

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.

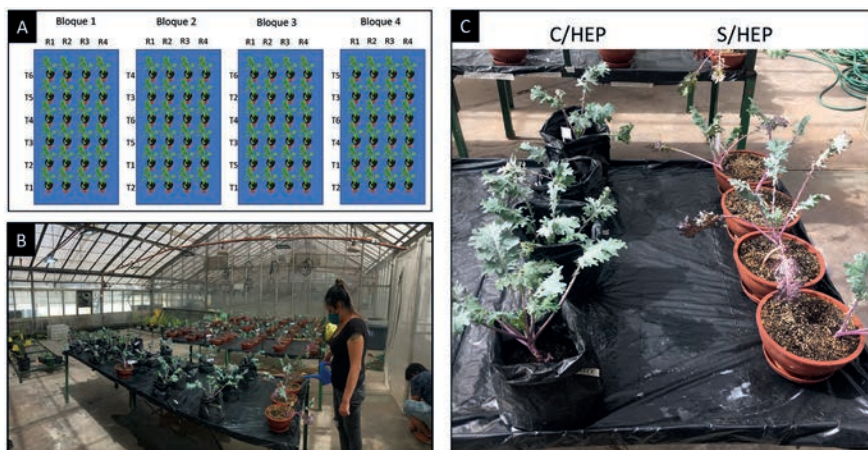


Figura 2. Daños y presencia de otras plagas en plantas sin aplicación de HEP. En las plantas no aplicadas (control sin aplicación) se encontraron presentes, además de *B. hiliaris*, mosquita blanca, áfidos y *P. xylostella*.

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**).

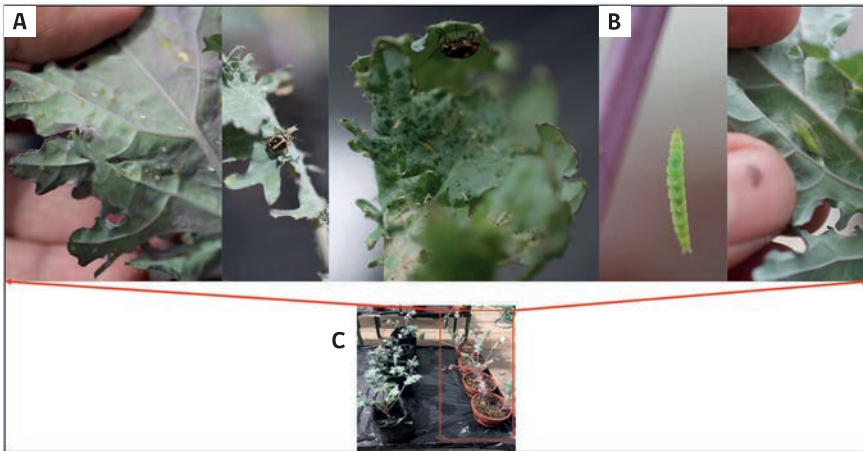


Figura 3. Evaluación de HEP en invernadero. **A.** Diseño de bloques al azar en invernadero, con cuatro bloques en donde cada uno posee seis tratamientos con cuatro repeticiones. **B.** Establecimientos de ensayo en invernadero. **C.** Efecto post aplicación de los HEP (C/HEP) versus sin aplicación (S/HEP).





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 oviposición 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**).

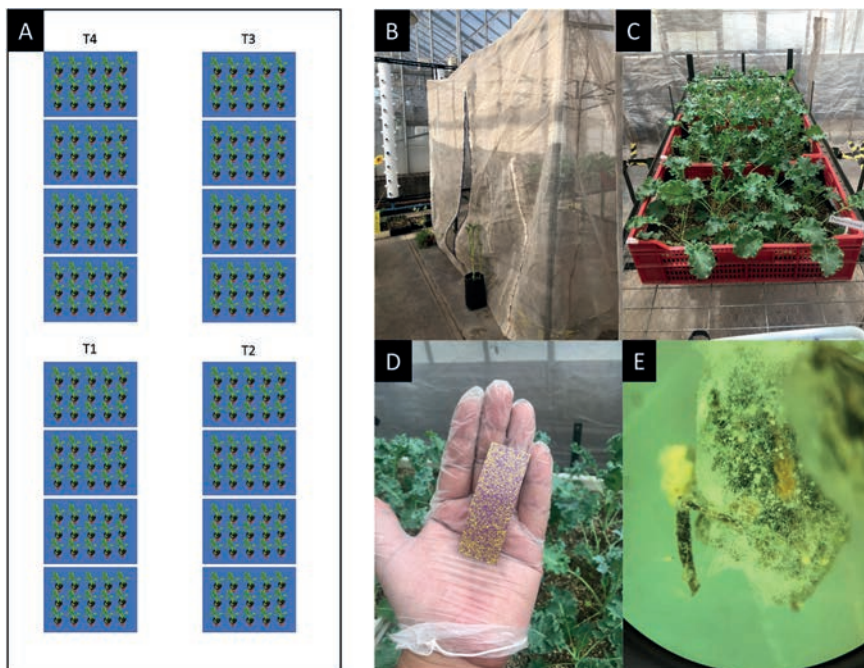


Figura 5. Ensayo de evaluación de la eficacia de HEP en el control de *B. hilaris* en invernado. **A.** Diseño experimental. **B.** Jaula de bioseguridad de malla antiáridos. **C.** Bandejas de Kale verde. **E.** Chinche infectado por HEP con presencia de hongos oportunistas.

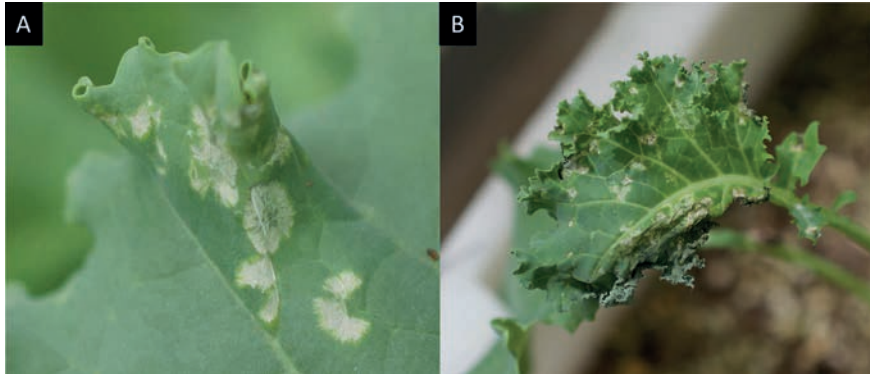


Figura 6. Daño característico de *B. hiliaris*. **A.** Estrellado. **B.** Marchitez (necrosis) posterior al daño de *B. hiliaris*.

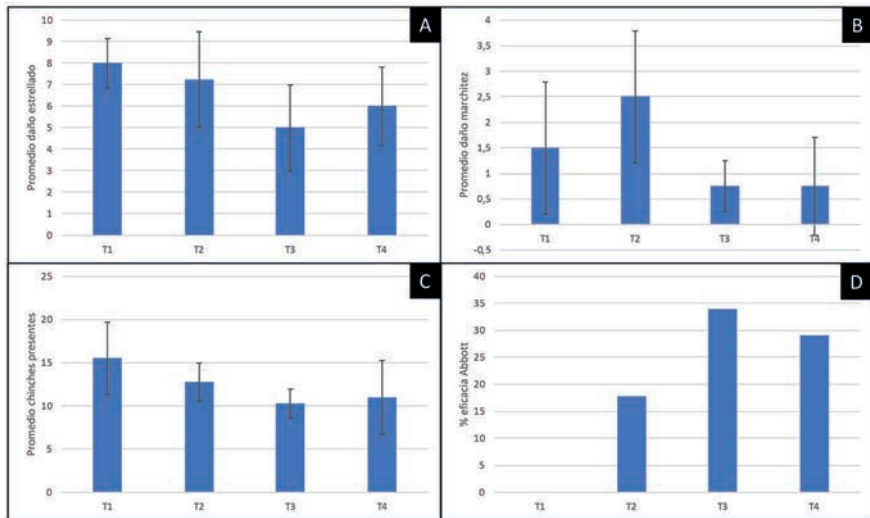


Figura 7. Resultados de evaluación del daño de *B. hiliaris* y eficacia de HEP en ensayo de invernadero a los 3dda. **A.** Promedio de daño estrellado por tratamiento. **B.** Promedio de daño de marchitez por tratamiento. **C.** Promedio de chinches presentes por tratamiento. **D.** % de eficacia corregida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



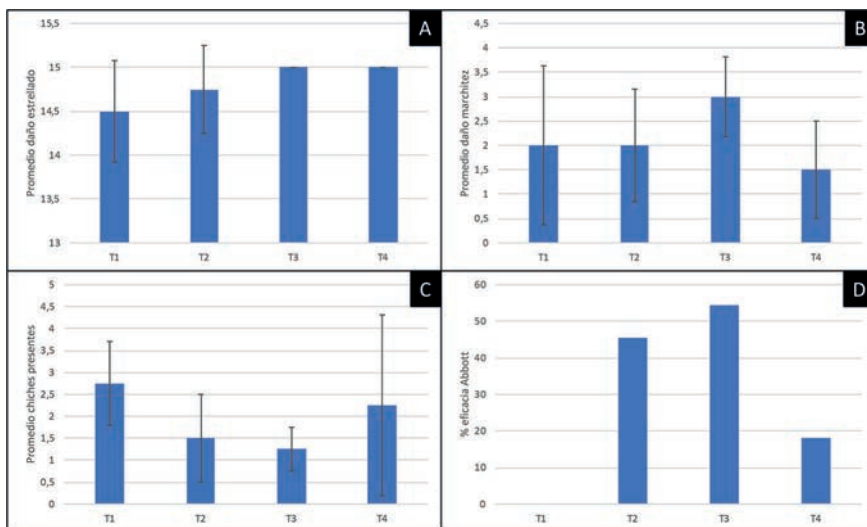


Figura 8. Resultados de evaluación del daño de *B. hiliaris* y eficacia de HEP en ensayo de invernadero a los 7dda. **A.** Promedio de daño estrellado por tratamiento. **B.** Promedio de daño de marchitez por tratamiento. **C.** Promedio de chinches presentes por tratamiento. **D.** % de eficacia corregida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

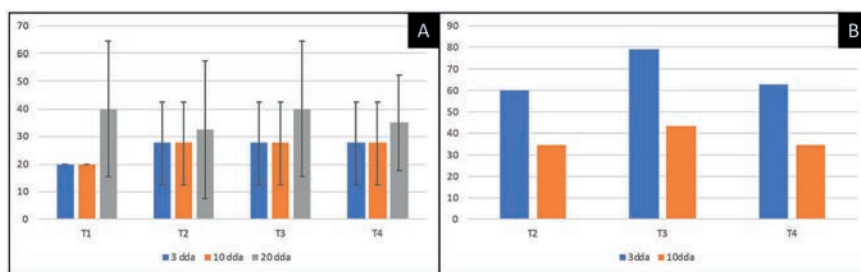


Figura 10. Resultados de evaluación del daño de *B. hilaris* y eficacia de HEP en ensayo de campo. **A.** Promedio de plantas con daño a los 3, 10 y 20 dda. **B.** Porcentaje de eficacia determinado a través de H y T a los 3 y 10 dda.

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**).



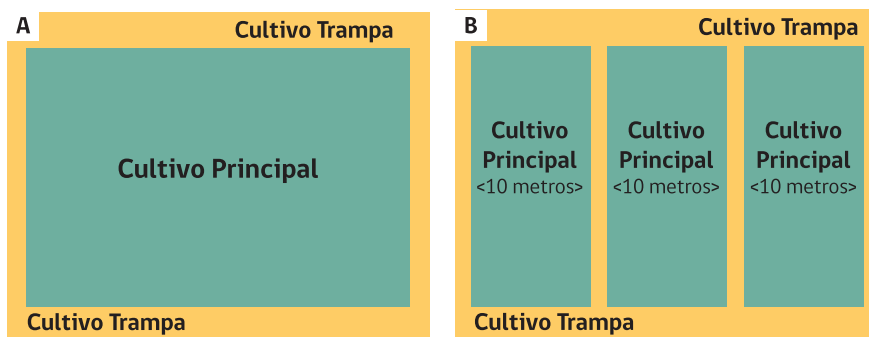


Figura 7. A. Diseño perimetral para una parcela pequeña (menos de 15 metros de ancho) (izquierda). B. Paño de mayor tamaño (derecha).

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.

