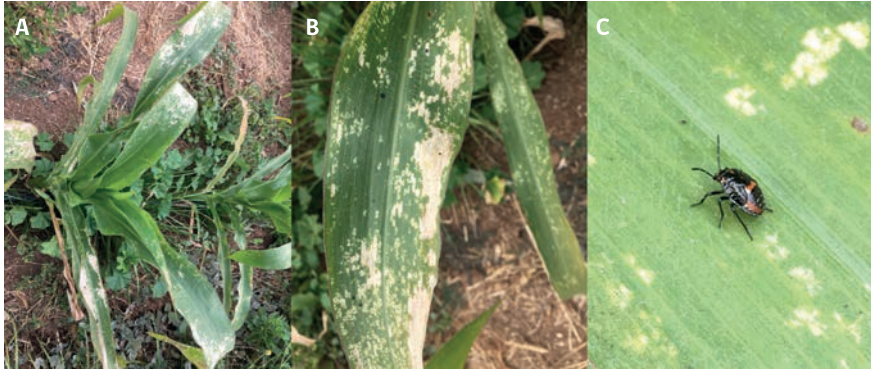


Figura 15. A. y B. Daño de Bagrada sobre plantas de maíz orgánico. C. Ninfa de quinto estadio sobre hoja de maíz (Melipilla).



Figura 16. Planta de kale orgánico con daño de Bagrada (Melipilla).





Figura 17. Adultos de Bagrada sobre frutos de tomate orgánico (Melipilla).

En la Región Metropolitana también se ha observado el daño de Bagrada en ma-
lezas como rábano silvestre, yuyo, mostacilla (**Figura 18**).

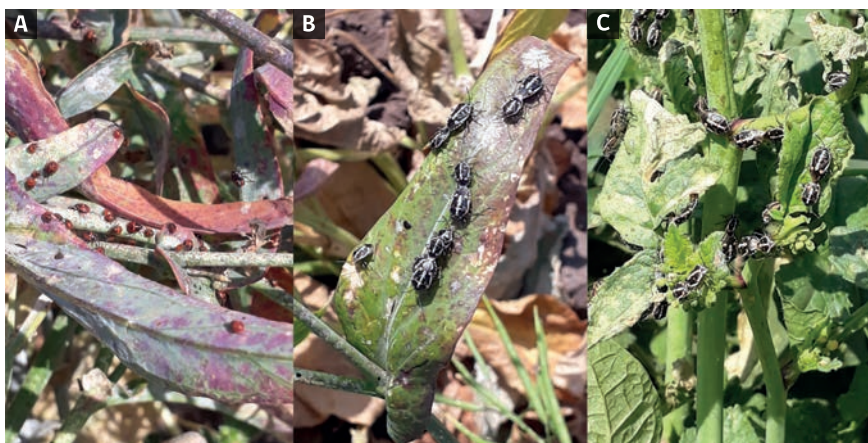


Figura 18. A. y B. Adultos de Bagrada sobre rábano silvestre B. y sobre yuyo (derecha) (Colina).

Conclusiones

Una característica primordial en los insectos es que son animales de sangre fría o "poikiloterms", es decir, que no tienen la capacidad de regular la temperatura de su cuerpo como lo hacen los mamíferos y, por esta razón la temperatura de su cuerpo es dependiente de la temperatura del medioambiente en donde se desarrollan. Además, su ciclo está influenciado otros factores como, el fotoperíodo (cantidad de horas de luz) y la humedad.

Las tasas de reproducción aumentan en los meses más cálidos, por este motivo es posible ver más insectos en estos períodos. El aumento de la temperatura, hace también que el metabolismo se active, lo cual significa que necesitan alimentarse más para sobrevivir, lo que se traduce en una mayor invasión y daño de sus hospederos.

Bagrada hilaris es un insecto polífago y el daño sobre el cultivo se produce cuando el insecto se alimenta. Su hábito alimenticio corresponde al de un insecto picador-chupador, que se nutre del mesófilo de las hojas. Suelen encontrarse formando agregaciones de cientos de ninfas y adultos en el campo, por lo que el daño es provocado tanto por adultos como ninfas. El daño se observa a simple vista, como manchas de forma estrellada, si el daño es intenso puede llegar a deformar las hojas. En cultivos como brócoli y coliflor se producen brotes laterales en la inflorescencia, las cuales ya no tienen valor comercial.

Las plantas son más susceptibles cuando se encuentran en estado de cotiledón, es por eso que como medida cultural, se recomienda evitar la siembra directa y usar trasplante con más de 5 hojas verdaderas.



Capítulo 2

Dinámica de la población de *Bagrada hilaris* en las regiones Metropolitana y de Valparaíso

Nancy Vitta P., Ing. Agrónoma, M. Sc.

Ernesto Cisternas A., Ing. Agrónomo, Dr.

Natalia Olivares P., Ing. Agrónoma, M. Sc.

Julio Bravo A., Operario

Ana Morales R., Téc. Agrícola

Miguel Cuello T., Téc. Agrícola

Víctor Canales T., Téc. Agrícola

Introducción

El conocimiento del comportamiento del ciclo estacional de todo insecto plaga es fundamental para comprender su dinámica anual sobre las especies cultivadas que ataca. Sin embargo, resulta también relevante conocer la dinámica de la plaga en condiciones silvestres sobre plantas hospederas espontáneas, donde la intervención humana es mínima a nula. Con regularidad las especies no cultivadas y consideradas plantas malezas, donde la plaga se desarrolla durante todo el año y manifiesta su dinámica sin intervención antrópica, con regularidad se transforman en lugares “fuente” de la plaga para los cultivos.

El objetivo de conocer la dinámica de la plaga sobre plantas silvestres es comprender la capacidad y comportamiento estacional de *Bagrada hilaris* en dos regiones de la zona central de Chile.



2.1 Localidades seleccionadas

Para determinar el comportamiento del ciclo estacional, fenología y dinámica de *Bagrada hilaris* bajo las condiciones locales de la Región Metropolitana (RM) y la Región de Valparaíso (RV), se seleccionaron diversos campos con producción comercial de brassicas, bajo sistemas de producción orgánica y convencional, además de sectores silvestres que en su composición botánica presentarán especies de brassicas naturalizadas. Todos los campos comerciales y silvestres mostraron presencia previa de la plaga. Una de las características de los sectores silvestres fue la baja a nula intervención humana (**Figura 1 y Cuadro 1**).

Las especies cultivadas durante el período de estudio en los cultivos convencionales fueron: repollo, kale, brócoli y rábano y en los cultivos orgánicos fueron: repollo, brócoli y kale. La vegetación silvestre de brassicas estuvo compuesta principalmente por rábano silvestre, yuyo, mostacilla y bolsita del pastor.

Para conocer las condiciones climáticas del lugar se instaló un Data-logger para registrar temperatura y humedad relativa durante un período de estudio (agosto 2018 a marzo 2021).

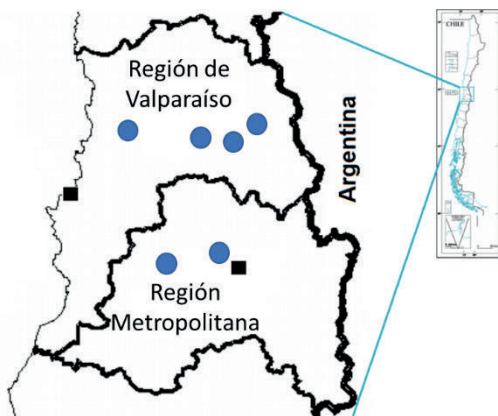


Figura 1. Distribución geográfica de las localidades de monitoreo.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo.

Región	Comuna	Sector	Predio
Metropolitana	Lampa	Sol de Septiembre	Convencional
Metropolitana	Lampa	Sol de Septiembre	Silvestre
Metropolitana	Melipilla	Santa Julia	Orgánico
Valparaíso	Quillota	Quillota	Convencional
Valparaíso	Hijuelas	Romerol	Silvestre
Valparaíso	Panquehue	Subestación Panquehue	Orgánico
Valparaíso	Catemu	Nilhue	Orgánico

2.2 Técnicas de monitoreo

Las técnicas de monitoreo utilizadas para determinar las densidades de *Bagrada* en las distintas localidades fueron establecidas en base a revisiones bibliográficas y determinaciones locales, utilizando diferentes equipos o herramientas.

Lo primero que se estableció fue la hora de toma de muestras, considerando que el factor térmico es clave para una correcta determinación del insecto. La toma de las muestras sobre brassicas cultivadas o silvestres se realizó entre las 10 y 16 horas, cuando *Bagrada* se encuentra más activa y la temperatura supera los 16° C. En los estudios sobre plantas cultivadas el monitoreo se inició inmediatamente después de la emergencia de las plántulas o luego del trasplante de los plantines.

La colecta de las muestras de los insectos se realizó con un aspirador manual, durante un tiempo definido (uno o dos minutos por muestra), en cada fecha de muestreo se tomó cinco muestras. De acuerdo a estos parámetros, los muestreos se realizaron considerando cotiledones, síntomas de alimentación fresca y en las plantas más grandes, la parte inferior de las hojas, así como el tallo y la superficie del suelo bajo la planta. El período de estudio cubrió desde agosto del 2018 a marzo 2021.

2.3 Monitoreo fenológico de *Bagrada*

En cada una de las estaciones de monitoreo, se instaló un data logger para registrar temperatura y humedad cada 15 minutos. Los insectos colectados fueron puestos en frascos plásticos y trasladados a los respectivos laboratorios de



Entomología de INIA La Platina e INIA La Cruz, donde se identificó y contabilizó los distintos estadios ninfales y estado adulto, separando estos por sexo.

2.3.1 Estación de monitoreo comercial de manejo convencional en Lampa

El seguimiento de la fenología en Lampa se inició la tercera semana de agosto de 2018, utilizándose para la colecta aspiradores manuales (**Figura 3 y 4**). El agricultor durante las tres temporadas de monitoreo sembró rábano variedad Sparkler rojiblanco, realizando 25 siembras y cosechas, por lo tanto, cada vez que terminó un cultivo, el monitoreo se continuó en el cultivo inmediatamente siguiente.



Figura 3. Técnicas de monitoreo de *Bgrada* bajo condiciones de campo.



Figura 4. Aspirador manual.

Durante los monitoreos, se observó que a partir de octubre aparecen los primeros adultos en baja densidad, mientras que las ninfas fueron imperceptibles (**Figura 5**). En el período estival, se produce un aumento de población adulta, posteriormente se produce un quiebre y un segundo aumento ocurre entre marzo y mayo de 2019. El mismo patrón se repitió en el año 2020, destacándose un aumento en la población de ninfas, aunque inferior a los adultos. En la época invernal las poblaciones tanto de estado adulto como de ninfas disminuyeron notablemente. Durante el período 2021 el agricultor no sembró ningún tipo de brassica.

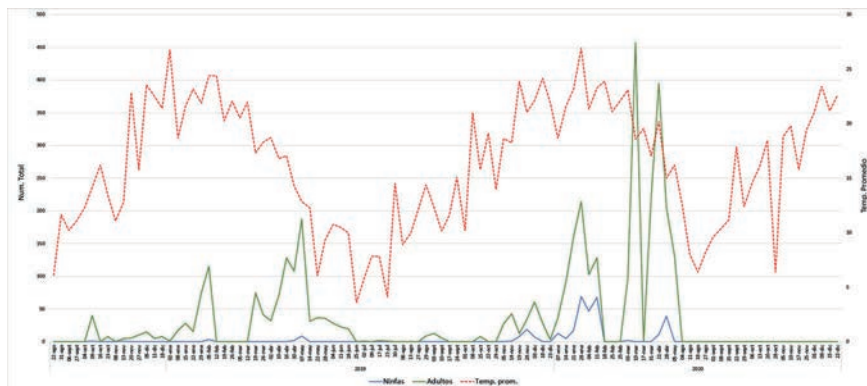


Figura 5. Fluctuación *B. hilaris* en cultivo comercial en Lampa (agosto 2018–diciembre 2020).

El monitoreo y colecta desde las plantas silvestres que se encontraban dentro o fuera del cultivo, ocurrió el mismo patrón en cuanto a los aumentos del número de individuos, tanto adulto como ninfas. Las malezas predominantes corresponden a yuyo, falso yuyo, mostacilla, rábano silvestre, bledo, quinuilla y verdolaga (**Figura 6**). De estas malezas las preferidas por el chinche corresponden a yuyo, falso yuyo, mostacilla y rábano silvestre, todas pertenecientes a la familia Brassicaceae. Sin embargo, en la temporada 2019, las poblaciones de adultos se presentaron muy por debajo comparadas con el cultivo comercial. En la temporada 2020 las poblaciones fueron bastante parecidas en presión, así como en estados adultos e inmaduros, al cultivo comercial (**Figura 7**).



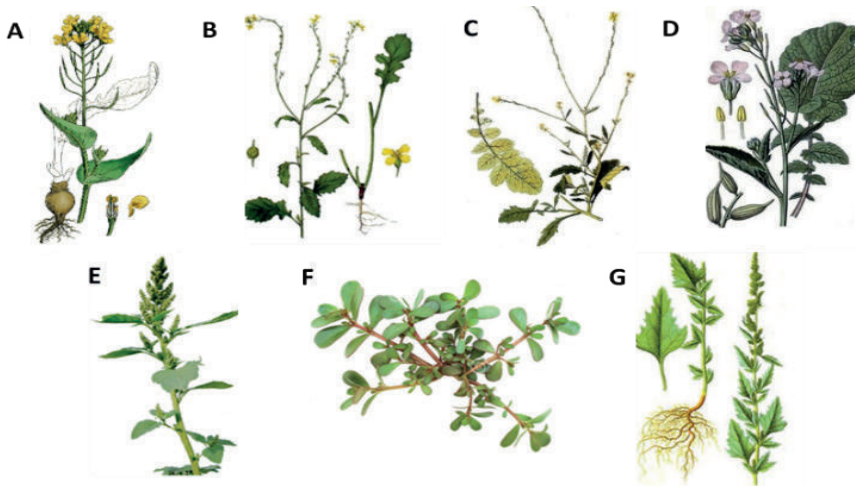


Figura 6. Malezas predominantes en el cultivo comercial hospederas de *Bagrada*. **A.** Yuyo. **B.** Falso yuyo. **C.** Mostacilla. **D.** Rábano silvestre. **E.** Quinhuilla. **F.** Verdolaga. **G.** Bledo.

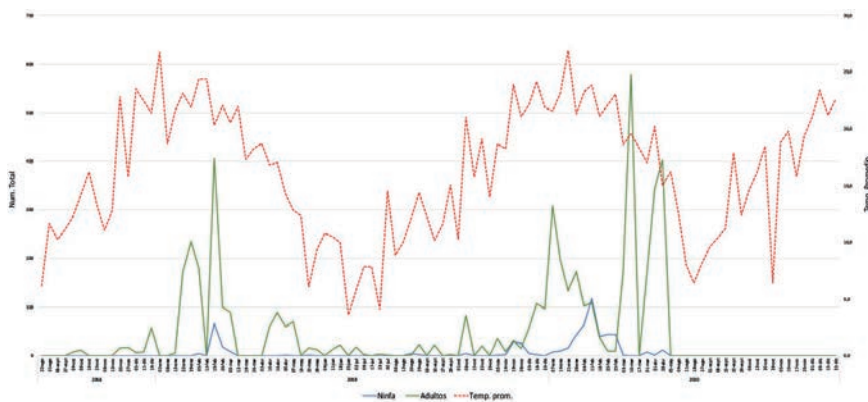


Figura 7. Fluctuación *B. hylaris* área silvestre de cultivo comercial en Lampa (agosto 2018-diciembre 2020).

2.3.2 Estación de monitoreo en cultivo comercial de manejo orgánico en Melipilla

El monitoreo comenzó en el campo orgánico la primera semana de febrero de 2019, con kale como principal hortaliza de hoja sembrada (**Figura 8**).



Figura 8. Kale campo orgánico Melipilla.

Al inicio de la temporada se observó que las poblaciones de adultos de *Bagrada* fueron menores que los estados inmaduros, hasta fines de julio con temperaturas que en febrero superaron en promedio los 15°C y avanzado el tiempo, tanto ninfas como adultos disminuyeron hasta el término de los monitoreos (**Figura 9**). En el período siguiente (2020) se presentaron adultos en algunas mediciones y no se encontraron ninfas.

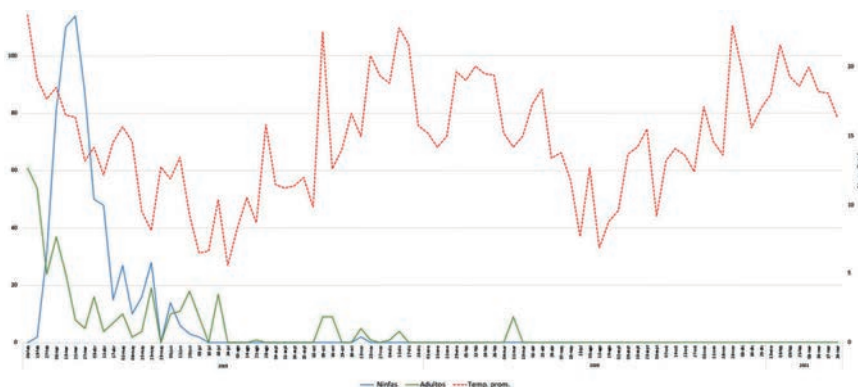


Figura 9. Fluctuación *B. hilaris* cultivo comercial orgánico Melipilla (febrero 2019-marzo 2021).



Sin embargo, en las plantas silvestres, durante el período estival 2019, se presentaron todos los estados de *Bagrada*, siendo mayor la proporción de ninfas, mientras que en otoño e invierno disminuyeron notablemente, para aumentar paulatinamente en primavera, especialmente los adultos, a partir de enero hasta mayo de 2020. En el período otoño-invierno disminuyen las poblaciones completamente, hasta cuando aumentan las temperaturas, para nuevamente aparecer en la temporada siguiente en enero, tanto adultos como ninfas (**Figura 10**).

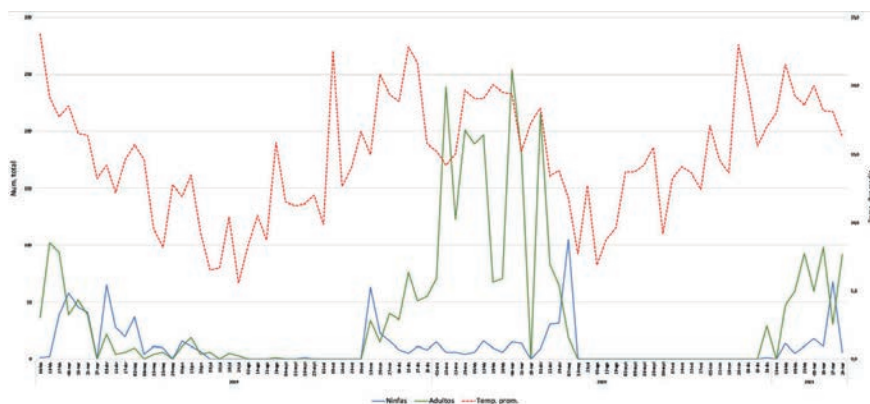


Figura 10. Fluctuación de *B. hilaris* sobre plantas silvestres en Melipilla (febrero 2019-marzo 2021).

2.3.3 Estación de monitoreo en sector silvestre Lampa

Se seleccionó este tipo de campo porque es un área donde no hay presencia de actividades, es decir, a simple vista se puede observar que las malezas predominantes corresponden a yuyo, mostacilla y rábano silvestre (**Figura 11**).



Figura 11. Sitio eriazo de Lampa en plena floración de yuyo (izquierda), colecta (centro) y plantas secas (derecha).

Se observa en la **Figura 12** (agosto 2018-marzo 2021) un comportamiento bastante diferente en comparación con un cultivo comercial de tipo convencional, ya que se encuentran adultos (hembras y machos) y ninfas durante todo el año, con aumentos en los períodos estivales. Es importante destacar que los estados inmaduros se encuentran en mayor proporción que en comparación con un cultivo comercial, siendo mayor la proporción en verano cuando las temperaturas sobrepasan los 20° C. En el período 2020, los aumentos de adultos se presentaron en mayor presión que los períodos anteriores. En este tipo de sectores donde existen malezas durante todo el año, no hay ningún tipo de control ni manejo por parte de personas, son sitios sin ningún tipo de intervención.

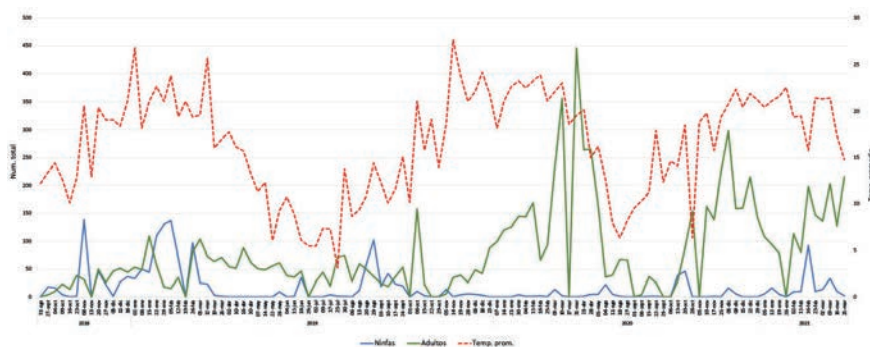


Figura 12. Fluctuación de *B. hilaris* en sitio silvestre en Lampa (agosto 2018-marzo 2021).

2.3.4 Estación de monitoreo en cultivo comercial de manejo convencional en Manzanar

En la **Figura 13**, se observa el registro de fluctuación de *B. hilaris* desde diciembre de 2018 hasta marzo de 2021. Durante el primer período de monitoreo, se observó que en este campo convencional, con uso calendarizado de plaguicidas para el control de plagas tales como polilla y pulgones, el registro de *B. hilaris* durante gran parte del período fue igual a cero. Sólo fue posible detectar presencia de hembras y machos sobre el repollo variedad Savoy Ace, en dos oportunidades en febrero.



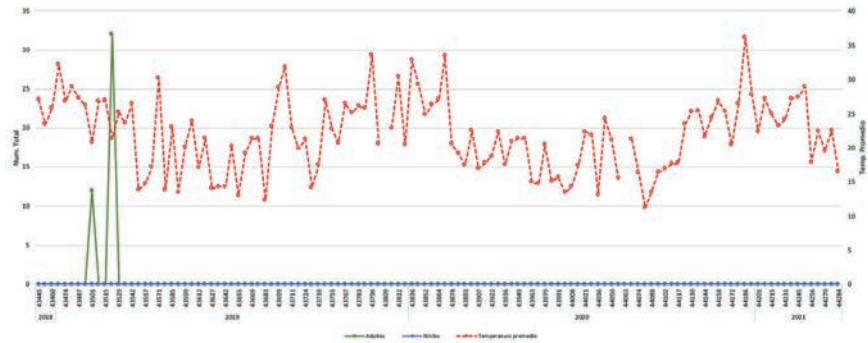


Figura 13. Fluctuación de *B. hiliaris* en cultivo comercial en Manzanar (diciembre 2018-2021).

En el período 2020-2021, este campo convencional comenzó con una plantación de repollo en enero, la cual finalizó a inicios de marzo. Luego, se realizaron cuatro ciclos de brócoli y posteriormente nuevamente repollo. Durante todo este período no se evidenció presencia de *B. hiliaris* en los diferentes cultivos mencionados.

El monitoreo y colecta de las plantas silvestres que se encontraban dentro y/o fuera del cultivo, se inició en igual período que el cultivo comercial. Las principales malezas correspondieron a yuyo, mostacilla y rábano silvestre. En la **Figura 14**, se observa la fluctuación de *B. hiliaris* en sus diferentes estados de desarrollo. Durante la primera temporada se registró mayor presencia de *B. hiliaris* desde diciembre de 2018 hasta marzo de 2019. En la siguiente temporada, la mayor presencia de *B. hiliaris* se registró entre enero y abril de 2020 y entre enero y marzo de 2021.

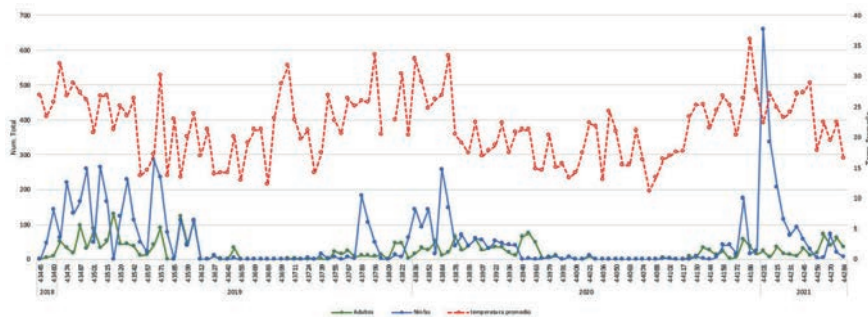


Figura 14. Fluctuación *B. hiliaris* área silvestre cultivo comercial en Manzanar (diciembre 2018-marzo 2021).

2.3.5 Estación de monitoreo en cultivo comercial de manejo orgánico en Catemu

Los monitoreos se iniciaron en diciembre del año 2018 y se extendieron hasta marzo del 2021.

En la **Figura 15**, se observa el registro de fluctuación de *B. hiliaris* hasta marzo de 2021. Durante la primera temporada, se observó que en un campo comercial orgánico el control de plagas tales como polilla y pulgones, sólo fue posible detectar presencia de hembras y machos sobre el repollo variedad Savoy Ace, en dos oportunidades el mes de febrero. Durante todo el otro período el registro fue igual a cero.

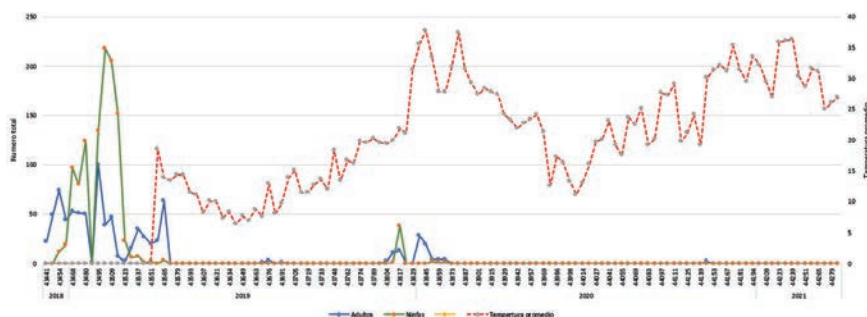


Figura 15. Fluctuación de *B. hiliaris* en un campo orgánico comercial en Catemu (diciembre 2018-marzo 2021).

2.3.6 Estación de monitoreo en sitio silvestre en Catemu

El monitoreo y colecta de *Bagrada* desde las plantas silvestres que se encontraban dentro y/o fuera del cultivo, se inició en igual período que el cultivo comercial orgánico. La vegetación alemana estuvo compuesta principalmente por yuyo, mostacilla y rábano silvestre. En la **Figura 16**, se observa la fluctuación de *B. hiliaris* en sus diferentes estados de desarrollo durante dos períodos. Durante el primer período se registró mayor presencia de *B. hiliaris* desde diciembre de 2018 hasta abril de 2019, de estadios móviles por período muestreado. En el siguiente período, la mayor presencia de *B. hiliaris* se registró entre enero y marzo de 2020 con individuos móviles y posteriormente entre octubre de 2020 y marzo de 2021.



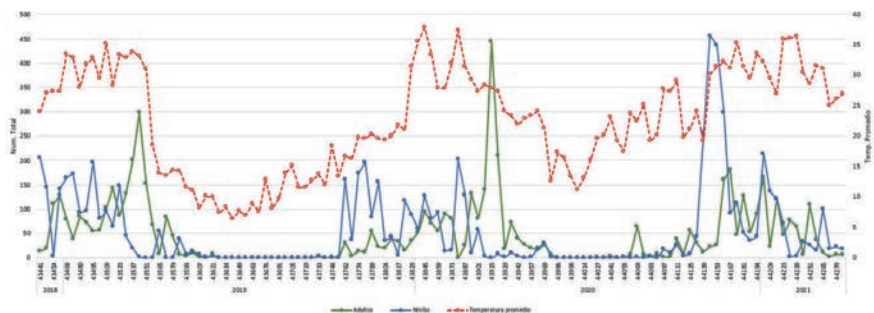


Figura 16. Fluctuación de *B. hilaris* área silvestre de cultivo comercial en Catemu (diciembre 2018–marzo 2021).

2.3.7 Estación de monitoreo en sitio silvestre en Romeral

El área silvestre de Romeral fue seleccionada por la presencia del insecto plaga desde su detección en la Región de Valparaíso, huerto que en un principio fue hortícola y posteriormente frutícola. Este predio presentó grandes áreas cubiertas con diversas especies de brassicas como vegetación naturalizada, sin manejo y eventualmente pastoreada por equinos. La brassicas naturalizadas conforman un ensamble de especies, representadas principalmente por rábano silvestre, yuyo, mostacilla y bolsita del pastor.

En la **Figura 17** se presenta una vista general del paisaje silvestre y en la **Figura 18** la fluctuación de la densidad de población del insecto plaga durante el período agosto del 2018 y marzo del 2021.

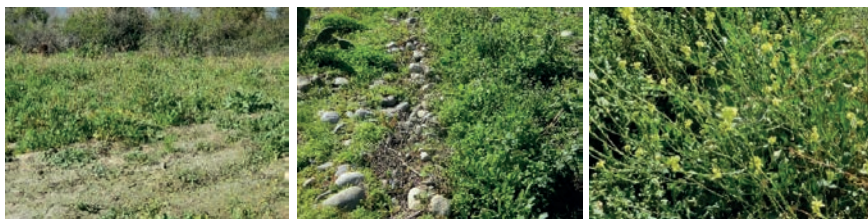


Figura 17. Fluctuación de *B. hilaris* área silvestre en Romeral (agosto 2018 y marzo 2021).

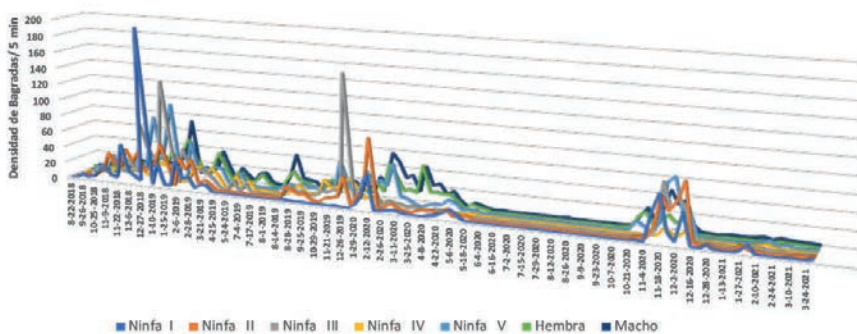


Figura 18. Fluctuación de *B. hilaris* área silvestre en Romeral entre agosto 2018 y marzo 2021.

Bajo la condición silvestre el insecto estuvo activo durante todo el año entre agosto del 2018 y mayo del 2020, ello principalmente por las densidades determinadas durante el período de invierno, registradas solo entre junio y septiembre del 2020. Una menor actividad o inactividad puede ser observada en las **Figuras 19, 20 y 21**. Es probable que esta mayor actividad entre el otoño e invierno del 2019 sea parte del proceso de adaptación de la especie al nuevo ambiente, sus hospederos y relaciones tróficas con sus depredadores y parasitoides en esta nueva asociación insecto-planta.

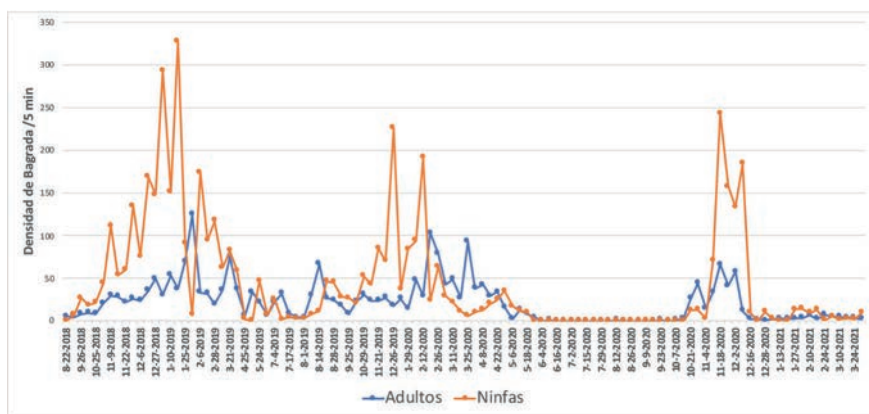


Figura 19. Fluctuación de ninfas y adultos de *B. hilaris* en área silvestre en Romeral entre agosto 2018 y marzo 2021.



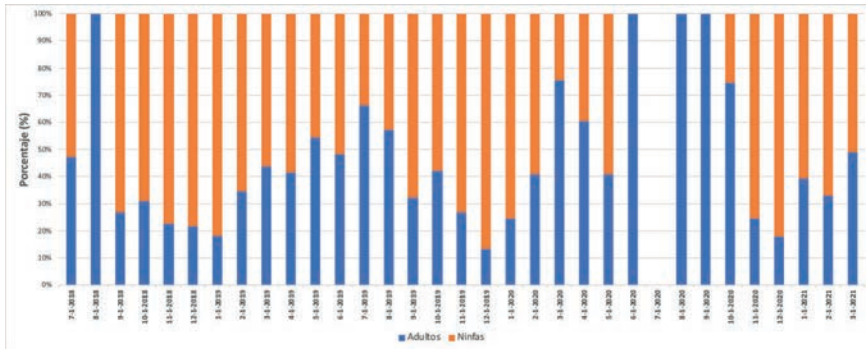


Figura 20. Distribución porcentual de las ninfas y adultos de *B. hiliaris* en área silvestre en Romeral entre julio 2018 y marzo 2021.

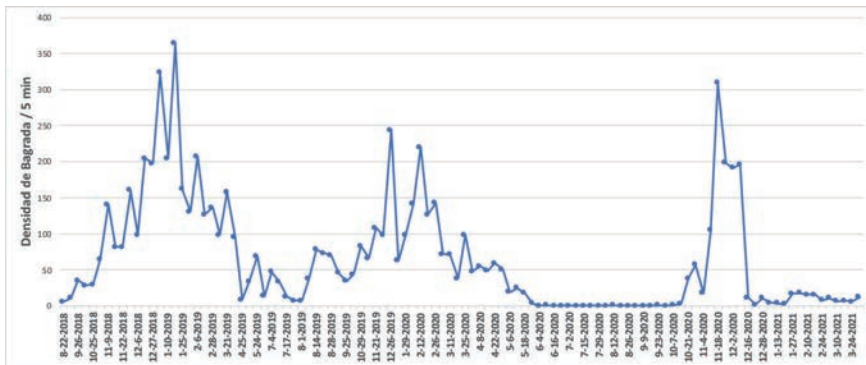


Figura 21. Dinámica de la densidad de *B. hiliaris* en área silvestre en Romeral entre agosto 2018 y marzo 2021.

El comportamiento de la fenología estacional de Bagraña como promedio de las tres temporadas de evaluación se presenta en la **Figura 22**, en ella se puede observar una reducción de la densidad del insecto desde diciembre en adelante, lo que se atribuye a una menor presencia natural de especies hospederas, reducción atribuible a la falta de agua y la mayor muerte de ellas causada por el ataque del insecto. En ataques intensos las plantas hospederas se secan tempranamente. En otoño (abril mayo), la germinación y/o rebrote de las brassicas son atacadas con mayor intensidad, lo que explicaría una reducción en la caída de la densidad.

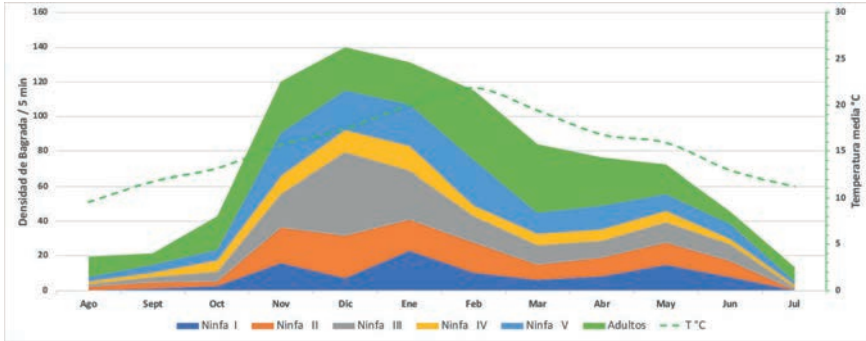


Figura 22. Comportamiento fenológico estacional promedio de *B. hilaris* en área silvestre entre 2018 y 2021, Romeral.

La proporción o razón sexual de *Bagra* como promedio mensual de las tres temporadas se puede observar en la **Figura 23**, la cual en términos generales se mantiene cercana 1:1.

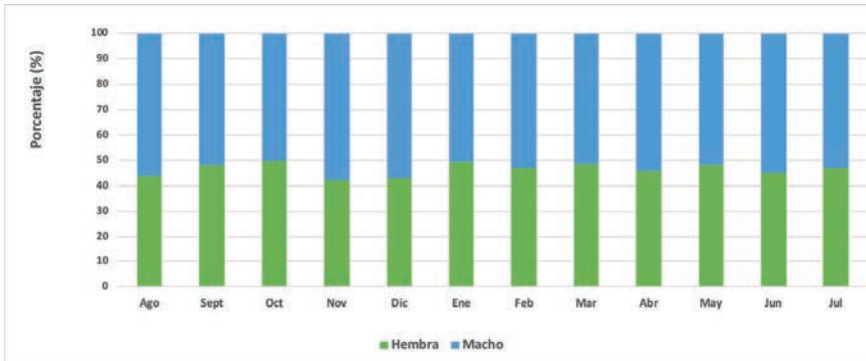


Figura 23. Distribución por sexos del estado adulto de *B. hilaris* promedio de las tres temporadas en área silvestre entre 2018 y 2021, Romeral.

2.4 Actividad de vuelo de *Bagra*

La actividad de vuelo de la chinche pintada fue registrada utilizando la feromona Pherocon BMSB DUAL LURE high load de Trécé. En la primera temporada (diciembre 2018 a octubre 2019), se usaron dos formulados cuyas concentraciones fue 4X y 1X. Estas feromonas fueron entregadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y se instalaron en un huerto orgánico en Panquehue, **Figura 24**. En las temporadas siguientes (octubre 2019 a abril del 2021) se utilizó solo la con-



centración 4X. Las capturas fueron evaluadas a través de colectas semanales, registrando el número de individuos adultos y ninfas. En la **Figura 25**, se puede observar las curvas de las capturas de adultos, entre el 2018 y 2021. El cambio evidente en la magnitud de capturas podría ser una respuesta al cambio de fechas y/o eliminación de especies brassicas cultivadas, manejo y control de plantas espontáneas de brassicas y a una mayor actividad de enemigos naturales en el huerto. El porcentaje de ninfas capturadas durante el período de estudio fue mínimo (2,66%) del total de las capturas (**Figura 26**).



Figura 24. Trampa para monitoreo de vuelo de *B. hilaris* con feromonas en huerto orgánico, Panquehue.

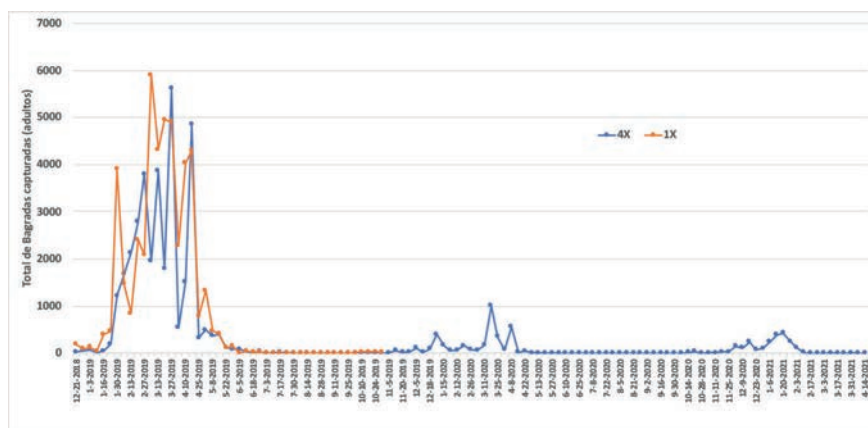


Figura 25. Capturas de *B. hilaris* en trampa de feromonas en huerto orgánico -Panquehue, 2019-2021.

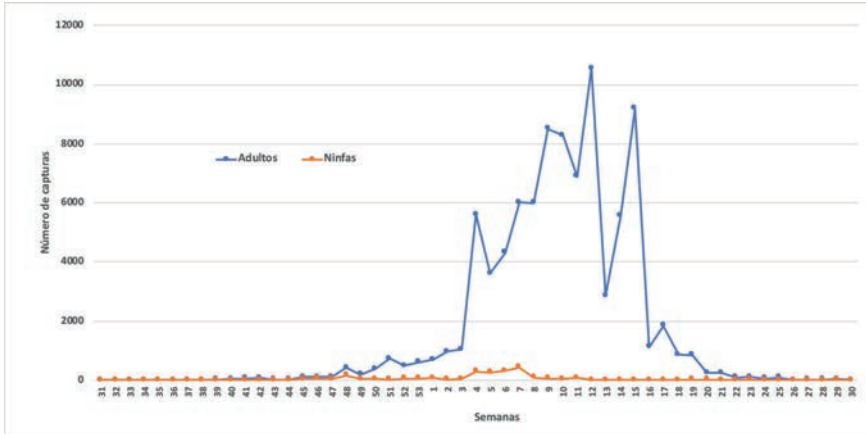


Figura 26. Curva anual de capturas semanales de adultos y ninfas de *B. hilaris* en trampa de feromonas en huerto orgánico en Panquehue, 2019-2021.

Para comprender el comportamiento de la actividad de vuelo de *Bagrada*, las capturas se presentan agrupadas mensualmente, **Figura 27**, donde se puede apreciar que las mayores capturas ocurren entre enero y abril (93,94%) de las capturas totales de adultos, aunque las trampas registraron actividad de vuelo todo el año como se puede ver en la **Figura 28**.

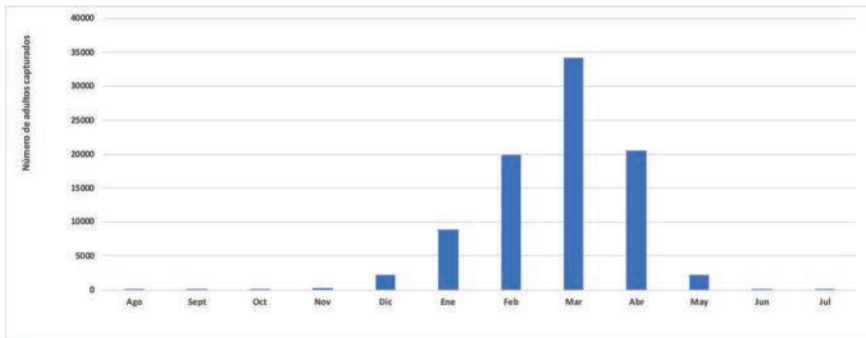


Figura 27. Capturas mensuales totales de adultos de *B. hilaris* en trampa de feromonas en huerto orgánico en Panquehue, 2019-2021.



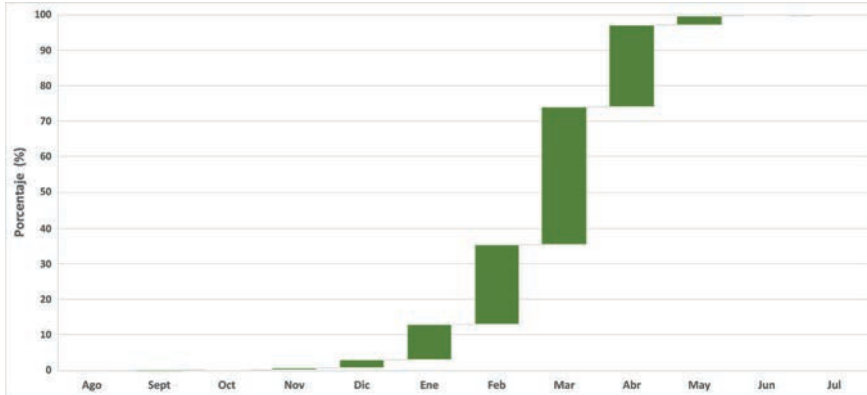


Figura 28. Porcentaje mensual de capturas totales de adultos de *B. hilaris* en trampa de feromonas en huerto orgánico en Panquehue, 2019-2021.

2.5 Dinámica de *Bagrada* en cuatro sectores de un huerto orgánico

En toda unidad productiva orgánica es posible ver diferentes sectores con manejos y rotaciones variables durante el año y temporadas, esto se ve reflejado claramente en la **Figura 29**. Para la determinación de estas dinámicas se tomó muestras mensuales con golpes de red entomológica (100 golpes) al follaje de las plantas cultivadas y especies consideradas malezas.

En dos sectores las densidades fueron claramente mayores el 2019, que coinciden con el establecimiento de un mayor número de cultivos de brassicas. En el 2020 solo un sector presentó una mayor densidad de *Bagrada*, que también coincide con siembras de brassicas. En un mismo huerto vemos la mayor o menor presencia de la plaga dependiendo del cultivo de las brassicas y claramente se puede observar cuando y en qué período se cultivó y en cual sector del huerto. Entre fines del 2019 y principio del 2020 se realizó un control de las malezas brassicas al interior y en el perímetro del huerto, cuya labor permitió eliminar plantas hospederas de la plaga y fuente de infestación para los cultivos.

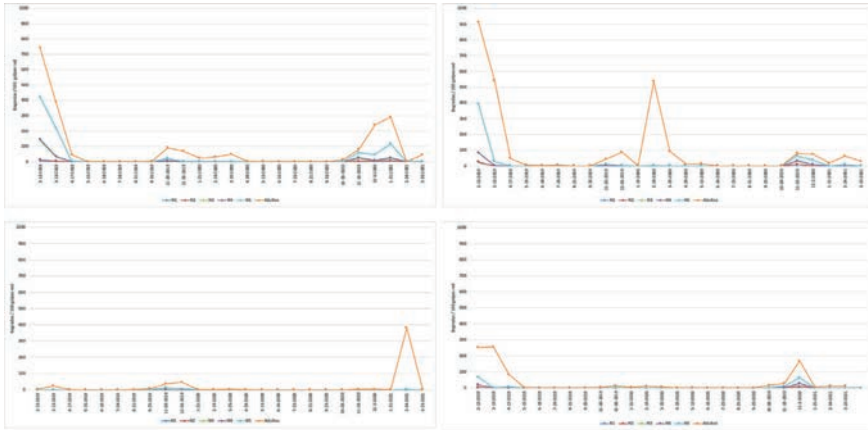


Figura 29. Fenología de Bagrada en cuatro sectores de manejo orgánico en Panquehue, 2019- 2021.

Conclusiones

Los monitoreos y colectas demostraron que, durante la época fría, casi no se registraron estados inmaduros de la plaga y el estado adulto se observó en muy baja proporción. Cuando las temperaturas fueron inferiores a 20° C los estadios adultos permanecen en un estado de letargo (diapausa), debido a que las condiciones externas son desfavorables para sobrevivir en un estado de actividad normal. Los adultos *B. hiliaris* aparecen gradualmente en primavera y aumentan sus poblaciones en el período de verano, lo cual tiene directa relación con los requerimientos térmicos del insecto.

El conocimiento e integración de estos resultados, facilitará los métodos de lucha integrada contra *B. hiliaris*, de manera de racionalizar el uso de productos fitosanitarios y conseguir una previsión cuantitativa eficaz que sea de fácil uso por el agricultor.

B. hiliaris corresponde a una plaga que se expresa principalmente en las zonas adelañas a los cultivos comerciales convencionales. Se observa que las poblaciones más altas se expresan durante la primavera y el verano mayoritariamente. Bajo la experiencia del desarrollo de este proyecto se verificó que la plaga no daña el cultivo cuando está bajo un sistema convencional.

En los sitios silvestres donde existen especies brassicas naturalizadas, el insecto permanece activo durante todo el año, mostrando un patrón fenológico carac-



terístico según la zona y que tendrá variaciones estacionales dependiendo del comportamiento de la temperatura y la presencia de especies hospedaderas.

Ataques intensos sobre las brassicas naturalizadas en verano y otoño produce la muerte de muchas plantas adultas, lo cual propicia la migración hacia los cultivos de brassicas u otras especies no hospedaderas, lo que incide en las densidades. Las poblaciones que permanecen en las plantas malezas, atacan tempranamente en otoño la brotación de plantas en roseta y las plántulas de semillas de brassicas, que mueren tempranamente, ello incide en la forma en la composición del ensamble de las malezas brassicas.

Durante todo el año se determinó la presencia de adultos y ninfas N2 a N5, solo en julio no se detectó N1. Entre julio y septiembre la densidad es más baja en los sitios silvestres.

La curva de vuelo de *Bagrada* en un huerto orgánico confirma la actividad continua durante todo el año de los adultos, ocurriendo casi la totalidad de las capturas de adultos de la temporada (98.89 %), entre los meses de diciembre y mayo.

La dinámica y densidades de la plaga dependerán en un huerto orgánico de las brassicas cultivadas y manejos en las épocas de producción, como asimismo del manejo de las especies brassicas espontáneas consideradas malezas.

Capítulo 3

Agentes de control natural de *Bagrada hilaris* en Chile

Ernesto Cisternas A., Ing. Agrónomo, Dr.
Fernando Rodríguez A., Biólogo, Dr.
Ana Morales R., Téc. Agrícola

Introducción

El conocimiento del rol que desempeñan los enemigos naturales en los diferentes agroecosistemas sobre muchos insectos plaga son de larga data en Chile, aunque solo parcialmente conocidos y en general relativos a condiciones específicas, donde muchas veces éstos juegan un rol preponderante en la dinámica de las poblaciones de insectos dañinos.

Una de las primeras reglas de control o manejo de una plaga es conocer su biología y la existencia de enemigos naturales asociados a ella, como son los depredadores, parasitoides y entomopatógenos. Disponer de estos conocimientos es particularmente importante cuando se detecta una nueva plaga que ingresa y se establece en un nuevo territorio, como es el caso de *B. hilaris*. Por ello, antes de establecer cualquier programa de control, es imprescindible disponer de estudios que nos permitan conocer y distinguir el efecto y potencial de los enemigos naturales ya presentes en el país. El conocimiento de la actividad estacional, polifagia y preferencia de los enemigos naturales, permitirá establecer programas de control biológico aumentativo y/o conservativo, antes de emprender cualquier programa de control biológico o de manejo integrado.

El control biológico permite convivir con el insecto plaga bajo umbrales aceptables, no siendo el control biológico un producto, sino que un protocolo tecnológico que permite integrar soluciones biológicas optimizadas a las condiciones particulares del lugar del cultivo y si es pertinente, compatibilizar tratamientos fitosanitarios combinados con el uso de enemigos naturales.

El presente capítulo da a conocer los enemigos naturales presentes en ambientes silvestres y cultivos orgánicos que, durante el proyecto ejecutado fueron



detectados depredando y parasitando *B. hilaris*, estableciendo en algunos de ellos, sus tasas de consumo y parasitoidismo y utilización de hongos entomopatógenos.

3.1 Depredadores

Los artrópodos depredadores de insectos incluyen escarabajos, chinches, crisopas, arañas, avispas y ácaros, entre otros. Algunos depredadores son especializados al elegir su presa y otros son generalistas. Cada grupo tiene diferentes hábitos, ciclos de vida y ciclos estacionales, pudiendo matar y/o consumir muchos individuos, siendo con regularidad más grandes que sus presas, atacando tanto a los estados inmaduros como a los adultos e incluso ser depredadores de todos los estados y estadios inmaduros. La biología de muchas especies depredadoras ha sido muy estudiada, aunque la importancia relativa de muchos depredadores es aún muy poco conocida.

La eficacia relativa de los depredadores puede tener un rol importante en las poblaciones de la plaga, cuando consumen una gran cantidad de presas durante su desarrollo, pudiendo su eficacia ser mayor al inicio o tarde en la estación. Aunque algunos depredadores pueden tener un bajo impacto sobre la población de la plaga, su contribución puede sumarse a otras especies que generan un impacto mayor sobre ella.

3.1.1 Chinitas (Coleoptera: Coccinellidae)

Las chinitas probablemente son los depredadores más conocidos en todo el planeta por consumir principalmente adultos de insectos blandos (como pulgones), insectos pequeños y huevos de insectos. Ambos estados (larva y adulto) son depredadores, siendo sus larvas características en forma (fusiformes). Se les puede encontrar en todos los agroecosistemas y en una gran diversidad de ambientes silvestres.

Algunas especies son nativas, otras han cruzado las fronteras de los países en forma pasiva y otras han sido introducidas como parte de programas de control biológico desde hace siglos. Usualmente su color es muy llamativo y sus patrones pueden ser muy variable entre las especies, pero en muchos casos puede permitir la identificación a nivel específico.

Las chinitas invernan como adultos, bajo las piedras, hojas, cortezas, ramas, palos e incluso en construcciones, incluidas las viviendas, en casos particulares. Con el incremento de la temperatura desde comienzo de primavera, los adultos

se dispersan buscando sus presas como alimento y lugares donde poner sus primeros huevos de la temporada.

Los huevos que tienen cerca de un mm de tamaño son depositados en grupos y regularmente cerca de sus presas en: hojas, brotes, tallos, inflorescencias y frutos.

Las larvas son de forma y colores característicos, con tres pares de patas y pasan en 30 - 40 días por cuatro estadios, creciendo aproximadamente desde 0,1 a 1 cm. Cuando termina su último estadio larvario (L4), su crecimiento se detiene y se fija por el abdomen a la superficie de hojas, ramas o troncos para transformarse en pupa. Este estado puede tomar hasta 15 días, dependiendo de las temperaturas y la especie. Cuando los adultos emergen, estos se aparean y buscan sus presas y dependiendo de la época y disponibilidad de éstas, hibernarán o continuarán desarrollando otros ciclos estacionales.

Las chinitas son reconocidas como importantes depredadores de pulgones, existiendo muchos estudios sobre este comportamiento característico. También existen especies asociadas a chanchitos blancos, mosquitas blancas y ácaros. Los adultos y larvas serán muy activos existiendo presas disponibles. En Chile, algunas especies se comercializan principalmente para el control de insectos plagas.

Las especies de chinitas observadas alimentándose de alguno de los estados de desarrollo de la chinche *B. hilaris*, principalmente ninfas N1 a N3 fueron seis: *Adalia angulifera*, *Adalia bipunctata*, *Eriopis connexa chilensis*, *Eriopis eschscholtzii*, *Hippodamia variegata*, *Hippodamia convergens* y *Harmonia axyridis* (Figura 1).

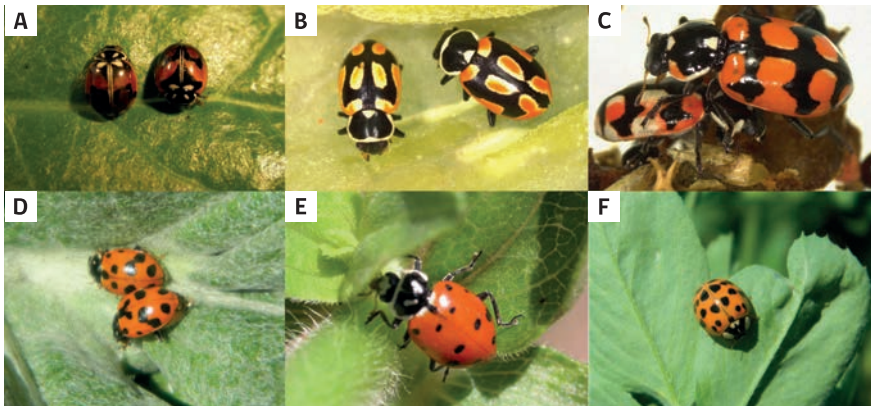


Figura 1. A: *Adalia angulifera*; B: *Eriopis eschscholtzii*; C: *Eriopis connexa chilensis*; D: *Hippodamia variegata*; E: *Hippodamia convergens* y F: *Harmonia axyridis*.



3.1.2 Carábidos (Coleoptera: Carabidae)

Según la especie, los adultos y larvas de los carábidos son depredadores de huevos, larvas, pupas y adultos de diversos insectos. Los adultos son insectos con regularidad de coloración oscura y corren sobre el suelo, siendo muchos de ellos muy activos durante el crepúsculo y noche. Algunas especies tienen capacidad de vuelo. La presencia de estos depredadores es un muy buen indicador de biodiversidad. El paisaje heterogéneo favorece su desarrollo y establecimiento.

Los carábidos adultos son muy voraces, alimentándose tanto a ras de suelo como a nivel de follaje. Las larvas por su parte se alimentan bajo el suelo y entre la hojarasca. Los adultos pueden vivir muchos meses e incluso años. Las hembras ponen sus huevos bajo el suelo, desde donde emergen larvas típicas de colores grises, pardos o negros que, dependiendo de la especie, su tamaño variará entre 1 a 40 mm.

El conocimiento sobre sus hábitos, estados inmaduros y ciclos estacionales de los carábidos son escasos en Chile, existiendo información solo de un número reducido de especies.

Bajo las condiciones de estudio en un huerto orgánico hortofrutícola fue posible identificar la especie *Cicindela* sp., conocida vulgarmente como escarabajo tigre (**Figura 2**). Aunque escaso, es posible ver a este depredador a las horas de mayor calor, realizando vuelos rápidos entre las plantas atacadas por *Bagrada* y alta velocidad de desplazamiento sobre el suelo. Se desconoce su ciclo biológico estacional y el rol que pueda cumplir en el control de *Bagrada* u otros insectos.



Figura 2. Adulto de *Cicindela* sp. en vistas dorsal y lateral.

3.1.3 Mantis religiosa (Mantodea: Mantidae)

La postura de las patas anteriores recordando a la posición de oración, da origen al nombre común a uno de los mántidos más conocido: *Mantis religiosa* y es posible encontrarlos en muchos hábitats.

Presentan un cuerpo alargado, siendo las hembras más grandes que los machos. Poseen un aparato bucal masticador muy fuerte y un primer par de patas opressoras provistas de fuertes dientes con las que sujeta a sus presas.

Su gran actividad como depredadores lo clasifican como un depredador generalista. Estos insectos invernan como masa de huevos (ootecas). De cada masa de huevos pueden emerger cientos de ninfas en primavera, dispersándose rápidamente en busca de presas, evitando de esta forma el canibalismo, regularmente tienen una o dos generaciones al año. La especie encontrada en condiciones de campo fue identificada como *Coptopterix gayi* (**Figura 3**). En condiciones de laboratorio registró gran capacidad depredadora de ninfas y adultos de Bagra.



Figura 3. Adulto de mántido *Coptopterix gayi*. **A:** ninfa; **B:** patas opressoras y **C:** ooteca.

3.1.4 Tijereta europea (Dermaptera: Forficulidae)

La tijereta europea *Forficula auricularia* (**Figura 4**) corresponde a un insecto introducido accidentalmente a Chile hace varias décadas, por el extremo austral, y detectado en la zona central entre el 2007 y 2010. Esta especie omnívora, es capaz de alimentarse de diferentes recursos incluidos otros insectos, inclusive de otras tijeretas. En muchas partes del planeta esta especie es considerada un buen depredador de insectos plagas en diferentes sistemas agrícolas.

Este insecto consume tanto especies vegetales como otros insectos en proporciones que cambian, según sus necesidades fisiológicas como su disponibilidad en el ecosistema donde se desarrollan. Entre los insectos que depreda se encuentran pulgones, escamas, huevos, pupas de escarabajos, arañas, larvas de polillas e individuos de la misma especie.



Las hembras construyen un nido bajo el suelo, donde ponen sus huevos, que cuidan junto al macho, hasta que se inicia la emergencia de las ninfas. El estado de ninfa pasa por cuatro estadios antes de alcanzar el estado adulto, presentando éstos un marcado dimorfismo sexual.

Su actividad es principalmente nocturna, ocultándose durante el día bajo la hojarasca, troncos, piedras y cortezas. Con regularidad ha recibido mayor atención por sus daños a los vegetales que por su actividad depredadora, ya que en huertos caseros e invernaderos dañan plántulas y plantines en forma considerable. Además, por sus hábitos de agregación y comportamiento invasivo en estructuras o actividades humanas, hace que su presencia sea limitada y rechazada.

Este insecto pasa el invierno como adulto en las zonas más frías. En la zona central se puede encontrar nidos con huevos durante los meses de invierno y ninfas a fines de invierno. Fue encontrado principalmente en agroecosistemas silvestres. Restos de *Bagrada* se encontraron bajo suelo sobre nidos de estos insectos.



Figura 4. *Forficula auricularia*. **A:** nido de huevos, **B:** ninfas N2 y N3 y **C:** adultos hembra y macho.

3.1.5 Crisopas (Neuroptera: Chrysopidae)

Las crisopas adultas son insectos de alas membranosas, transparentes y completamente nervadas. Corresponden a activos voladores de hábitos crepusculares y nocturnos. Durante el día, cuando son molestados, se desplazan con vuelos cortos. Su tamaño es cercano a 2 cm de largo.

Durante la primavera y verano, la crisopa hembra pone sus característicos huevos verdes (1 mm) sobre un pedicelo de 8 a 10 mm sobre el follaje, ramas, brotes y frutos cerca de sus presas. Las larvas recién emergidas, miden cerca de 2 mm llegando a alcanzar, en el lapso de un par de semanas y dependiendo de las temperaturas, un tamaño máximo de 6 a 8 mm que logra durante tres estadios larvarios. Cuando esta larva de tercer estadio alcanza ese crecimiento, teje una cápsula esférica que protegerá a la pupa. Luego de un par de semanas, emergerá de esta estructura un nuevo adulto (**Figura 5**).

Hibernan principalmente como pupa dentro de su capullo, construido y dispuesto por las larvas en lugares protegidos como restos vegetales. Los adultos emergen en primavera, vuelan en busca de lugares de alimentación y oviposición. Los adultos, a diferencia de las larvas, se alimentan de néctar y exudados azucarados de insectos para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Estos insectos pueden tener tres generaciones al año.

Depredan varias especies de pulgones, trips, arañitas, moscas blancas, pequeñas larvas de lepidópteros como la polilla de la col, huevos, hemípteros, cuncunillas, entre otros. Aunque son depredadores generalistas, se les reconoce como muy buenos depredadores de pulgones.

Una de las ventajas de este depredador es que puede ser reproducido a escala industrial por biofábricas en Chile en sus estados de huevos y/o larvas. La especie comercializada en Chile corresponde a *Chrysoperla defreitasi*.

Las crisopas son frecuentemente encontradas entre primavera y verano, épocas durante las cuales se encuentran muy activas, especialmente donde existen presas, siendo común encontrar oviposturas y adultos. Las larvas son más difíciles de coleccionar y ver, siendo muy rápidas y con una coloración que dependerá de la presa consumida.

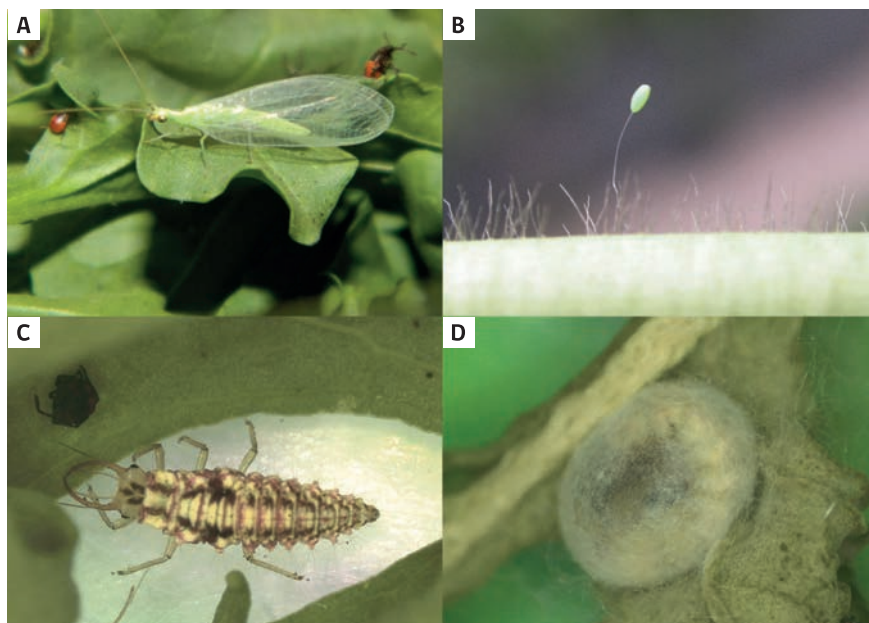


Figura 5. *Chrysoperla defreitasi*. **A:** adulto, **B:** huevo, **C:** larva y **D:** capullo.



3.1.6 Chinchas (Heteroptera: Nabidae y Reduviidae)

Los chinches son un grupo grande de insectos que incluyen a chinches fitófagas (se alimentan de plantas), como chinches depredadoras de otros insectos. Ellos presentan un aparato bucal especializado que le permite succionar fluidos desde las plantas e insectos. Las especies depredadoras presentan un aparato bucal tipo lanza que introducen al interior de su presa, inyecta una toxina paralizante para luego succionar su contenido.

La forma del cuerpo de los adultos y ninfas semejan escudos y con regularidad presentan coloraciones que difieren entre los estados ninfales y el adulto.

Las hembras pueden oviponer con regularidad cientos de huevos sobre el follaje, en grupos variables según la especie entre 10 a 20 huevos o individualmente insertados en los tejidos vegetales. De los huevos emergen ninfas que se agrupan sobre los huevos al emerger y posteriormente se dispersan en busca de sus presas.

El estado de ninfa pasa en términos generales por 5 estadios. La actividad depredadora la ejercen las ninfas y los adultos, alimentándose de huevos, larvas y adultos de insectos pequeños, arañas, pulgones, trips, huevos de polillas, psílidos y ninfas de chinches, entre otros. El impacto de estos insectos sobre la dinámica de población de los insectos plaga es muy poco conocido.

Dos fueron las especies de chinches determinadas alimentándose de *Bagrada* a nivel de campo y corroborada su actividad depredadora en laboratorio: *Zelus renardii* y *Nabis punctipennis* (Figura 6).



Figura 6. Chinches depredadoras. **A:** ninfa de *Nabis punctipennis*, **B:** adulto de *N. punctipennis* y **C:** adulto de *Zelus renardii*.

3.1.7 Hormiga argentina (Hymenoptera: Formicidae)

La hormiga argentina *Linepithema humile* es una especie invasora exitosa, actualmente de distribución cosmopolita. Presentan una estructura de castas, obreras ápteras (sin alas), machos y hembras con alas. Las obreras son hembras sin capacidad reproductiva y tienen como función el cuidado del nido y la búsqueda de alimento para la reina y las larvas.

Los machos y hembras vírgenes pierden las alas una vez ocurrido el apareamiento, anidando y formando una nueva colonia. Una colonia puede tener varias reinas. La dieta de las hormigas es omnívora alimentándose de semillas, hongos, tejidos vegetales, néctar, animales y exudados azucarados e insectos. Estos alimentos lo llevan las obreras al nido para alimentar a toda la colonia.

Las obreras miden entre 2 y 3 mm de largo y poseen fuertes mandíbulas. Las obreras no pican, porque no tienen aguijón. Las reinas (6 mm) son de mayor tamaño que los machos y estos de mayor tamaño que las obreras. Los huevos, larvas y pupas son blancos (**Figura 7**). El desarrollo de un ciclo biológico toma entre 75 y 80 días. Las colonias de las hormigas pueden estar conectadas a otras colonias constituyendo grandes colonias de baja agresividad entre sí.

L. humile puede atacar una gran diversidad de especies de insectos, siendo éstos una de las principales fuentes de proteínas. En observaciones realizadas usando tarjetas centinelas con huevos de *Bagrada* en el campo, en algunas oportunidades, las hormigas llegaron a depredar niveles superiores al 80% de los huevos de la plaga.



Figura 7. Hormiga argentina *Linepithema humile*. **A:** reina, **B:** larvas y **C:** obrera.



3.1.8 Arañas (Araneae: Thomisidae)

Las arañas juegan un rol importante en el control de insectos en los agroecosistemas al ser depredadores obligados de insectos y pequeños animales. Son polífagas y no distinguen entre insectos plaga o insectos benéficos, se alimentan de presas que pueden ser más grandes que ellas.

Son cazadoras solitarias, buscan a sus presas y las capturan utilizando telas tejidas prolijamente. Prefieren insectos de cuerpo blando, aunque en sus redes se puede encontrar una gran diversidad de especies de insectos. Las hembras son con regularidad más grandes que los machos, viven en forma solitaria y se juntan solo para el apareamiento, donde muchas veces las hembras devoran al macho después del apareamiento.

Las hembras ponen cientos de huevos en sacos que tejen con seda y que esconden entre la hojarasca o en su nido.

Para alimentarse, las arañas inyectan un veneno a sus presas y enzimas que realizan una pre-digestión. Posteriormente filtran el contenido de su presa en una parte sólida y líquida, alimentándose de esta última. Las arañas pueden pasar largos períodos sin alimentarse.

Cinco son las familias de arañas depredadoras en diferentes ecosistemas: Ageleidae y Araneidae que cazan con telarañas y Lycosidae, Thomisidae y Salticidae que cazan libremente.

Se desconocen aspectos biológicos y comportamiento de muchas de las especies, tal vez porque no se ha evaluado el potencial depredador a pesar de su abundancia y diversidad en los agroecosistemas.

La especie *Misumenops temibilis* fue determinada depredando *Bagrada* (**Figura 8**).



Figura 8. Araña *Misumenops temibilis* (Fam. Thomisidae).

3.2. Parasitoides

Los insectos parasitoides pertenecen a diversas familias de insectos, principalmente de los órdenes Diptera e Hymenoptera. Tienen la capacidad de desarrollarse dentro o fuera del organismo, el cual casi siempre muere. Los parasitoides no requieren más de un hospedero o huésped para completar su desarrollo. Existen los endoparasitoides que inyectan sus huevos en el cuerpo del hospedero y sus larvas se alimentan y desarrollan internamente. También existen los ectoparasitoides que depositan sus huevos sobre el hospedero y las larvas se alimentan introduciendo su aparato bucal en el tegumento para alcanzar los tejidos internos del insecto. Existen los parasitoides que detienen el crecimiento de su hospedero desarrollándose en ellos (idiobiontes) y otros que entran a su huésped en un estado o estadio y terminan su desarrollo en otro estado o estadio, el huésped por lo tanto, continúa su crecimiento, siendo con regularidad paralizado en forma temporal (koinobionte).

El comportamiento de los parasitoides es complejo y muy variable entre las especies que lo manifiestan. Por ejemplo, la selección del hospedero responde a diversos estímulos que pueden ser visuales, olfatorios y acústicos. En otros casos existen estímulos producidos por semioquímicos que provienen de la planta hospedante, de las características del hospedero o de sus daños, de otros organismos asociados o una interacción de ellos, entre otros. Notable es el caso del cleptoparasitismo, donde un parasitoide roba a otro parasitoide el hospedero que éste ya había parasitado antes.

Diferentes especies de parasitoides pueden atacar diferentes estados de desarrollo del huésped, por lo que tendremos parasitoides de huevos, larvas (ninfas), pupas y adultos. Los parasitoides durante una parte de su vida (huevo-larva) dependen de su huésped para su desarrollo, siendo el estado adulto de vida libre, muy móviles y algunos pueden ser depredadores, aunque la mayoría se alimenta de sustancias azucaradas, néctar y polen. Por lo general, los parasitoides son específicos y más pequeños que su hospedero.

3.2.1 *Trissolcus hyalinipennis* (Hymenoptera: Scelionidae)

Dos sceliónidos han sido detectados parasitando huevos de *Bagrada* en Chile, siendo a la fecha solo determinado *Trissolcus hyalinipennis*, parasitoide determinado en prospecciones realizadas en varias localidades de las regiones de Valparaíso y Metropolitana. Este parasitoide se encuentra bien distribuido y adaptado a las condiciones de la zona central. Esta especie se encuentra asociada a *Bagrada* en su lugar de origen (India) y también se ha determinado su presencia en Estados Unidos.



Este parasitoide de huevos es de color negro, con patas y antenas de color marrón. Presenta un marcado dimorfismo sexual, donde los machos tienen antenas filiformes y las hembras de forma clavada. El tamaño de los machos es levemente más pequeño ($0,77 \pm 0,06$ mm) que las hembras ($0,87 \pm 0,05$ mm) (**Figura 9**).

Hasta ahora, en Chile sólo ha sido encontrado parasitando huevos de Bagrada, sin embargo, en otras partes del mundo se menciona su presencia en huevos de otro Pentatomidae, *Podisus maculiventris*.

T. hyalinipennis fue introducido a Estados Unidos para realizar estudios bajo cuarentena el 2014, sin embargo, a través de colectas en California (2017 y 2018) se constató su presencia natural sobre huevos de Bagrada, presumiéndose que su introducción fue accidental.

En Chile fueron instaladas tarjetas con huevos centinelas de Bagrada en cuatro localidades en las regiones de Valparaíso y Metropolitana, colectándose y determinándose taxonómicamente como *T. hyalinipennis* por el entomólogo Sergio Rothmann¹.

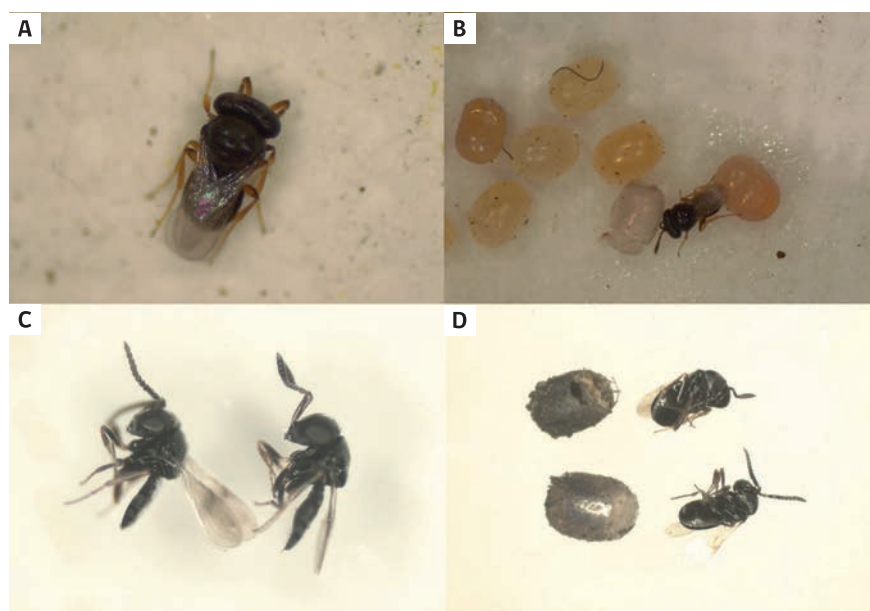


Figura 9. *Trissolcus hyalinipennis*. **A:** avispa adulta, **B:** hembra parasitando huevo de Bagrada, **C:** macho y hembra y **D:** huevos parasitados.

¹ Encargado Unidad Entomología, Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento RED SAG de Laboratorios, Ruta 68, Parcela SAG 19100, Pudahuel, Santiago.

3.2.2 *Trichogramma* spp (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Las avispas trichogramátidas son parasitoides de huevos. Existen en forma natural y son agentes de mortalidad de muchas plagas.

En Chile, algunas especies son nativas y muchas otras han sido introducidas para ser utilizadas en programas de control biológico. Estos parasitoides principalmente de lepidópteros (mariposas), evitan daños en los cultivos ya que parasitan sus huevos, evitando el nacimiento de larvas.

Los adultos son pequeñas avispas de tamaños menores a 0,5 mm de largo, su cuerpo es compacto, de colores amarillos o amarillo y negro, ojos rojos y antenas cortas. Los adultos de *Trichogramma* invernan al interior de los huevos de su huésped, emergiendo como adultos en la primavera. La hembra de *Trichogramma* pondrá uno o varios huevos dentro del huevo de su hospedero, desarrollando todo su ciclo al interior de éste. Los huevos parasitados se tornan negros.

En predios hortícolas de localidades de la zona central de Chile, fueron colectadas dos especies de Trichogrammatidae (aún no identificadas), en huevos de *Bagrada* entre mayo y junio (**Figura 10**).



Figura 10. Adultos de *Trichogramma* sp.



3.2.3 Parasitoide de adulto no determinado

Al comienzo del proyecto, a través de vividisecciones se encontró al interior del cuerpo de *Bagrada*, larvas que se presume serían de un taquírido (**Figura 11**). Sin embargo, estos parasitoides no han sido encontrados en condiciones de campo asociados a *Bagrada* a pesar del esfuerzo realizado en encontrarlos.

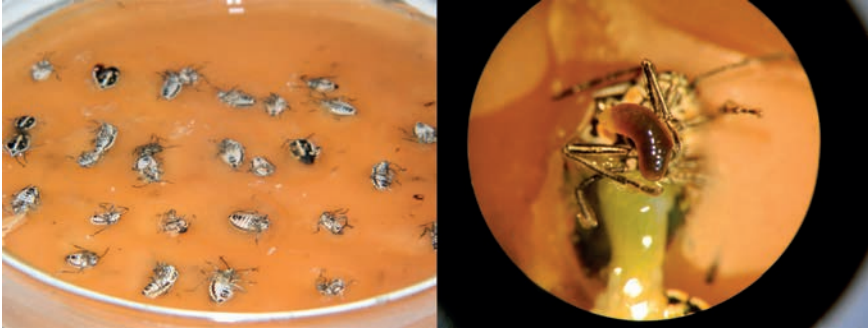


Figura 11. Vividisección en placa de cera y larva de Tachinidae parasitando adulto de *Bagrada*.

3.3. Determinación de mortalidades de *Bagrada* por enemigos naturales

El porcentaje de parasitoidismo y depredación pueden ser parámetros útiles para estimar la eficacia del control biológico, sin embargo, estas determinaciones no indican directamente el nivel de impacto real sobre la población de la plaga. Todos los estados parasitados invariablemente mueren permitiendo el desarrollo del parasitoide, mientras que los depredadores matan inmediatamente a su hospedado.

Los parasitoides completan sus ciclos rápidamente incrementando su número mucho más rápido que los depredadores y son claves en el nuevo equilibrio de las poblaciones de la plaga. Los ciclos de vida, comportamiento y/o conducta de los diferentes enemigos naturales pueden ser: simples o complejos, especialistas (selectivos a recursos alimenticios) o generalistas (usan como alimento muchos y diferentes recursos alimenticios). En este sentido, siempre surge la inquietud por saber si la efectividad del control biológico es mayor al usar pa-

rasitoides o depredadores. La experiencia que ha resultado de múltiples programas de control biológico en el mundo, ha mostrado que no existe una respuesta definitiva. Se han registrado efectos muy positivos con depredadores y también con parasitoides. Incluso hay casos notables de manejo con entomopatógenos. La depredación se determinó bajo condiciones controladas en laboratorio en pruebas sin elección. El parasitoidismo se determinó a través de la instalación de huevos centinela de *Bagrada* a nivel de campo.

3.3.1 Depredación

Bajo condiciones de laboratorio y utilizando pruebas sin la posibilidad de elección de presas, fue determinada la tasa de depredación de *Bagrada* por parte de distintos enemigos naturales asociados a la plaga. Los depredadores evaluados fueron: *Hippodamia variegata*, *Eriopsis connexa chilensis* (Coccinellidae), *Chrysoperla defreitasi* (Chrysopidae) y *Forficula auricularia* (Dermaptera) (**Figura 12**). La selección de estas especies se basó en su ocurrencia o abundancia a nivel de campo para el caso de coccinélidos y dermápteros. El criterio considerado para el crisópido fue la disponibilidad en el mercado, dada su producción en biofábricas nacionales.

Las tasas de depredación del estado adulto de coccinélidos sobre *Bagrada*, mostraron preferencia de consumo por los estadios ninfales iniciales de *Bagrada* (Ninfas 1 y 2). Los estadios ninfales más desarrollados (N3 a N5) mostraron una baja atractividad como presa para las especies de chinitas. *E. connexa* alcanzó una tasa de depredación de *Bagrada* del 45 % a las 72 hr y *H. variegata* solo el 19% en el mismo período. Considerando que los coccinélidos tienen como presas preferidas a pulgones, se establece que, en ausencia de ellas, estas dos especies de chinitas podrían depredar ninfas de *Bagrada* (**Figura 13**).

Para evaluar la depredación de crisopas fueron dispuestos huevos y ninfas (N1 a N5) de *Bagrada* a cada uno de los estadios larvales de *Chrysoperla defreitasi* bajo condiciones de laboratorio, siendo evaluada la tasa de depredación cada 24 horas. El material biológico de crisopa evaluado fue provisto por Biobichos Ltda y los huevos y ninfas de *Bagrada*, obtenidas de crianza en laboratorio.

Los huevos de *Bagrada* fueron presas poco atractivas para las larvas L1 y L2 de *C. defreitasi* que lo registrado para la larva L3 (**Figura 14**). Las ninfas N1 y N2 de *Bagrada* fueron presas consumidas por las larvas L1, L2 y L3 de *C. defreitasi*. Las N2 y N3 fueron muy consumidas por las L2 y L3. Solo las larvas L2 y L3 consumieron en forma relevante los estadios N4 y N5 de *Bagrada*. Cabe señalar que *Bagrada* presenta momentos altamente susceptibles a depredadores durante su



metamorfosis. Se constató que al momento de la muda es la ninfa se encuentra más indefensa al ataque de los distintos depredadores, independiente del tamaño de ellos (**Figura 14**).

La tijereta europea *Forficula auricularia* es un insecto omnívoro de reciente establecimiento en la zona central de Chile, encontrándose naturalmente en zonas silvestres asociada a las malezas y consumiendo vegetales e insectos. Es por esta capacidad depredadora conocida que se evaluó su efecto sobre huevos de Bagrada. En la **Figura 15**, se puede observar que los machos son mucho más activos en el consumo de huevos que las hembras. Se advirtió, además, a nivel de campo y corroboró a nivel de laboratorio, que los adultos de tijereta se alimentan de ninfas y adultos de Bagrada, sin embargo, las ninfas no registran una buena tasa de depredación de ninfas y adultos de Bagrada.



Figura 12. Depredadores de Bagrada. **A:** *Eriopis connexa*, **B:** *Hippodamia variegata*, **C:** *Forficula auricularia* y **D:** *Chrysoperla defreitasi*.

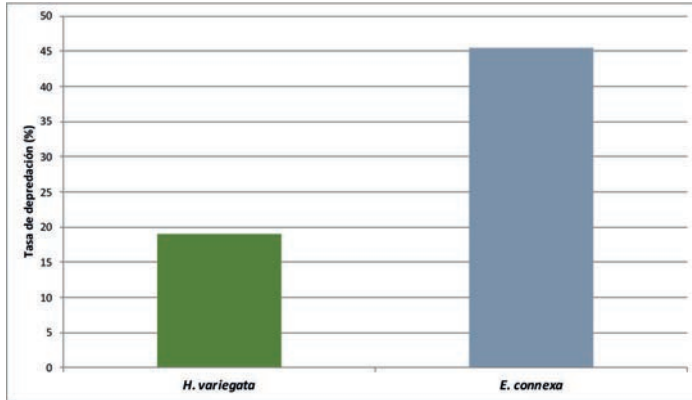


Figura 13. Depredación a las 72 hr de coccinélidos sobre *Bgrada hilaris* en laboratorio.

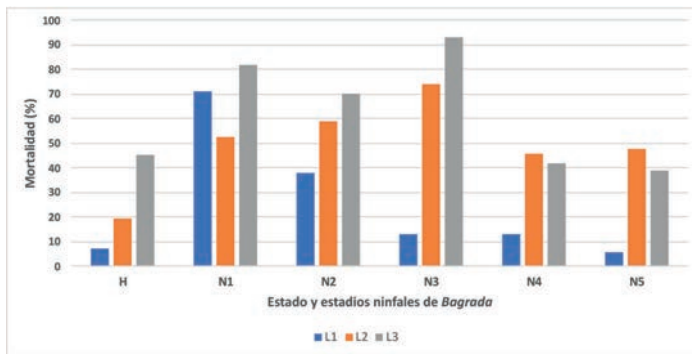


Figura 14. Tasa de depredación sin elección en 24 horas de *Bgrada hilaris* por larvas de *C. defreitasi*.

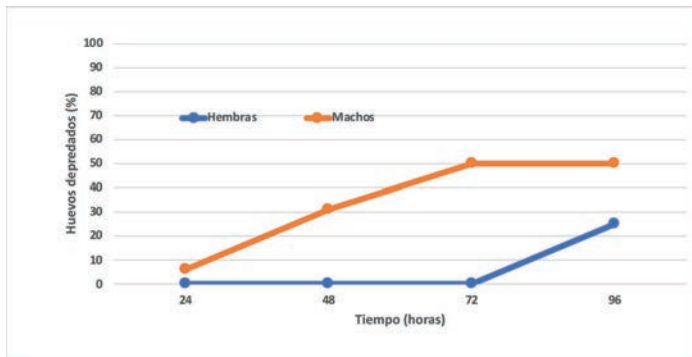


Figura 15. Depredación de huevos de *Bgrada hilaris* por adultos de *Forficula auricularia*, en condiciones controladas de laboratorio.



3.3.2 Parasitoidismo de huevos

El parasitoidismo de huevos de *Bagrada* parece ser uno de los factores clave de control natural de la plaga, principalmente por las características de al menos uno de los parasitoides identificados. Hasta ahora, serían 3 las especies detectadas como parasitoides de huevos, sin embargo, destaca la especie determinada como *Trissolcus hyalinipennis*, la que ha sido la más constante y dispersa en la zona de estudio (regiones de Valparaíso y Metropolitana). Este parasitoide ha sido buscado y encontrado en las comunas de La Pintana, Lampa, Buin y Melipilla en la Región Metropolitana y en las comunas de Panquehue, Quillota, Hijuelas, La Cruz y Catemu en la región de Valparaíso. Es altamente probable que se encuentre en la mayor parte del territorio colonizado por *Bagrada*.

A través de muestreo sistemático, usando trampas con huevos centinelas de *Bagrada* se determinó la incidencia de parasitoides de huevos en las localidades de Lampa, Melipilla, Panquehue y Catemu, en huertos con producción de hortalizas orgánicas y convencionales (**Figura 16**). Se registró a través de esta metodología, la dinámica de parasitoidismo durante un año (2019-2020). El porcentaje de huevos parasitados alcanzó niveles cercanos al 90 % en algunas semanas de evaluación (**Figura 17**).

El parasitoidismo de huevos centinelas por *Trissolcus* en Panquehue (**Figura 18**) alcanzó un promedio 55,6%. Esto resulta muy promisorio para el manejo de *Bagrada*, a través de programas de control biológico conservativo y de aumento del parasitoide. En este huerto de hortalizas orgánicas, en febrero de 2020, se realizó una liberación demostrativa de adultos del parasitoide y huevos parasitados por *T. hyalinipennis*, con material biológico criado en laboratorio sobre huevos de su hospedero (*Bagrada*). El parasitoidismo de huevos fue evaluado en febrero a marzo durante tres temporadas (**Figura 19**).

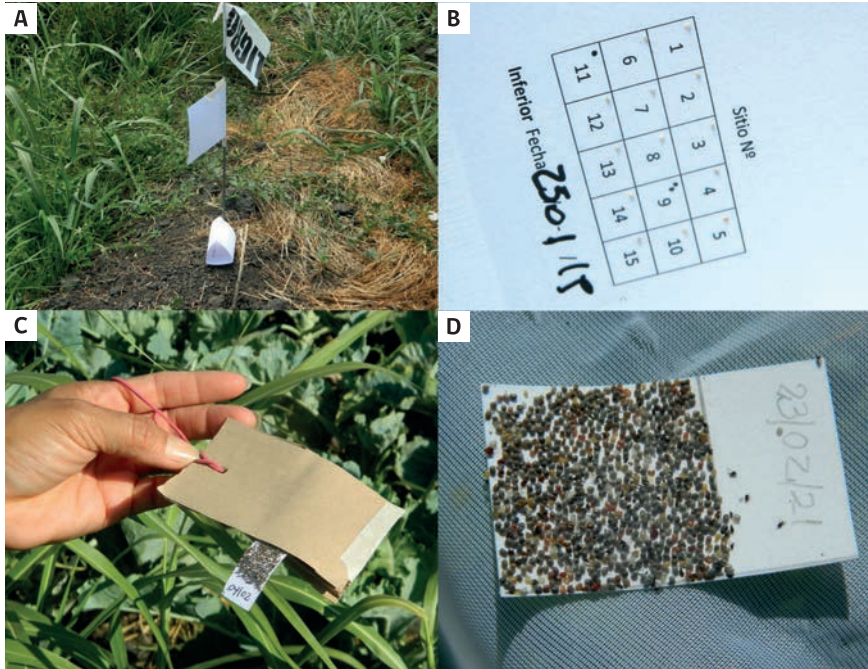


Figura 16. Evaluación de parasitoidismo y liberación de *Trissolcus hyalinipennis*. A y B: huevos centinelas en tarjetas para evaluación y C y D: liberación de huevos parasitados.

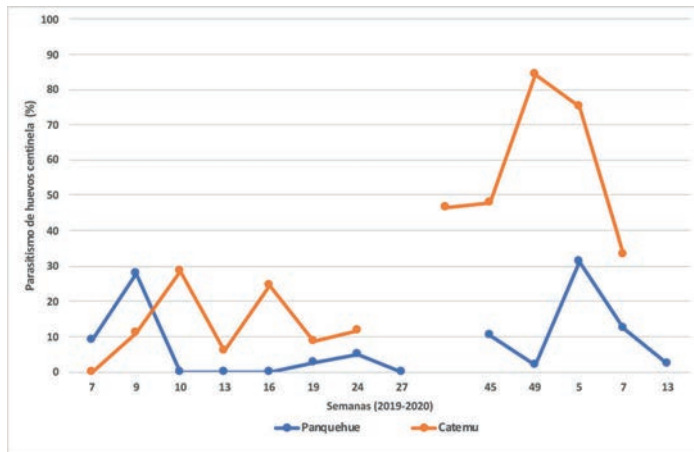


Figura 17. Dinámica de la tasa de parasitoidismo de huevos centinelas en huertos orgánicos. Panquehue y Catemu, 2019-2020.



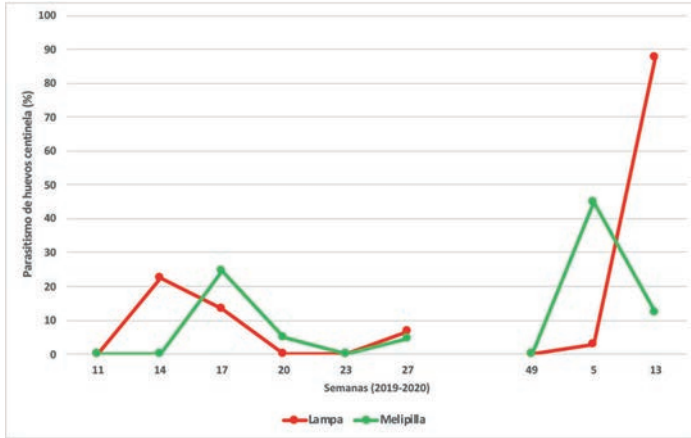


Figura 18. Dinámica de la tasa de parasitoidismo de huevos centinelas en huertos convencional y orgánico. Lampa y Melipilla, 2019-2020.

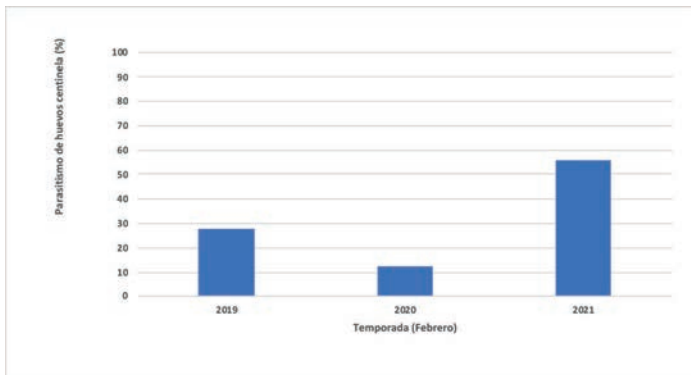


Figura 19. Evolución de la tasa de parasitoidismo de huevos centinela en huerto orgánico. Panquehue, 2019-2021.

3.4. Propuesta de control biológico aumentativo, conservativo y HEP

Las actividades realizadas para prospectar enemigos naturales asociados a la chinche *B. hilaris* presentes en Chile, resultaron en la identificación y evaluación de diferentes depredadores potenciales de los distintos estados y estadios de *Bagrada* como especies de chinitas, chinches, mántidos, tijeretas y arácnidos. También fueron identificados parasitoides como *Trissolcus hyalinipennis* y *Trichogramma* spp, que tienen a *Bagrada* como una de sus presas. Estos resultados nos permiten proponer un diseño de control biológico con estos enemigos naturales.

De acuerdo a las evaluaciones sobre la efectividad como biocontroladores, el parasitoide de huevos *T. hyalinipennis* es el agente más promisorio para realizar en liberaciones aumentativas, considerando su distribución, establecimiento, adaptación a las condiciones ambientales de la zona central y factibilidad real de reproducirlo para inocularlo en localidades, si es necesario. Es compatible con una diversidad importante de depredadores polípagos que ocurren naturalmente y con otros disponibles en el mercado como *Chrysoperla defreitasi*, orientado a depredar las etapas iniciales de *Bagrada*.

Para agregar sustentabilidad al manejo de *Bagrada*, se recomienda implementar cultivos trampa y flora nativa perimetral, que cumplen un rol ecológico importante, ya que la incorporación de estos parches vegetacionales favorecen la presencia y permanencia de la diversidad de los controladores biológicos, que ocurren en forma natural y que tienen a *B. hilaris* como presa u hospedero.

Esta propuesta inicial debe ser enriquecida y mejorada incorporando nuevos estudios de evaluación de aspectos biológicos, comportamiento, ciclos, respuestas numéricas, pruebas de depredación con elección y hospederos primarios o alternativos de los parasitoides de huevos, para construir un programa exitoso de control biológico de esta plaga que aún se encuentra en etapa de dispersión. De las experiencias de control químico realizadas en proyectos y trabajos anteriores, se recomienda, en base al monitoreo del cultivo, al encontrar un 5% de daño estrellado, realizar una aplicación de un producto químico etiqueta verde y posteriormente mantener el control de la plaga con hongos entomopatógenos y enemigos naturales incorporando cultivos trampa entre las hileras del cultivo comercial. Las aplicaciones de HEP se deben realizar entre el séptimo y décimo día de la primera aplicación. Con estas recomendaciones se espera optar a producir bajo los límites máximos de residuos e incluso optar a una producción cero residuos.



Realizar el ensayo parcelando y aislando los tratamientos para asegurar la cuantificación de la eficacia en jaulas de bioseguridad para evitar la migración de los chinches e interferencia de otras plagas. Además, basados en la suposición de que las aplicaciones de HEP en cultivos trampa, para control de la plaga, puedan tener un efecto de repelencia y puedan desplazar a los chinches de este cultivo al cultivo comercial, se recomienda evaluar los HEP en presencia de ambos cultivos.

Capítulo 4

Hongos entomopatógenos para el manejo de la chinche pintada (*Bagrada hilaris*)

Eduardo Tapia R., Biotecnólogo, Dr.

Fabiola Altimira P., Biotecnóloga, Dra.

Nancy Vitta P., Ing. Agrónoma, M. Sc.

Sebastián Godoy G., Ing. en Biotecnología

Javiera Canelo, Téc. Agrícola

Los hongos entomopatógenos (HEP) son microorganismos que poseen la capacidad de infectar y controlar naturalmente las poblaciones de artrópodos. Esta capacidad ha permitido que se utilicen como una alternativa a los insecticidas químicos tóxicos para el control de plagas. Las especies pertenecientes al género *Beauveria* han sido ampliamente estudiados y utilizadas en biocontrol debido a que tienen un rango de huéspedes relativamente amplio y son fáciles de producir a gran escala (Butt *et al.*, 2016). Presentan una textura algodonosa de color blanco y una temperatura de crecimiento que, generalmente, es de 10 a 23°C (Rehner, 2011).

Las principales ventajas de los HEP son:

1. Presentan grados variables de especificidad, pueden ser específicos a nivel de familia o especies muy relacionadas.
2. Si el entomopatógeno encuentra las condiciones adecuadas para introducirse y colonizar un ecosistema, se reproduce y renueva en forma continua, es decir, se vuelve persistente, haciendo innecesarias un exceso de aplicaciones.
3. Se pueden aplicar mezclas de hongos entomopatógenos con dosis subletales de insecticidas para lograr efectos sinérgicos superiores a los logrados con aplicaciones de cada producto por separado.
4. No contaminan el medioambiente ni afectan al hombre u otros animales superiores.



5. Cuando el hongo no llega a causar la muerte directamente, se presentan efectos secundarios que alteran el normal desarrollo del ciclo de vida del insecto.

Pero también presentan algunas desventajas, como:

1. Sensibilidad a la variación de las condiciones climáticas como temperaturas extremas, desecación y luz ultravioleta. Estas limitantes están siendo contrarrestadas mediante el uso de aditivos (protectores solares, aceites, anti desecantes).
2. Requieren de condiciones de almacenamiento más exigentes (como la humedad, temperatura y pH) que las moléculas inorgánicas, para evitar que pierdan su patogenicidad.

En general, los insecticidas biológicos no matan instantáneamente. Alcanzan buenos niveles de control entre una y tres semanas después de la aplicación, dependiendo de la plaga y del ambiente. Sin embargo, el insecto deja de ser plaga al ser parasitado por el hongo, deja de alimentarse mucho antes de morir, disminuyendo el daño (Cañedo y Ames, 2004).

Por otra parte, en INIA hemos desarrollado investigación en estrategias de control de plagas y enfermedades con HEP. En un comienzo, se solicitaron al Banco de Recursos Genéticos Microbianos de INIA distintos HEP aislados de zonas climáticas de Chile que poseyeran temperaturas sobre los 25° C y baja humedad. Los HEP suministrados por el banco fueron caracterizados en tres aspectos primordiales para ser utilizables en campo. Primero, su capacidad de infectar a *B. hiliaris*. Segundo, su capacidad de ser escalados productivamente y tercero, su capacidad de ser viables e infectivos una vez formulados como productos, tanto en condiciones de laboratorio, invernadero y campo. Los HEP que superaron la primera y segunda etapa incluyendo las pruebas de laboratorio de la tercera etapa, fueron *Beauveria* sp. 1 (B1) y *Beauveria* sp. 2 (B2).

4.1 Ensayo de invernadero

Como parte de la comprensión de la interacción de los HEP y la chinche pintada, se realizaron pruebas en invernadero de bioseguridad. El objetivo fue la evaluación de los HEP B1 y B2 para el control de *B. hiliaris* en condiciones controladas de temperatura, número de inóculo de chinches por planta y movilidad.

4.1.1 Metodología

Sobre plantas de Kale de forma individual en maceta, distribuidas en diseño de bloques al azar (4 bloques), donde cada bloque contó con seis tratamientos y cuatro repeticiones (**Figura 21A**). Las plantas fueron infestadas con 10 chinches adultos.

Los tratamientos utilizados para control de Bagrada fueron:

Tratamientos	Características
T1	Control/testigo sin aplicación
T2	Control comercial
T3	Polvo mojable (WP) B1
T4	Polvo mojable (WP) B2
T5	Polvo mojable (WP) B1
Cápsulas de Alginato	3 gr de Calcio con el mismo HEP bajo la canopia (Figura 20)
T6	Polvo mojable (WP) B2 más 3 gr cápsulas de Alginato de Calcio con el mismo HEP bajo la canopia

Las aplicaciones en cápsula y polvo mojable de HEP se realizaron post 24 h de infestación. La aplicación de WP se realizó con pulverizadora manual de 5L de capacidad con una concentración de 1 gr/L de WP de cada HEP. Finalmente, las plantas fueron monitoreadas a las 24, 48 y 120 h registrando presencia, ausencia y número de individuos vivos de *B. hilaris* por planta junto con evaluar su daño en las hojas. En la **Figura 21B** se muestra el ensayo establecido.





Figura 1. Cápsulas de Alginato de Calcio en la base de plantas de Kale.

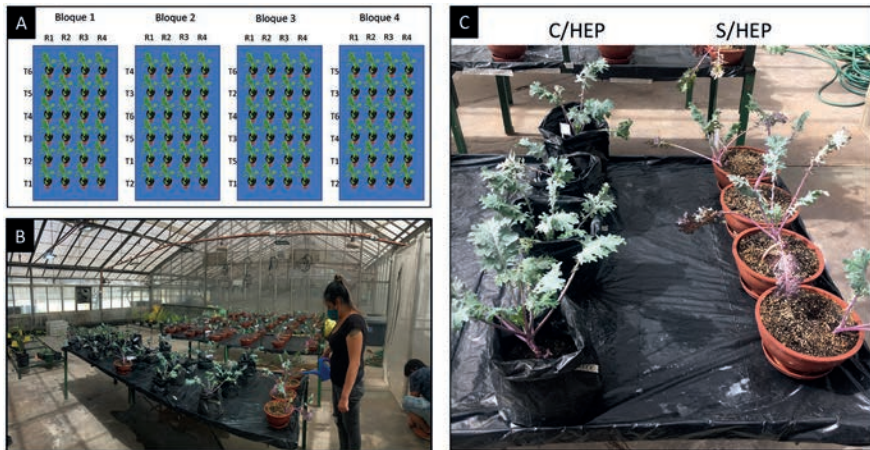


Figura 2. Daños y presencia de otras plagas en plantas sin aplicación de HEP. En las plantas no aplicadas (control sin aplicación) se encontraron presentes, además de *B. hiliaris*, mosquita blanca, áfidos y *P. xylostella*.

4.1.2 Resultados

De este ensayo se obtuvieron tres importantes observaciones. Primero, las plantas contenían otras plagas presentes antes de la infestación con el chinche como mosquita blanca, áfidos y *P. xylostella*, lo que aumentó la presión sobre el cultivo y, segundo, todos los tratamientos disminuyeron la presencia de los chinches post aplicación en cada bloque.

Como se aprecia en la **Figura 3C** y pese a la progresiva ausencia de la plaga objetivo (*B. hilaris*) las plantas tratadas con HEP (C/HEP) obtuvieron un mejor desarrollo de su canopia en comparación con las sin aplicación de HEP (S/HEP). Este resultado se mantuvo en todos los tratamientos aplicados. En la **Figura 3**, se revisó el daño que tenían las plantas y se documentó la escasa presencia de los chinches, pero la alta presión de mosquita blanca, áfidos y *P. xylostella* en los testigos sin aplicación, causantes del notable deterioro de las plantas en comparación a las tratadas.

Finalmente, la tercera observación fue la migración de los chinches, post aplicación de los tratamientos a los cultivos de Kale de respaldo (sin aplicaciones) para experimentaciones venideras encontrándose la mayoría de su población en esas plantas (**Figura 4**).

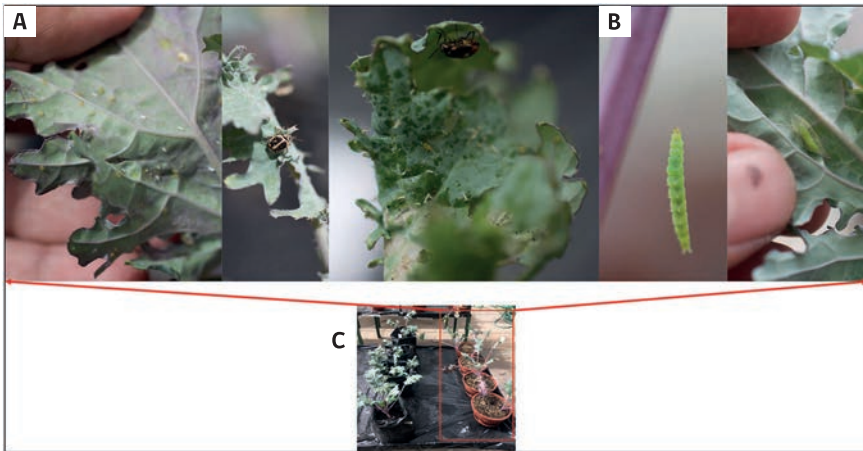


Figura 3. Evaluación de HEP en invernadero. **A.** Diseño de bloques al azar en invernadero, con cuatro bloques en donde cada uno posee seis tratamientos con cuatro repeticiones. **B.** Establecimientos de ensayo en invernadero. **C.** Efecto post aplicación de los HEP (C/HEP) versus sin aplicación (S/HEP).





Figura 4. Presencia de *B. hilaris* en cultivos de Kale en bandejas.

En general, el uso de productos de síntesis química genera la muerte de los insectos en períodos cortos de tiempo, que según su modo de acción varían de 1h a 72h. Al contrario, los bioplaguicidas poseen mecanismos distintos a los productos de síntesis química, por lo que sus actividades toman días en alcanzar rendimientos aceptables de control. Además, parte de estos mecanismos son simples como la repelencia o cambios de conducta en las poblaciones de insecto debidos a los daños que causan en el sistema inmune de la plaga. Por lo tanto, estos resultados sugieren que los chinches y otras plagas que migraron al cultivo de respaldo de Kale (no aplicado) pudieron hacerlo por repelencia o infección de los HEP. Debido a lo anterior, pese a no ser objetivo del experimento, los HEP utilizados mostraron un efecto positivo en la protección de los cultivos contra diferentes plagas como se observó en la comparación visual de los tratamientos versus testigo (no aplicado). Finalmente, por el desplazamiento ya descrito de la plaga de interés (*B. hilaris*), no fue posible realizar el cálculo de eficacia en esta ocasión.

4.2 Ensayo en invernadero con cepa de HEP B1

El objetivo fue evaluar la cepa de HEP B1 para el control de *B. hiliaris* en condiciones controladas de temperatura, número de inóculo de chinches por planta y movilidad (aislando cada tratamiento).

4.2.1 Metodología

Se diseñó un experimento (**Figura 5A**) en condiciones controladas de invernadero donde se establecieron 15 plantas por tratamiento (una bandeja de Kale) con 4 repeticiones (**Figura 5C**), y en total de 60 plantas por tratamiento. Para evitar el desplazamiento de los chinches entre tratamientos, se instalaron 4 jaulas de bioseguridad con malla antiáfidos (**Figura 5B**). Cada jaula albergó 4 bandejas y cada bandeja fue infestada con 100 chinches recolectados en campo (**Figura 5C**).

Los tratamientos utilizados fueron:

Tratamientos	Características
T1	Control/testigo sin aplicación
T2	Control comercial
T3	Polvo mojable (WP) B1 ((1g/L)
T4	Polvo mojable (WP) B2 (3X (3g/L))

La eficacia fue determinada por Abbott (1925). Las aplicaciones se realizaron post 24 h infestación, con electro-nebulizadora de bajo volumen de aplicación (tamaño de gota <50mm), 10L de capacidad. El mojamiento fue de 250 mL por bandeja. Finalmente, las plantas fueron monitoreadas a los 3, 7 y 10 días después de la aplicación, registrando número de *B. hiliaris* por planta y daño (estrellado y marchitez) (**Figura 6A y 6B**).

4.2.2 Resultados

En este ensayo de infestación controlada en invernadero, donde se aplicó un mojamiento homogéneo (**Figura 5D**) alcanzando eficacias de un 34 % (**Figura 7D**) a los 3 dda y 55 % (**Figura 8D**) a los 7 dda con WP B1 sobre el cultivo de kale en una dosis de 1 g/L, recuperando individuos muertos desde las jaulas que presentan el HEP aplicado y otros microorganismos oportunistas (**Figura 5E**). Entre el séptimo y décimo dda, se presentó un nuevo brote de la plaga. Esto se puede deber a un aumento de oviposura en las poblaciones remanentes de chinches en el cultivo. Por lo tanto, no se pudo cuantificar la eficacia después del séptimo



día. Por otra parte, a los 3 dda, se aprecia una menor incidencia de daño, marchitez y presencia de chinches, con respecto al control sin aplicación, exceptuando la marchitez en el control comercial, la cual fue mayor en este tratamiento (**Figura 6B**). Además, a los 7 dda, prácticamente no se aprecia una diferencia estadística en el daño (**Figura 8A**), marchitez (**Figura 8B**). Con respecto a la presencia de chinches, existe una alta variación en T4, pero una clara diferencia entre T1 y T3, en donde T2 posee un desempeño similar a T3 (**Figura 8C**), lo cual se confirma con la eficacia de T2 y T3 (**Figura 8D**).

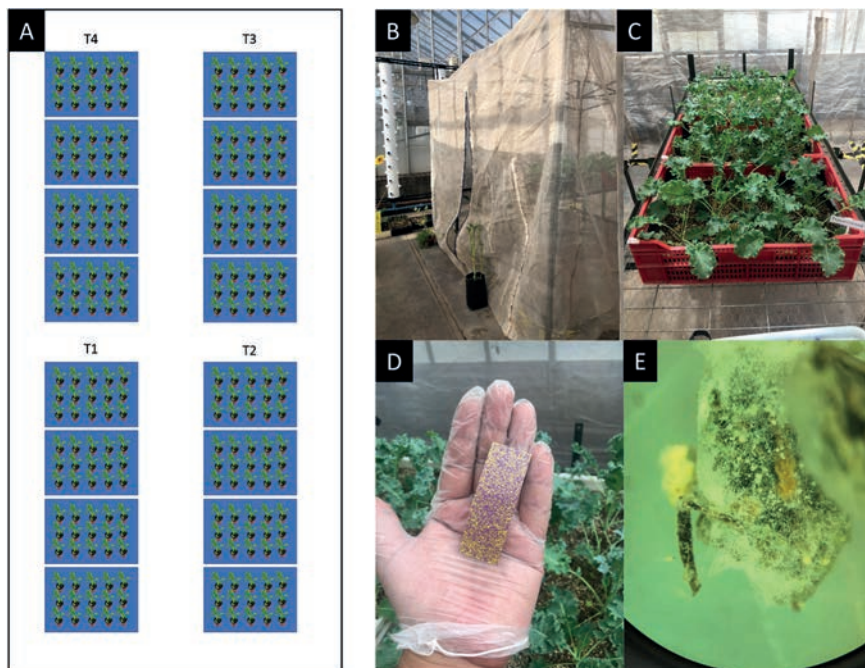


Figura 5. Ensayo de evaluación de la eficacia de HEP en el control de *B. hilaris* en invernadero. **A.** Diseño experimental. **B.** Jaula de bioseguridad de malla antiáridos. **C.** Bandejas de Kale verde. **E.** Chinche infectado por HEP con presencia de hongos oportunistas.

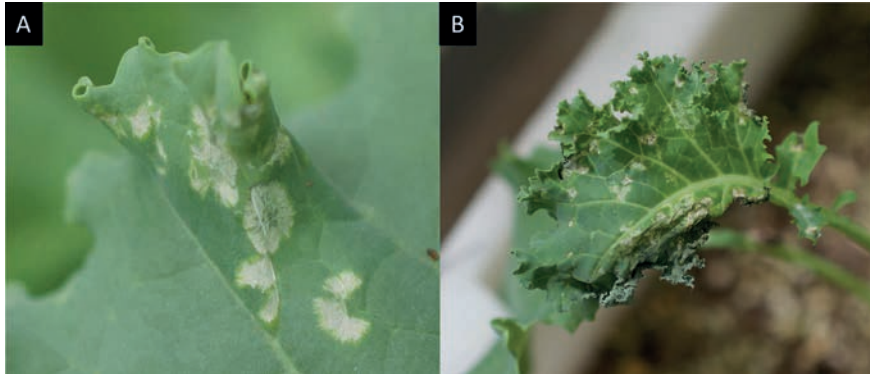


Figura 6. Daño característico de *B. hiliaris*. **A.** Estrellado. **B.** Marchitez (necrosis) posterior al daño de *B. hiliaris*.

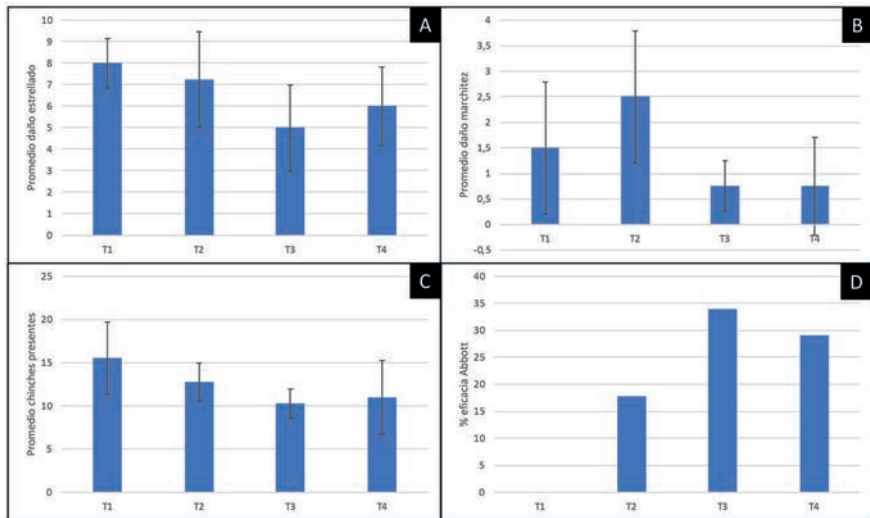


Figura 7. Resultados de evaluación del daño de *B. hiliaris* y eficacia de HEP en ensayo de invernadero a los 3dda. **A.** Promedio de daño estrellado por tratamiento. **B.** Promedio de daño de marchitez por tratamiento. **C.** Promedio de chinches presentes por tratamiento. **D.** % de eficacia corregida por Abbott.



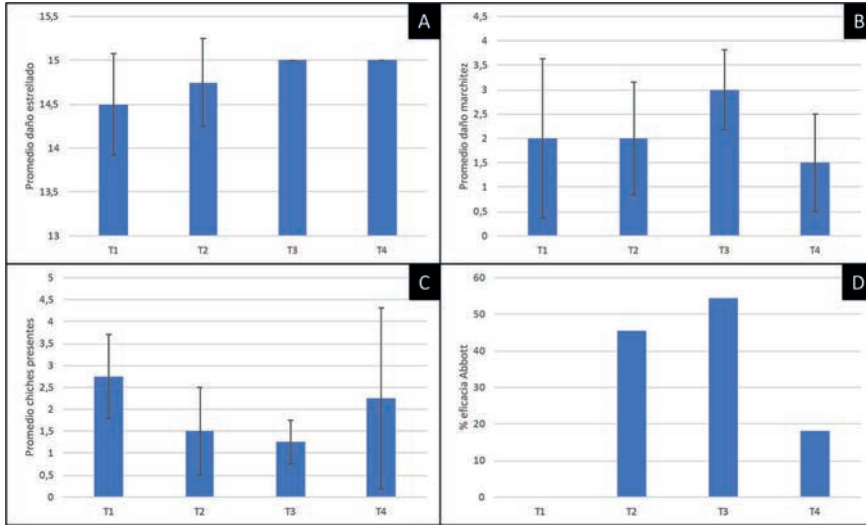


Figura 8. Resultados de evaluación del daño de *B. hiliaris* y eficacia de HEP en ensayo de invernadero a los 7dda. **A.** Promedio de daño estrellado por tratamiento. **B.** Promedio de daño de marchitez por tratamiento. **C.** Promedio de chinches presentes por tratamiento. **D.** % de eficacia corregida por Abbott.

Los rebrotes de la plaga después del séptimo día pueden ser considerados un indicador de que el período de protección de los HEP en estas condiciones solo alcanza 7 días. Por lo tanto, se puede concluir que es necesario una nueva aplicación después del séptimo día. Adicionalmente, en este ensayo se puede concluir que aumentar la dosis (T4) no aportó beneficios de protección al cultivo.

4.3 Ensayo en campo

Con los resultados del segundo ensayo en invernadero, se realizó un ensayo de campo. El cultivo utilizado correspondió a rúcula con cultivos trampa a su alrededor y centro (unidad demostrativa, Los Tilos, RM). Los cultivos trampa utilizados fueron mostaza roja, mostaza blanca y nabo forrajero. El objetivo fue la evaluación de los HEP B1 para el control de *B. hiliaris* en condiciones de campo con infestación natural sin restricción de movilidad.

4.3.1 Metodología

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en condiciones de campo (**Figura 9A, B, C**).

Los tratamientos utilizados fueron:

Tratamientos	Características
T1	Control/testigo sin aplicación
T2	Control comercial
T3	Polvo mojable (WP) B1 (1g/L)
T4	Polvo mojable (WP) B1 (3X (3g/L))

En las hileras seleccionadas se marcaron cada uno de los tratamientos con cintas de colores, dejando un espacio intermedio de medio metro entre cada tratamiento. Se repitió el ensayo en 4 hileras diferentes. Las aplicaciones se realizaron con motopulverizadora de 15L de capacidad y boquilla de abanico. Finalmente, las plantas fueron monitoreadas a los 3, 10 y 20 dda registrando el número de *B. hiliaris* por planta, para el posterior cálculo de eficacia por Henderson y Tilton (1955). Adicionalmente, se evaluó el número de hojas dañadas (estrellado) por planta en cada tratamiento.

4.3.2 Resultados

Los porcentajes de eficacias fueron calculadas por Henderson y Tilton, donde B1 alcanzó un 79 % de eficacia a los 3 dda bajando a 43 % a los 10 dda. B1 3X alcanzó un 63 % a los 3 dda bajando a 34 % a los 10 dda. El producto comercial alcanzó un 60% a los 3 dda bajando a 34% a los 10 dda. No se realizó determinación de eficacia a los 20 dda debido al evidente aumento del daño posterior a los 10 dda por el aumento de la población de la chinche pintada en todo el campo.

En paralelo, se evaluó el daño estrellado causado por las poblaciones de chinches, aumentando en todos los tratamientos a los 20 días de iniciado el ensayo (**Figura 10**). Incluso, en el control sin aplicación, aumentó el daño al doble (100 %) con respecto a los 10 dda. Tal como se determinó en el ensayo en invernadero, posterior a los 7 dda, se debe realizar una nueva aplicación para mantener el daño en un valor aceptable. Además, en todos los tratamientos con HEP, las poblaciones no alcanzaron a aumentar el daño al doble, siendo el producto comercial el que tuvo el menor aumento, de un 15% a los 20 dda. B1 y B1 3X alcanzaron un 31% y 21% respectivamente a los 20 dda (**Figura 10A**). En general, los daños poseen desviaciones estándar altas, lo que implica que la variación de los datos es significativa, por lo que deberemos ampliar el muestreo de daño para disminuir la variabilidad en futuros ensayos. Junto con lo anterior, los HEP en otras plagas han cambiado el comportamiento de estas, cambiando sus hábitos de alimentación, copula e interacción en su conjunto social, lo que también ayuda a entender desde un punto de vista biológico que, en algunas réplicas de los tratamientos, los daños disminuyan prácticamente a la mitad, aumentando la variabilidad que influye directamente en la desviación estándar.





Figura 9. Ensayo de evaluación de la eficacia de HEP en el control de *B. hilaris* en campo. **A.** Diseño experimental del campo de Rúcula y sus bloques. **B.** Establecimiento de bloques. **C.** Aplicación de bioplaguicidas sobre cultivo de rúcula.

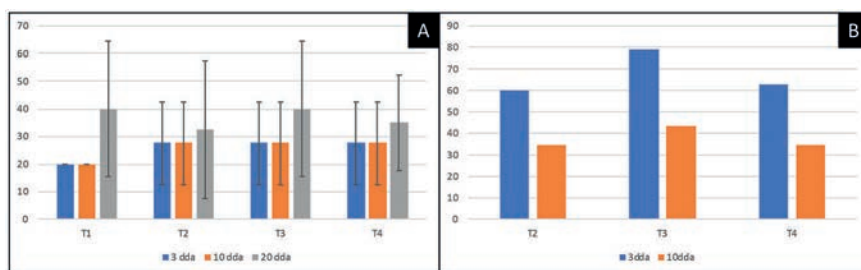


Figura 10. Resultados de evaluación del daño de *B. hilaris* y eficacia de HEP en ensayo de campo. **A.** Promedio de plantas con daño a los 3, 10 y 20 dda. **B.** Porcentaje de eficacia determinado a través de H y T a los 3 y 10 dda.

En este experimento a campo abierto, se alcanzó un control de 79 % de eficacia a los 3 dda que bajó a un 43 % a los 10 dda. Posterior a los 10 dda, se observa un rebrote de la plaga, por lo tanto, se concluye que entre los 7 y 10 dda se debe realizar una nueva aplicación para mantener la protección del cultivo. Pese a no ser contabilizada la población de los chiches en los cultivos trampa, se observó una alta concentración de población de chinches y distintas especies de chinitas (coccinélidos) que aportaron sin duda al control de plaga.

Capítulo 5

Cultivos trampa para el manejo de la chinche pintada (*Bagrada hilaris*)

Aart M. Osman, Ing. Agrónomo, PhD.
Ernesto Cisternas A., Ing. Agrónomo, Dr.
Ana Morales R., Téc. Agrícola
Miguel Cuello T., Téc. Agrícola

Introducción

La chinche pintada, igual que otras especies de insectos, prefiere ciertas especies de plantas sobre otras para alimentarse y oviponer. Cuando conocemos cuáles son las especies más atractivas para nuestra plaga, podemos diseñar una práctica de manejo que se conoce como Cultivo Trampa. Esta práctica consiste en dedicar una pequeña parte del predio al establecimiento de un cultivo más atractivo para la plaga que el cultivo principal, de manera de atraer e interceptar la plaga, funcionando como trampa, evitando el daño económico en el cultivo principal. Cabe destacar que se debe implementar esta práctica, en combinación con otras medidas de manejo de la plaga para mantener la población de la plaga dentro del cultivo trampa a un nivel adecuado. Así se evita una sobrepoblación que sin control podría provocar una migración al cultivo principal.

Es una práctica que en varios países se ha aplicado de forma exitosa contra otras especies de chinches. En California, EE. UU., por ejemplo, se utiliza alfalfa como cultivo trampa para manejar la chinche *Lygus* en frutilla y algodón en predios de grandes dimensiones. La plaga se controla solamente en el espacio reducido, ocupado por la alfalfa.

La implementación de esta práctica tiene varias ventajas. Al concentrar la plaga en un espacio reducido se puede disminuir e inclusive eliminar el uso de insecticidas, ya que abre la posibilidad de realizar control mecánico de la plaga, por ejemplo, utilizar aspiradores montados en un tractor para eliminar la plaga del cultivo trampa. De esta manera se contribuye a la disminución de residuos tóxicos en el entorno del cultivo, protegiendo a su vez a trabajadores agrícolas y



consumidores. Además, se cuida la entomofauna benéfica, es decir los enemigos naturales.

En este capítulo se presenta la implementación de cultivos trampa para el manejo de la chinche pintada *Bagrada hilaris* en brassicas. La información se basa en los resultados de ensayos de investigación en laboratorio y campo en el marco del proyecto FIA PYT-2017-0874, entre noviembre 2018 y marzo 2021.

5.1 Especies de plantas para la incorporación en un cultivo trampa

La chinche pintada tiene una preferencia por las especies de la familia de las brassicas, que incluyen, entre otras, las especies de hortalizas, forrajeras, y malezas indicadas en **Cuadro 1**. Por ejemplo, según testimonios de productores en Chile e investigadores en Estados Unidos, es común observar *Bagrada* en las malezas, como mostacilla, que crecen en los sitios al borde del cultivo, durante los meses previos a su migración al cultivo. Volátiles o aromas emitidos por las plantas, son uno de los factores que probablemente juegan un rol en esta preferencia por ciertas especies de brassicas.

Cuadro 1. Especies de brassicas presentes en Chile e incluidas en los ensayos.

Hortalizas	Forrajeras	Malezas
Repollo	Mostaza blanca	Mostacilla
Coliflor	Nabo	Rábano silvestre
Brócoli	Raps	
Rabanito	Beterraga	
Rúcula	Col forrajero	
Mizuna		
Mostaza roja		
Mostaza negra		
Kale		
		Ornamentales
		Alyssum
		Alelí

La investigación realizada en el marco del proyecto, consistió de las siguientes etapas:

1. Una pre-selección de las especies más promisorias, evaluando plántulas de entre 3 y 5 hojas bajo condiciones de laboratorio.

2. Ensayos de campo con las especies más promisorias en un predio comercial, con certificación orgánica, ubicada en la comuna de Panquehue (Región de Valparaíso).

Los resultados bajo condiciones de laboratorio solamente entregan una primera indicación de la preferencia de la plaga, por lo que se requiere verificación en el campo. Bajo condiciones de laboratorio, el nabo forrajero era una de las especies más atractivas. Las otras especies que atraían más ejemplares de Bagrada que el testigo repollo eran: mostacilla, rábano silvestre, mostaza blanca, mostaza roja y mizuna.

De estas especies se seleccionaron el nabo forrajero, la mostaza blanca y la mostaza roja para ensayos de campo, con rúcula como testigo. La rúcula fue elegida como testigo por ser un cultivo de corta duración y de fácil establecimiento. En el laboratorio, mostró resultados muy variables, es decir, muy atractiva en algunos ensayos y poco atractiva en otros. Los ensayos se establecieron a fines de octubre de 2019, en mayo 2020 y fines de octubre de 2021. En base de los resultados de estos ensayos (**Cuadro 2** y **Cuadro 3**), se concluye que las especies nabo forrajero y rúcula son las especies más interesantes para la incorporación en un Cultivo Trampa sembrado para manejar la chinche pintada en un cultivo comercial de especies como repollo, brócoli o coliflor. Además, de nabo forrajero y rúcula, también mostaza roja era más atractivo para Bagrada que mostaza blanca. Sin embargo, esta especie no lograba sobrevivir fuertes ataques de la chinche (ver también la siguiente sección).

Cuadro 2. Número de ejemplares de Bagrada (adultos y ninfas) capturados durante 60 segundos en las distintas especies candidatas de cultivos trampas en los ensayos de 2019, mayo de 2020 (a) y octubre de 2020 (b) en las fechas con mayor diferencia entre especies.

Especie	Número de insectos según ensayo (letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas con $p < 0,05$)			
	2019 (5-diciembre)	2020a (1 junio)	2020b (9 diciembre)	Promedio
Nabo Forrajero	24,0	14,3	9,9	16,1 (ab)
Mostaza Roja	14,3	9,0	Destruído por Bagrada	11,7 (bc)
Mostaza Blanca	6,3	5,8	3,2	5,1 (c)
Rúcula	20,3	6,3	15,5	14,0 (ab)



Cuadro 3. Porcentaje de plantas con daño de las distintas especies candidatas de cultivos trampas en los ensayos de 2019, mayo de 2020 (a) y octubre de 2020 (b) en las fechas con mayor diferencia entre especies.

Especie	Porcentaje de plantas dañadas según ensayo (letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas con $p < 0,05$)			
	2019 (5-12)	2020a (2-06)	2020b (18-11)	Promedio
Nabo Forrajero	77	38,5	34,7	50,1 (a)
Mostaza Roja	82	20,0	73,3	58,4 (a)
Mostaza Blanca	40	25,8	32,9	32,9 (b)
Rúcula	62	31,5	57,0	50,2 (a)

5.1.2 Especies de plantas para la incorporación como cultivo trampa en producción de brassicas

Nabo Forrajero

Nabo es una especie con variedades que se cultivan como cultivo forrajero, y otras variedades de las cuales se comercializan el bulbo como hortaliza (**Figura 1**). Es de fácil establecimiento a través de la siembra directa y demuestra un rápido crecimiento inicial. Sus hojas son pecioladas y ásperas, cubiertas con pelos. Tiene una raíz pivotante. El hipocótilo se transforma en un pequeño bulbo de forma alargado y de color blanco/morado.

Es un cultivo bianual y requiere un período de frío para la floración. Por lo cual, si se siembra esta especie después del período de heladas, tiene la ventaja de mantenerse en estado vegetativo durante el verano.

Por otro lado, es un cultivo de climas templados, por lo cual es susceptible a estrés hídrico, sobretodo durante la fase inicial de su desarrollo.

Las semillas de las variedades, que se utilizan como cultivo forrajero, son de bajo costo.



Figura 1. Nabo forrajero.

Rúcula

La rúcula (**Figura 2**) es una especie que se siembra como cultivo comercial. Las hojas se comercializan para ensalada. Es de fácil establecimiento a través de la siembra directa y demuestra un rápido crecimiento inicial. En la zona central florece entre 5 y 6 semanas después de la siembra. Sin embargo, después de su floración se mantiene atractivo para la chinche pintada.

Sus semillas no son muy costosas y ampliamente disponibles.



Figura 2. Rúcula.



Mostaza roja

Las hojas de esta especie se consumen en ensaladas. Es una planta anual erecta, con hojas grandes de color morado oscuro, con verde entre las venas (**Figura 3**). Es una especie anual con flores relativamente escasas y amarillas. Sembrado en verano, en la zona central florece entre 6 y 8 semanas después de la siembra.

Es una especie de crecimiento inicial menos rápido que el nabo y la mostaza blanca, por lo cual no se logra establecer esta especie cuando la Bagrada está presente. Solamente se recomienda utilizar como cultivo trampa, cuando se puede establecer esta especie unas cuatro semanas antes de la llegada de Bagrada.



Figura 3. Mostaza roja.

Mostacilla

Es una especie con amplia distribución en sitios no cultivados en la zona central y como maleza en las áreas cultivadas. Forma una roseta de hojas pinadas. Los tallos son ramificados, con escasas hojas pequeñas. Las flores son amarillas, pequeñas y se encuentran agrupadas en las espigas terminales (**Figura 4**).



Figura 4. Mostacilla.

Rábano silvestre

Especie común que se encuentra como maleza en los predios y en los bordes de los caminos. Tiene hojas parecidas al rabanito. Forma tallos de hasta 1 metro de altura y flores de color violeta o rosada/blanca (**Figura 5**).



Figura 5. Rábano silvestre.



5.2 Diseño y establecimiento del cultivo trampa

Es importante tomar en cuenta el comportamiento del insecto, la topografía del predio y el desarrollo del cultivo principal, al determinar la época de siembra y el diseño espacial del cultivo trampa.

5.2.1 Época de siembra

Un cultivo trampa más vigoroso, es más atractivo para *Bagrada* y, además, logra sobrevivir y tolerar mejor la presencia de la plaga. Ataques de las chinches en la fase inicial del crecimiento, disminuye considerablemente la vida del cultivo trampa y su efectividad. Por lo anterior, para la zona central de Chile se recomienda establecer el cultivo trampa de preferencia antes de mediados de octubre, cuando la población de *Bagrada* todavía se mantiene baja (Capítulo 2).

Adicionalmente, para proteger cultivos de larga duración, como el repollo, se deberá considerar el establecimiento del cultivo trampa de forma secuencial, es decir sembrar un nuevo cultivo trampa, entre dos y tres meses después de la primera siembra, al costado del cultivo trampa ya establecido. De esta forma se logra alargar el período con presencia de hojas recién formadas, no deterioradas por *Bagrada* (**Figura 6**).

Si se ha proyectado establecer el cultivo principal entre noviembre y marzo la práctica de manejo del cultivo trampa requiere mayor planificación y adaptación al manejo regular del predio. Idealmente se establece el cultivo trampa antes de enero, y por lo menos tres semanas antes del cultivo principal, con el fin de tener un cultivo trampa suficientemente desarrollado al momento del trasplante del cultivo principal. Según nuestra experiencia en un predio orgánico, durante los meses de alta presencia de la plaga (enero/febrero), no se logra establecer el cultivo trampa a través de siembra directa, sin implementar un control intensivo de la plaga.



Figura 6. Cultivo trampa de nabo forrajero y mostaza roja, establecido un mes antes del repollo y la rúcula.

5.2.2 Diseño espacial

De acuerdo con las observaciones, y que coinciden con información proveniente de Estados Unidos, al inicio de la temporada la Bagraña invade el cultivo desde los perímetros. Con este patrón de invasión se logra la intercepción de la plaga, con el establecimiento de un cultivo trampa perimetral, es decir un cultivo trampa que ocupa los cuatro bordes del cultivo (**Figura 7**).

Cuando se conoce el origen de la invasión con anticipación y se ha observado que este patrón se repite anualmente, se puede utilizar este conocimiento para adaptar el diseño. Por ejemplo, el origen puede ser un espacio no cultivado, con presencia de brassicas silvestres u otro cultivo de brassicas infectado en la cercanía. En este caso se puede optar por establecer el cultivo trampa solamente en el o los costados del paño, orientados hacia la fuente de la invasión.

En parcelas de brassicas de mayor tamaño, se recomienda establecer una franja de cultivos trampa cada 10 metros (**Figura 7**).



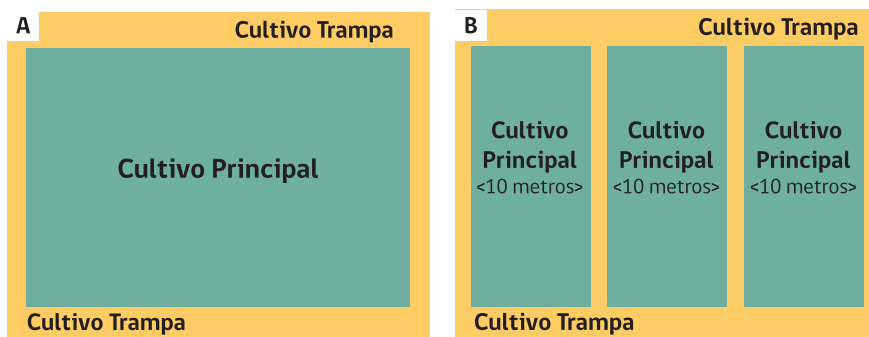


Figura 7. A. Diseño perimetral para una parcela pequeña (menos de 15 metros de ancho) (izquierda). B. Paño de mayor tamaño (derecha).

5.2.3 Un cultivo multifuncional a través de la mezcla de especies

Además de interceptar y atrapar la Bagrada, un cultivo trampa, manejado sin la aplicación de insecticidas, también podrá funcionar como reservorio de enemigos naturales de otras plagas de las brassicas (pulgones, trips, polillas) y así fortalecer el control biológico. La función de reservorio se podrá fortalecer, combinando especies con una fase vegetativa prolongada, como el nabo, para promover la función de atrapar Bagrada, y de rápida floración como la mostaza blanca para la atracción de enemigos naturales.

Las brassicas son especies muy competitivas, y sembradas en mezcla la más competitiva, como por ejemplo la mostaza blanca, logra suprimir las otras especies. Para promover que todas las especies de la mezcla logren establecerse, se recomienda sembrar una mezcla de especies con brassicas en una densidad baja, o mantener las distintas especies en líneas separadas.

5.2.4 Manejo de la chinche pintada a través del cultivo trampa

Cuando aumenta la población de Bagrada en el cultivo trampa es importante implementar medidas de manejo de la plaga, para evitar que las chinches comiencen a migrar al cultivo principal. Para bajar la población de la chinche se puede utilizar insecticidas recomendados para el manejo de Bagrada (Capítulo 4), o el control mecánico. En un predio orgánico en Panquehue hemos obtenido resultados promisorios, utilizando una aspiradora para manejar la chinche pintada (**Figura 8**) en un cultivo trampa, instalado para proteger un cultivo brócoli, que se estableció al final del mes de enero.



Figura 8. Control mecánico de Bagrada con aspiradora.



Capítulo 6

Plaguicidas convencionales y orgánicos para control de *Bagrada hilaris*

Natalia Olivares P., Ing. Agrónoma, M. Sc.
Nancy Vitta P., Ing. Agrónoma, M. Sc.

Introducción

En nuestro país, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) define el control químico como “compuesto químico, orgánico o inorgánico, o sustancia natural que se utilice para combatir malezas o enfermedades o plagas potencialmente capaces de causar perjuicios en organismos u objetos”.

El control químico es una de las herramientas más utilizada para el manejo de plagas, correspondiendo a veces a la única medida eficaz para controlarlas y evitar así el daño económico. Lamentablemente, las aplicaciones de plaguicidas con frecuencia no alcanzan la eficacia esperada, debido a la mala calidad de éstas, aumentando en muchas ocasiones las dosis o repitiendo las aplicaciones. Se identifican diferentes problemas asociados a una aplicación química deficiente, la más importante corresponde al desarrollo de resistencia de las plagas a los plaguicidas.

La resistencia se define como un cambio heredable, en la susceptibilidad de una población de insectos que provoca el fracaso repetido de un producto insecticida, para alcanzar el nivel adecuado de control cuando éste es usado de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta para dicha plaga. Recurrentemente, una de las principales prácticas equívocas que realizan los agricultores, es el uso de plaguicidas con diferentes ingredientes activos pero que actúan en el mismo sitio de acción. Como resultado de esta práctica, prevalecen los insectos naturalmente resistentes, los cuales se aparean dejando su descendencia resistente y volviéndose predominantes en la población.

Respecto a *B. hilaris*, el SAG ha autorizado el uso de diferentes plaguicidas para el control de la plaga (<https://www.sag.gob.cl/content/lista-de-plaguicidas-au->



torizados-para-el-control-oficial-de-*bagrada-hilaris*), los cuales han sido probados por INIA para entregar información a los agricultores respecto a la eficacia de ellos.

6.1 Plaguicidas convencionales

Respecto al control químico de *Bagrada* a nivel de campo, ha sido reportada la dificultad del control con insecticidas. No obstante, los plaguicidas del tipo piretroides sintéticos, neonicotinoides y compuestos organofosforados contribuyen a minimizar el daño. Es por ello que, para aumentar el éxito del control químico, se debe considerar siempre la rotación de los diferentes modos de acción con el fin de minimizar los posibles problemas de resistencia.

6.1.1 Evaluación de laboratorio

Con el fin de conocer el control potencial sobre adultos de *B. hilaris* fueron evaluados diferentes plaguicidas a nivel de laboratorio. La mortalidad de los insectos fue evaluada a las 24, 48, 72 horas, 6 y 7 días después de la aplicación de los tratamientos.

A continuación, se presentan los 12 ingredientes activos que se evaluaron: bifentrin, imidacloprid, novaluron, acetamiprid, lambda-cihalotrina, tiametoxam, clorantroliprol, profenofos, metomilo, clorpirifos, betaciflutrina, gamma-cihalotrina y acefato.

Los resultados obtenidos en laboratorio se indican en el **Cuadro 1**. La mortalidad de adultos de *B. hilaris* alcanza valores entre el 75 y 100% a los 7 días post aplicación sobre residuos secos de los insecticidas.

Cuadro 1. Eficacia de insecticidas sobre adultos de *Bagrada hilaris* bajo condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Eficacia de insecticidas (%)					
	Concentración	24 horas	48 horas	72 horas	6 días	7 días
Bifentrin 10 EC	150 cc/hl	5	100			
Imidacloprid 20 SL	50 cc/hl	15	30	60	60	90
Imidacloprid 70 WP	15 g/hl	25	40	65	90	100
Lambdacihalotrina 5 EC	75 cc/hl	25	35	80	95	100
Rimon EC	0,88 l/ha	0	5	35	90	95
Cormoran	0,88 l/ha	10	35	55	90	95
Karate Zeon	600 cc/ha	45	75	100		
Actara 25 WG	400 cc/ha	35	55	70	95	100
Voliam Flexi 300 SC	500 cc/ha	30	35	60	90	90
Selecron 720 EC	1000 cc/ha	70	100	100	-	-
Engeo 247 ZC	350 cc/ha	50	95	100	-	-
Ampligo 150 ZC	600 cc/ha	35	55	100	-	-
Talstar 10 EC	350 cc/ha	65	85	100	-	-
Acetamiprid 70WG	30 g/hl	20	35	40	100	-
Clorpirifos 48EC	1,5 l/ha	100	-	-	-	-
Balazo 90SP	1,0 k/ha	100	-	-	-	-
Permetrina 50CE	250 cc/ha	15	35	40	80	80
Greko 90SP	1,0 k/ha	70	100	-	-	-
Gladiador 50 WP	300 g/ha	45	45	70	100	100
Zero 5EC	250 cc/ha	45	65	80	95	95
Rayo 50EC	250 cc/ha	5	25	40	90	95
Orthene 75SP	1,0 k/ha	0	45	75	100	-
Mageos	30 g/hl	0	0	35	60	75
Muralla Delta 190 OD	260 cc/ha	5	55	90	100	-
Bulldock 125 SC	140 cc/ha	5	45	95	100	-
Invicto 50 SC	280 cc/ha	5	30	90	90	95
Mospilan	50 g/hl	0	15	15	50	80
Bull	85 cc/ha	25	40	65	85	90
Confidor Forte 200 SL	270 cc/ha	15	30	60	75	80



6.1.2 Evaluación de insecticidas en campo

Fueron evaluados diferentes insecticidas para el control de *B. hiliaris* en un campo comercial de la comuna de Lampa sobre plantas de rúcula. Para las aplicaciones se utilizó una bomba espalda y las evaluaciones se realizaron previo a la aplicación de los tratamientos y a las 24 y 48 horas post aplicación.

El Cuadro 2, muestra el porcentaje de eficacia de los tratamientos sobre adultos de *B. hiliaris* después de 24 y 48 horas desde su aplicación. De los 19 plaguicidas evaluados, 17 tuvieron una eficacia sobre un 80% a las 24 horas post aplicación y a las 48 horas el 100% de los plaguicidas presentó una eficacia superior a un 87%.

Cuadro 2. Eficacia de los tratamientos sobre adultos de *B. hiliaris* en campo después de 24 horas y 48 horas de su aplicación (Comuna de Lampa, enero de 2018).

Tratamiento	Ingrediente activo	Eficacia Campo (%)	
		24 horas	48 horas
Orthene 75SP	Acefato	82	92
Gladiador 50 WP	Acetamiprid/Labdacihalotrina	87	92
Bulldock 125 SC	Betaciflutrina	82	82
Bifentrin 10 EC	Bifentrina	85	95
Talstar 10 EC	Bifentrina	90	95
Ampligo 150 ZC	Clorantraniliprol/Labdacihalotrina	90	90
Clorpirifos 48EC	Clorpirifos	97	97
Bull	Gammacihalotrina	65	90
Imidacloprid 70 WP	Imidacloprid	67	87
Muralla Delta 190 OD	Imidacloprid/Deltametrina	80	87
Labdacihalotrina 5 EC	Labdaciahlotrina	82	92
Karate Zeon	Labdacihalotrina	90	92
Zero 5EC	Labdacihalotrina	90	100
Invicto 50 SC	Labdacihalotrina	85	92
Balazo 90SP	Metomilo	97	97
Greko 90SP	Metomilo	90	95
Selecron 720 EC	Profenofos	90	95
Actara 25 WG	Tiametoxam	70	
Engeo 247 ZC	Tiametoxam/Labdachialotrina	95	90

6.2 Plaguicidas biológicos

De acuerdo a la ley 20.838 los productos orgánicos agrícolas son aquellos provenientes de sistemas holísticos de gestión de la producción en el ámbito agrícola, pecuario o forestal, que fomenta y mejora la salud del agroecosistema.

Se ha reportado que no existen opciones de productos orgánicos efectivos para el control de *Bagrada* en cultivos orgánicos, aunque el jabón insecticida y los aceites hortícolas, incluidos el aceite de neem (azadiractina) y el aceite parafínico, pueden proporcionar cierto control contra las ninfas.

A la fecha, en nuestro país el único plaguicida orgánico con registro SAG para el control de *Bagrada* corresponde la azadiractina, el cual es extraído de la semilla del árbol de neem.

La azadiractina es un insecticida regulador de crecimiento, con acción sobre los estados inmaduros de los insectos, afectando la síntesis de la hormona ecdisona, inhibiendo la muda de los insectos. Existen antecedentes que muestran el efecto de azadiractina sobre ninfas de primer y segundo instar de *Bagrada hilaris*. En estudios realizados por INIA, en condiciones de laboratorio y campo se evaluó su efecto.

6.2.1 Evaluación en laboratorio de Azadiractina

Fue evaluado el plaguicida Neem-x, sobre adultos de *B. hilaris*. Los ejemplares fueron obtenidos desde la crianza del laboratorio de Entomología INIA La Platina. El ensayo fue realizado bajo condiciones ambientales. Fue evaluado el número de adultos muertos a las 24, 48, 72 horas, 6 y 7 días desde la aplicación de los tratamientos.

Los resultados de este ensayo, mostraron mortalidades máximas de un 40% a los 6 y 7 días post aplicación (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Número de adultos muertos a las 24, 48, 72 horas, 6 y 7 días desde la aplicación de los tratamientos.

Plaguicida	24 horas	48 horas	72 horas	6 días	7 días
Neem-x	0	20	25	40	40



6.2.2 Evaluación en campo de Azadiractina

Los ensayos fueron realizados en una plantación de repollo ubicada en la comuna de La Cruz. El período fenológico del cultivo correspondió a cuatro hojas verdaderas. La dosis utilizada fue la recomendada por el fabricante. Fueron realizadas dos aplicaciones de Neem-x azadiractina con un intervalo de una semana entre las aplicaciones. Se evaluó la población inicial de *B. hiliaris* a los 7, 14, 21 y 28 días post segunda aplicación. Para estimar la intensidad del daño provocado por el chinche se construyó una tabla indicando: 0 - sin daño, 1- uno o dos daños aislados, 2- 50 % de contorno de hoja dañada, 3-100 % de contorno de hoja dañada y 4- hoja muerta (Cuadro 4).

Cuadro 4. Niveles de daño.

Nivel 0 Ausencia de daño	Nivel 1 Uno o dos daños aislados	Nivel 2 50% del contorno de la hoja con daño	Nivel 3 100% del contorno de la hoja con daño	Nivel 4 Hoja muerta
				

Respecto a la densidad de *B. hiliaris*, sólo se evidenció diferencias estadísticas con el testigo previo a la segunda aplicación de azadiractina, luego la densidad se mantuvo igual al testigo sin aplicaciones (**Figura 1**). Sin embargo, en relación al daño evaluado, a partir de la primera aplicación con azadiractina siempre se observó diferencias estadísticas respecto al testigo, alcanzando niveles de daño mayores a un 40%. La disminución de los daños provocados por *B. hiliaris* en repollo, estarían indicando un efecto de repelencia de azadiractina sobre adultos de esta plaga (**Figura 2**).

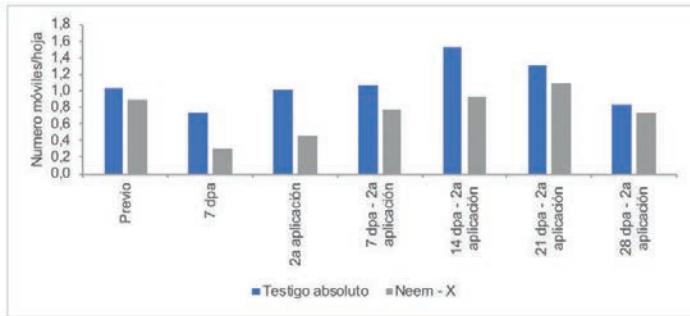


Figura 1. Efecto de Neem-X sobre estados móviles de *B. hiliaris*.

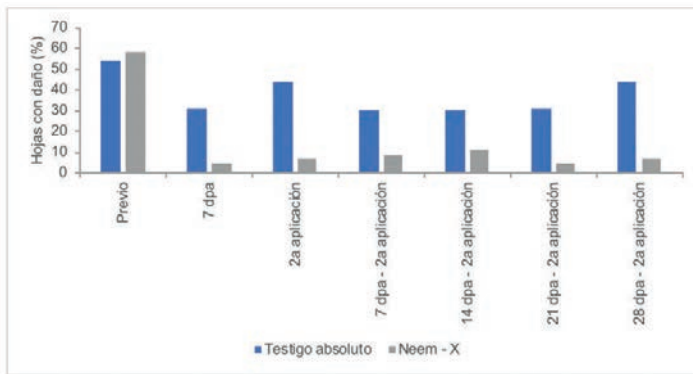


Figura 2. Porcentaje de hojas de repollo con daño de *B. hiliaris*.



Bibliografía consultada

Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. 1925. *Journal of Economic Entomology*. 18:265-7.

Butt TM, Coates CJ, Dubovskiy IM, Ratcliffe NA. 2016. Chapter nine-entomopathogenic fungi: new insights into host-pathogen interactions. *Advances in Genetics*. 94:307-364.

Cañedo, V., & Ames, T. 2004. *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos*. Cip.

Chen, J. and Nonacs, P. 2000. Nestmate recognition and intraspecific aggression based on environmental cues in Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America* 93 (6): 1333-1337.

Dent, D. 1991. *Insect Pest Management*. CAB International, UK. 604 p.

Felipe-Victoriano, M.; Talamas, E.J. and Sánchez-Peña, S.R. 2019. Scelionidae (Hymenoptera) parasitizing eggs of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) in Mexico. In: Talamas E (Eds) *Advances in the Systematics of Platygastridae II*. *Journal of Hymenoptera Research* 73: 143-152.

Ganjisaffar, F.; Talamas, E.J.; Bon, M.C.; Gonzalez, L.; Brown, B.V. and Perring, T.M. 2018. *Trissolcus hyalinipennis* Rajmohana & Narendran (Hymenoptera, Scelionidae), a parasitoid of *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Hemiptera, Pentatomidae), emerges in North America. *Journal of Hymenoptera Research* 65: 111-130.

Ganjisaffar, F.; Talamas, E.J.; Bon, M.C. and Perring, T.M. 2020. First report and integrated analysis of two native *Trissolcus* species utilizing *Bagrada hilaris* eggs in California. *Journal of Hymenoptera Research* 80: 49-70.

Ganjisaffar, F.; Power, N. and Perring, T.M. 2021. Preferential Parasitism of *Ooencyrtus mirus* (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) Regardless of Rearing Host. *Annals of the Entomological Society of America*, 114 (3), 1- 8.

Gordh, G.; Legner, E. and Caltagirone, L. 1999. *Biology of Parasitic Hymenoptera*. In: *Handbook of Biological Control: Principles and Application of Biological Control* Ed. Bellows, T. and Fisher, T. Academic Press USA. 355-381 pp

Henderson CF, Tilton EW. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*.48:157-61

Hoenisch, R., Burkle. and C. Hodges. 2014. *Bagrada* Bug (*Bagrada hiliaris*). Florida First Detector. <https://slideplayer.com/slide/12803803/>

Huang, T., D. A. Reed, T. M. Perring, y J. C. Palumbo. 2014. Host selection behavior of *Bagrada hiliaris* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial cruciferous host plants. *Crop Protection* 59: 7-13.

Jervis, M. and Kidd, N. 1996. *Insect natural enemies: Practical approaches to their study and evaluation*. Chapman &Hall, UK. 491 p.

LeVeen, E. and A. Hodges. 2014. *Bagrada* Bug, Painted Bug, *Bagrada Hiliaris* (Burmeister) (Insecta: Hemiptera: Pentatomidae). Department of Entomology and Nematology; UF/IFAS Extension, Gainesville. University of Florida. <http://entnemdept.ifas.ufl.edu/creatures/>.

Macfadyen, S., Davies, A.P and Zalucki, M.P. 2015. Assessing the impact of arthropod natural enemies on crop pests at the field scale. *Insect Science* 22:20-34.

Mahmood, R.; Jones, W.A.; Bajwa, E. B. and Rashid, K. 2015. Egg Parasitoids from Pakistan as Possible Classical Biological Control Agents of the Invasive Pest *Bagrada hiliaris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Entomology Sciences*. 50(2): 147-149.

Palumbo, J. and Natwick, E. 2010. The *Bagrada* bug (Hemiptera: Pentatomidae): a new invasive pest of cole crops in Arizona and California, March 2010. *Plant Health Prog.* (doi:10.1094/PHP-2010-0621-01-BR).

Palumbo, J.C.; Perring, T. M.; Millar, J.M. and Reed, D.A. 2016. Biology, Ecology, and Management of an Invasive Stink Bug, *Bagrada hiliaris*, in North America. *Annual Review of Entomology* 61: 453-473.

Palumbo, J., T. Perring, J. Millar y D. Reed. 2016. Biology, ecology, and management of an invasive stink bug, *Bagrada hiliaris*, in North America. *Annual Review of Entomology* 61:453-73.

Shelton, A.M., y F.R. Badenes-Pérez. 2006. Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annual Review of Entomology* 51: 285-308.



Swezey, S.L., D.J. Nieto, y J.A. Bryer. 2007. Control of western plant bug *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera:Miridae) in California organic strawberries using alfalfa trap crops and tractor-mounted vacuums. *Environmental Entomology* 36: 1457-1465.

Prado, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. *Boletín Técnico INIA* N° 169. 207 p.

Reed,D., Palumbo, J., Perring, T. and C. May. 2013. *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae), An Invasive Stink Bug Attacking Cole Crops in the Southwestern United States. *Journal of Integrated Pest Management*. 4(3):1-7.

Rehner, S. A., Minnis, A. M., Luangsa-ard, J. J., & Humber, R. A. (2011). Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*.

Ripa, R. y Larral, P. 2008. Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Colección Libros INIA N°23. 399 p.

Roig-Juñent, S. y Dominguez, M. 2001. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 549-571.

Rojas, S. P. 2005. Control Biológico de Plagas en Chile. Historia y Avances. Colección libros INIA N° 12. 123 p.

Sánchez-Peña, S. 2017. First Record in Mexico of the Invasive Stink Bug *Bagrada hilaris*, on Cultivated Crucifers in Saltillo. *Southwestern Entomologist*, 39(2):375-377.

SENASICA. *Bagrada hilaris* Burmeister. Chinche *Bagrada*. 2014. Ficha Técnica No. 42. Dirección General de Sanidad Vegetal. México. 18 p.

Shimat, J., Grettenberger, I. and Larry D. 2017. Effects of Induced Starvation on *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) Survival. *Journal of Entomological Science*, 52(3):216-228.

Solervicens, J. A. 2014. Coleópteros de la Reserva Nacional Río Clarillo en Chile central: taxonomía, biología y biogeografía. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / CONAF. 478 p.

Talamas, E.J.; Buffington, M.L. and Hoelmer, K. 2017. Revision of Palearctic *Trisolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae). In: Talamas EJ, Buffington ML (Eds) *Advances in the Systematics of Platygastroidea*. *Journal of Hymenoptera Research* 56: 3-185.

Taylor, M.E.; Bundy, C.S. and McPherson, J.E. 2015. Life History and Laboratory Rearing of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) with Descriptions of Immature Stages. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 108(4): 536-551.

Van Driesche, R.; Hoddle, M. and Center, T. 2008. Control of pest and weed by natural enemies. An introduction to Biological Control. Blackwell, Malden, MA & Oxford, 473 p.

Van Lenteren, J.C.; Bolckmans, K.; Köhl, J.; Ravensberg, W.J. and Urbaneja, A. 2018. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl* 63:39-59





Boletín INIA / N°446
www.inia.cl

