



EL MISIONERO DEL AGRO

**MÉTODO PUSH AND PULL COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA EL
MANEJO SUSTENTABLE DE BAGRADA HILARIS.**

**PUSH AND PULL METHOD AS AN ECOLOGICAL ALTERNATIVE FOR THE
SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BAGRADA HILARIS**

Autores:

Imarta V. Albornoz¹, Camila González², Contanza Oyarce³,

FILIACIÓN:

1 Dra. Ciencias Agrarias, Directora Programa Manejo Territorial de Insectos.
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura
y los Territorios Rurales_Ceres. San Francisco 1600, La Palma, Quillota, Chile.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, Valparaíso, Chile.
Email: malbornoz@centrocere.cl

2 Mg©, Investigadora Programa Manejo Territorial de Insectos.
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura
y los Territorios Rurales_Ceres. San Francisco 1600, La Palma, Quillota, Chile.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, Valparaíso, Chile.
Email:cagonzalez@centrocere.cl

3 Ingeniera Agrónoma, Asistente de Investigación Programa Manejo Territorial de
Insectos.
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura
y los Territorios Rurales_Ceres. San Francisco 1600, La Palma, Quillota, Chile.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, Valparaíso, Chile.
Email: coyarce@centrocere.cl

Fecha de Presentación: 30 -11-2020 Fecha de Aprobación: 23 -02 -2021

MÉTODO PUSH AND PULL COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE BAGRADA HILARIS.

PUSH AND PULL METHOD AS AN ECOLOGICAL ALTERNATIVE FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BAGRADA HILARIS

**Autor: IMARTA V. ALBORNOZ¹, CAMILA GONZÁLEZ², CONTANZA
OYARCE³,**

FILIACIÓN:

1 Dra. Ciencias Agrarias, Directora Programa Manejo Territorial de Insectos.
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura
y los Territorios Rurales_Ceres. San Francisco 1600, La Palma, Quillota, Chile.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, Valparaíso, Chile.
Email: malbornoz@centrocere.cl

2 Mg©, Investigadora Programa Manejo Territorial de Insectos.
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura
y los Territorios Rurales_Ceres. San Francisco 1600, La Palma, Quillota, Chile.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, Valparaíso, Chile.
Email:cagonzalez@centrocere.cl

3 Ingeniera Agrónoma, Asistente de Investigación Programa Manejo Territorial de
Insectos.
Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura
y los Territorios Rurales_Ceres. San Francisco 1600, La Palma, Quillota, Chile.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, Valparaíso, Chile.
Email: coyarce@centrocere.cl

Fecha de Presentación: 30 -11-2020 Fecha de Aprobación: 23 -02 -2021

RESUMEN

La producción agrícola sustentable, se logra a través de interacciones biológicas y sinergias benéficas entre sus componentes, las cuales son capaces de regular las plagas que afectan los cultivos. Acorde con este paradigma, este estudio postula que el desarrollo de unidades de biodiversidad funcional (UBF) que se implementen dentro de predios hortícolas, permitiría manejar el hábitat de *Bagrada hilaris* y sus enemigos naturales. Esto podría prevenir el aumento de las poblaciones de estos insectos en los cultivos de crucíferas de interés comercial. Este estudio busca diseñar estrategias sostenibles para la reducción de las poblaciones de *B. hilaris* en crucíferas, basadas en la incorporación de unidades de biodiversidad funcional, mediante método push and pull. La selección de plantas bancos y repelentes fueron realizadas mediante pruebas olfatométricas, test de elección y ensayos de campo. Los resultados indican que el método push and pull propuesto debe estar compuesto de las siguientes plantas repelentes (push): *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal), *Thymus vulgaris* (tomillo), *Pelargonium peltatum* (hiedra cardenal) y *Pelargonium graveolens* (malva rosa); y las especies para ser utilizadas como plantas bancos (pull) son: *Hirschfeldia incana* (mostacilla), *Brassica campestris* (yuyo), *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo).

Key words: Painted bag, cabbage, repellent plants, banker plants.

ABSTRACT

Sustainable agricultural production is achieved through biological interactions and beneficial synergies between these components, which are capable of regulating pests that affect crucifer crops. In accordance with this paradigm, this study postulates that the development of functional biodiversity units that are implemented within horticultural farms, would allow managing the habitat of *Bagrada hilaris* and their natural enemies. This could prevent the increase of the populations of these insects in the commercial crucifer crops. This study seeks to design sustainable strategies for the reduction of *B. hilaris* populations in crucifers, based on the incorporation of functional biodiversity units, using the push and pull method. The selection of bank and repellents plants were carried out by olfactometer tests, choice test and field tests. The results indicate that the proposed push and pull method should be composed of the following repellent plants (push): *Mentha spicata* (mint), *Coriandrum sativum* (coriander), *Pelargonium hortorum* (geranium), *Thymus vulgaris* (thyme), *Pelargonium peltatum* (ivy geranium) and *Pelargonium graveolens* (rose geranium); and the species to be used as bank plants (pull) are: *Hirschfeldia incana* (hoary mustard), *Brassica campestris* (field mustard), *Brassica oleracea* var. *capitata* (cabbage).

INTRODUCCIÓN

El método push and pull, incorpora plantas banco asociadas con plantas repelentes conformando unidades de biodiversidad funcional dentro del sistema de cultivo, con lo cual se logra manipular la distribución de insectos plaga y controlar sus poblaciones (Cook et al., 2007; Khan et al., 2008; Khan y Pickett, 2008). Esta estrategia es eficiente en la mantención, dispersión y desarrollo de los enemigos naturales de la plaga (Huang et al., 2011; Parolin et al., 2015; Simpson et al., 2011). Las plantas banco son usadas para el albergue y refugio de los enemigos naturales y al mismo tiempo desplaza la plaga hacia un recurso atractivo distinto del cultivo (Miller y Cowles, 1990). La incorporación de plantas repelentes en este método implica la emanación de olores, repelencia o confusión de las poblaciones de insectos, limitando la búsqueda del cultivo de preferencia (Choi et al., 2003; Bailey et al., 2010; Togni et al., 2010).

Por otra parte, *Bagrada hilaris* (Burmeister, 1835) Hemiptera: Pentatomidae, es un insecto originario de Asia y África, actualmente presente en Estados Unidos, al sur de Europa, África y Asia. En Chile, fue considerada una plaga cuarentenaria ausente, hasta que fue detectada por primera vez en la región Metropolitana, en septiembre de 2016 (SAG, 2018). A la fecha este insecto, con gran potencial invasor, ha abarcado más de 36.000 Km² desde la región de Coquimbo hasta la región de O'Higgins, afectando preferentemente cultivos de crucíferas como: coliflor, repollo, brócoli, rúcula, rabanito, kale, pak-choi, mizuna y mostaza roja; como también en malezas: yuyo, rábano silvestre y malvilla; y otros cultivos que sirven de refugio para el insecto: alfalfa, acelga, betarraga, maíz, maravilla, zapallo, papa, tomate, zanahoria, cebolla, soya y albahaca. En brásicas, este insecto consume hojas y puntos de crecimiento, pudiendo causar muerte en plantines, generar plantas acéfalas (sin formación de coronas) o plantas con múltiples coronas, lo que hace imposible su comercialización (Reed et al, 2017).

El enfoque predominante para el manejo de *Bagrada hilaris* en cultivos de crucíferas en todo el mundo ha sido el control químico (McPherson, 2018). En Chile, no se han desarrollado estrategias de control acordes a sistemas de producción agroecológicos, que permitan reducir las poblaciones de *B. hilaris*. El objetivo de este trabajo buscó diseñar estrategias sostenibles para la reducción de las poblaciones de *B. hilaris* en brásicas, basadas en la incorporación de unidades de biodiversidad funcional, mediante métodos push and pull.

METODOLOGÍA

Los experimentos controlados de laboratorio se llevaron a cabo en el laboratorio de Centro Ceres (32°52'58.19" S y 71°12' 22.99" W); y los ensayos de campo localizados en: sitio 1-L ubicado en 32°54'53"S y 71°15'33"W; sitio 2-H ubicado en 32°53'10"S y 71°13'28"W y el sitio 3-Q ubicado en 32°52'57"S y 71°12'25"W. Todos los ensayos fueron realizados en la comuna de Quillota, Región de Valparaíso, Chile.

Plantas evaluadas para push and pull: las plantas repelentes (push) utilizadas fueron *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal), *Thymus vulgaris* (tomillo), *Pelargonium peltatum* (hiedra cardenal) y *Pelargonium graveolens* (malva rosa). Las especies para ser utilizadas como plantas bancos (pull) son principalmente especies de brásicas presentes en el país, en las cuales *B. hilaris* ha sido detectada y se ha observado daño: *Hirschfeldia incana* (mostacilla), *Brassica campestris* (yuyo), *Raphanus raphanistrum* (rabanillo), *Capsella bursa-pastoris* (bolsa del pastor), *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo), *Lobularia maritima* (lobularia, alysum).

Producción de material vegetativo para ensayos: la producción de plantas para los ensayos se realizó en invernadero tipo túnel en Centro Ceres. Para ello se acondicionó un mesón de 10 metros de largo x 1,5 m de ancho x 1,0 m de alto, se cubrió con malla anti áfidos para evitar el ingreso de insectos fitófagos que pudieran alterar la fisiología de las plantas cultivadas y se le instaló un sistema de riego automatizado para mantener las plantas con la humedad adecuada. Todas las semillas fueron sembradas en maceteros plásticos de 10 centímetros de diámetro con un sustrato compuesto por los siguientes materiales a razón: 3 de turba; 1 de compost; 1 perlita. Las semillas, se embebieron durante 1 día y se dispusieron a una profundidad que variaba según el tamaño de la semilla (dos veces el tamaño de la semilla). Las semillas de rábano (*Raphanus raphanistrum*), yuyo (*Brassica campestris*), mostacilla (*Hirschfeldia incana*) y bolsita de pastor (*Capsella bursa-pastoris*) fueron recolectadas en campo, mientras que semillas de *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal), *Thymus vulgaris* (tomillo), *Pelargonium peltatum* (hiedra cardenal), *Pelargonium graveolens* (malva rosa), *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo) y *Lobularia maritima* (aliso), fueron obtenidas de compra en semilleros.

Mantenición de insectos para ensayos: los insectos fueron colectados de predios de productores de repollos y llevados a laboratorio, donde fueron mantenidos en frascos de vidrio de 20 x 15 cm, cubiertos con una malla tipo tul y alimentados con brócoli. Se mantuvieron a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y a 50% ($\pm 10\%$) de humedad relativa y mantenidos con fotoperíodo de 16:8 [Luz: Oscuridad].

Bioensayos en olfactómetro: los bioensayos para plantas repelentes y plantas bancos se realizaron en un tubo olfatómetro en forma de Y, el cual tiene conexión con 2 cámaras de vidrio, que contienen las plantas (fuente de estímulo), se colocaron además blancos para evaluar si hay alguna influencia de elementos que componen el olfactómetro. Los compuestos volátiles fueron transferidos mediante flujo controlado de aire purificado a través de carbón activo, para ver la respuesta de cada insecto al estímulo. Para generar mayor respuesta del insecto frente a los estímulos de olores al cual fueron enfrentados, los insectos se mantuvieron sin alimentación 5 horas previas al ensayo. Los insectos fueron colocados cuidadosamente en la entrada del tubo Y por la parte más larga y se consideró un tiempo de respuesta máximo de cinco minutos. Las condiciones de temperatura se fijaron en un rango de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Finalmente, la luminosidad a la cual se

trabajó tubo un rango de 965 ± 50 lúmenes/m². Se evaluaron 15 hembras y 15 machos en cada prueba. La variable respuesta (repele/no repele), se analizó mediante pruebas χ^2 con un nivel de significancia de 0,05.

Test de libre elección para plantas banco: se realizó además un test de elección para verificar si *B. hiliaris* se alimenta de las plantas seleccionadas, para ello se utilizó la metodología descrita por Huang et al. (2014), la cual consistió en colocar en un invernadero experimental, una jaula de malla totalmente aislada, que bordea el ensayo. Un total de 12 plantas (dos plantas por especie) fueron situadas al azar formando un círculo de un metro de diámetro, con una distancia aproximada de 10 centímetros entre plantas. Al interior del círculo de plantas se colocó una placa Petri con 6 parejas de *B. hiliaris* en estado adulto, las cuales estaban ubicadas a una distancia de 50 cm de las plantas.

La selección de las plantas banco se realizó según: a) preferencia del huésped (cuántas chinches hay en cada planta); b) aceptación del hospedero (hora en que el primer daño fue observado) y c) susceptibilidad del huésped o momento en que se registra el máximo nivel de daño (Schoonhoven et al., 2005). Los síntomas de daño por alimentación fueron identificados como pequeñas manchas blancas visibles en los cotiledones (Palumbo y Natwick, 2010) y las mediciones de los tres parámetros se realizaron a 1; 2; 4; 8; 24 y 48 horas después de haber instalado el ensayo. Este ensayo contempló 9 repeticiones, en un diseño completamente al azar.

Ensayos de campo: se evaluaron dos tipos de unidades de biodiversidad funcional (UBF) tipo push and pull (tratamientos T1 y T2) más una zona sin unidades tipo push and pull o testigo (tratamiento T0) en tres sitios distintos de producción de repollos. En los tratamientos T1 y T2, la instalación de las especies repelentes se realizó con una semana de antelación respecto a la instalación de repollo y las plantas banco.

El Tratamiento T1 fue diseñado con dos especies de plantas repelentes: *Pelargonium hortorum* y *Thymus vulgaris* (cardenal y tomillo respectivamente), las cuales fueron instaladas de manera intercalada a una distancia de 20 centímetros entre ellas y a 70 centímetros sobre la hilera de repollo y de la hilera banco. El tratamiento T1 cerraba completamente el perímetro de plantación de repollos, la hilera de planta banco se ubicó al exterior de las plantas repelentes y estaba compuesta preferentemente por repollos que son los más atractivos a *B. hiliaris* y plantas de rábano, mostacilla y yuyo.

El Tratamiento T2, se diseñó con seis especies de plantas repelentes *Pelargonium peltatum* (hiedra Cardenal), *Thymus vulgaris* (tomillo), *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium graveolens* (malva rosa) *Pelargonium hortorum* (cardenal), las cuales fueron instaladas de manera intercalada a una distancia de 20 centímetros entre ellas sobre hilera y a 70 centímetros entre hilera de repollo y de la hilera banco, este tratamiento no cerró completamente el perímetro de plantación de repollos y la hilera de plantas banco estaba compuesta por las mismas especies del tratamiento anterior.

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento y parcelas experimentales de 64m² cada una, la superficie total del ensayo

incluyendo las separaciones entre tratamiento fue de 1.500m². El daño ocasionado por *B. hiliaris* en campo fue medido durante 2 meses, mediante la variable nivel de daño, el cual relaciona el número de hojas atacadas con las hojas totales de la planta, cuya fórmula es: nivel de daño (%) = (hojas atacadas/hojas totales)*100. Los análisis se realizaron mediante modelos lineales generales (GLM) utilizando en software R, versión 3.6.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas olfatométricas para plantas repelentes: la figura 1 muestra que en plantas repelentes se observó que la mayor repelencia se visualiza en menta, cilantro y cardenal. La selección de las plantas repelentes para las Unidades de Biodiversidad Funcional (UBF) tipo Push and pull se realizaron según los resultados en campo y de laboratorio, ya que se observó que el comportamiento de *B. hiliaris* en condiciones controladas difiere de su comportamiento en campo. Por ejemplo, las pruebas en laboratorio mostraron alguna preferencia hacia el cardenal como elección cuando se enfrentaba a su principal hospedero; pero en el análisis del comportamiento de las UBF en los ensayos de campo no se encontraron poblaciones del insecto asociado a estas plantas. Esto último está avalado por Joseph (2017), quien indica que el aceite esencial de cardenal (Geraniol) es repelente para *B. hiliaris*.

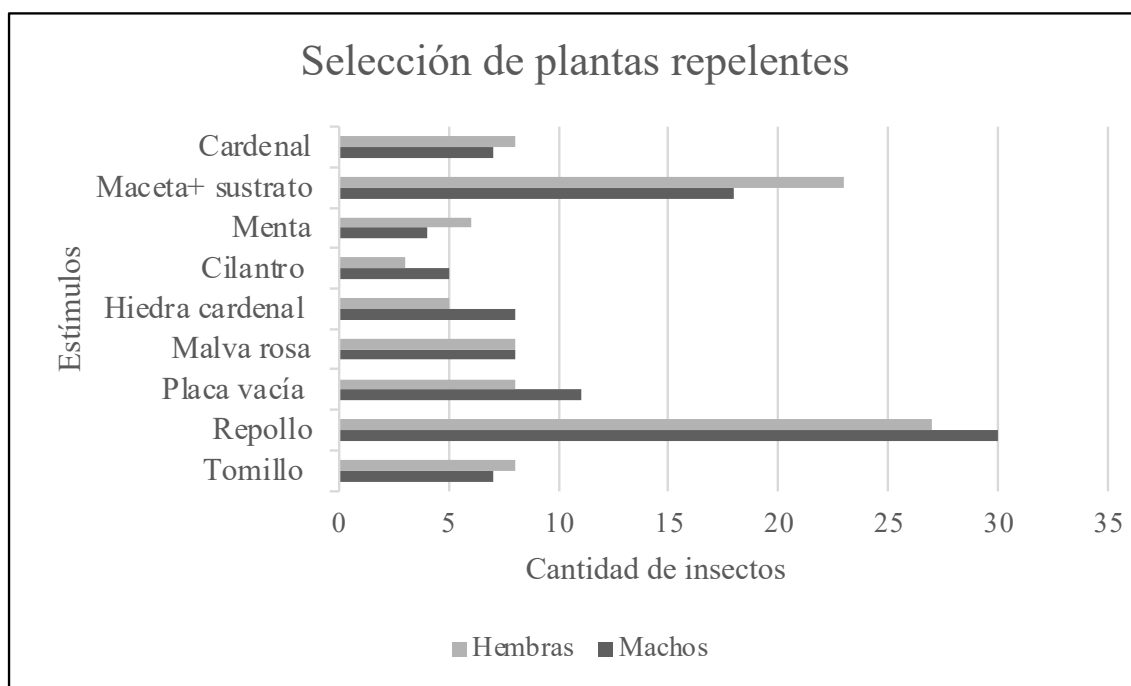


Fig. 1: Efecto de plantas repelentes sobre *B. hiliaris* en laboratorio bajo olfactómetro.

Pruebas olfatométricas para plantas banco: en los distintos ensayos de plantas banco, en general, no se observaron diferencias significativas en las combinaciones, solo aliso/rábano muestra diferencias significativas ($\chi^2 = 6,533$; $p = 0.011$). La figura 2, muestra de manera visual la preferencia de *B. hiliaris*, en donde se observa que repollo y bolsita del pastor (*Brassica oleracea* var. *Capitata* y *Capsella bursa-pastoris*), son las más elegidas

por *B. hilaris*. Es posible que la elección de *B. hilaris* hacia sus hospederos podría depender de la época del año, ya que en observaciones en campo muestran altas poblaciones del chinche pintado en mostacilla (*Hirschfeldia incana*), la cual no fue tan aceptada por el insecto en condiciones controladas.

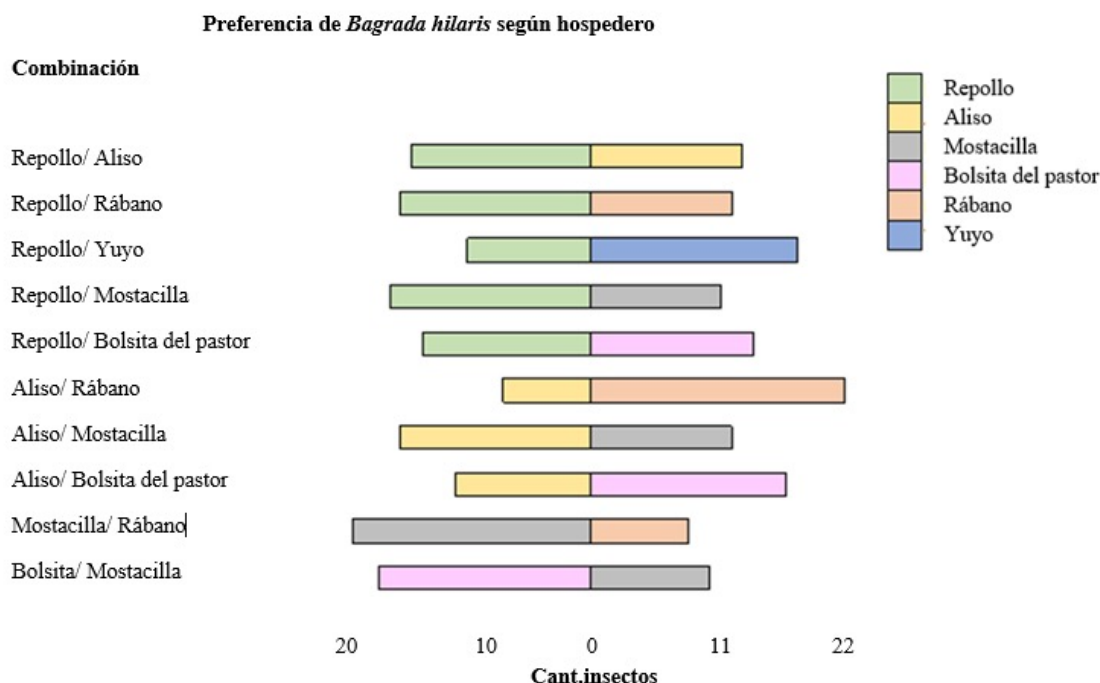


Fig. 2: Test de Preferencia de *B. hilaris* sobre distintas plantas banco utilizando olfactómetro en laboratorio.

Test de libre elección para plantas banco: al inicio del ensayo (hora 1 a 4), casi no hubo respuesta de *B. hilaris* frente a las especies de plantas banco, por lo que la aceptación del hospedero (hora en que el primer daño fue observado) fue a partir de las 8 horas de estar expuestos, donde comenzó a alimentarse siendo el primer daño registrado en plantas de repollo, luego yuyo (figura 3). El momento en que se registró el máximo nivel de daño fue a las 24 horas de exposición. Los test de elección mostraron que cuando *B. hilaris* se enfrentó a varios hospederos fue capaz de elegir en primera instancia al repollo; luego eligió yuyo y posteriormente mostacilla. Si estos resultados se comparan con las pruebas realizadas en olfactómetro, en ambos casos, su hospedero principal es repollo, pero varía en cuanto a los otros hospederos elegidos. Los resultados de esta investigación obtenidos en el olfactómetro como los test de libre elección, se asemejan a los obtenidos por Huang et al, (2014) en donde se sugiere que rábano y repollo pueden las mejores plantas banco para ser utilizadas en estrategias de manejo que reduzcan el daño a los cultivos comerciales.

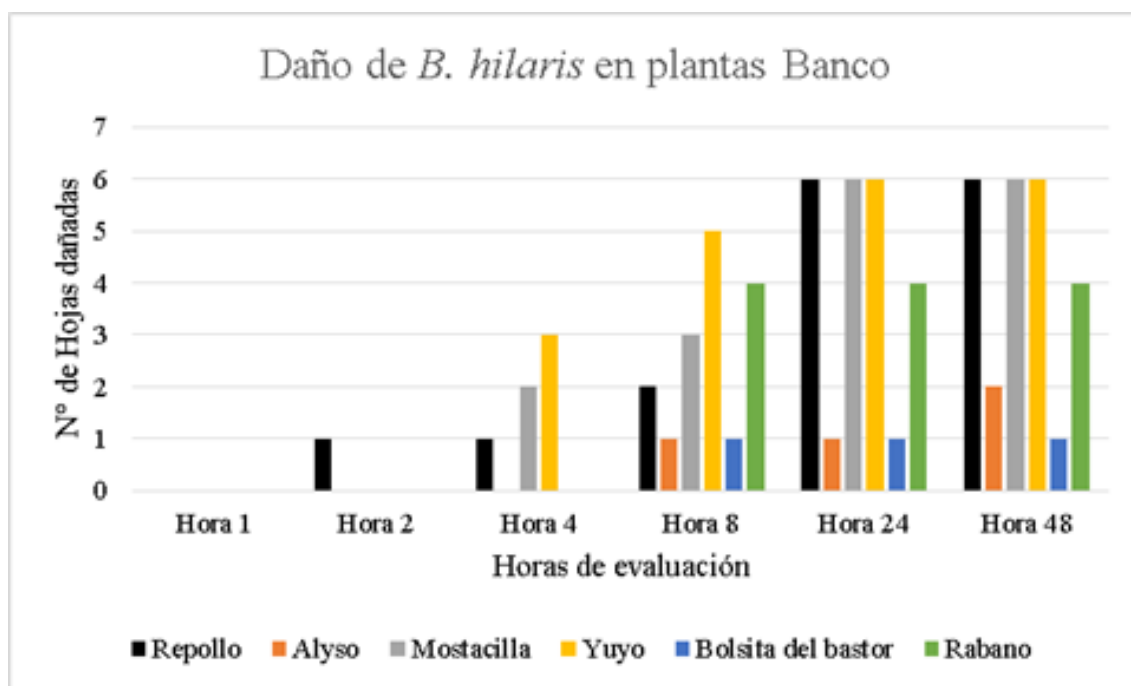


Fig.3: Selección de hospederos de *B. hilaris* en test de libre elección en laboratorio.

Ensayos de campo: los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento T2 compuesto por hiedra cardenal, tomillo, menta, cilantro, malva rosa y cardenal, es el que presentó un mejor desempeño en el control de *B.hilaris* en los sitios 1- L y 2-H (figuras 4 y 5). En cambio, en el sitio 3-Q el mejor desempeño lo tuvo el tratamiento T1 conformado solo por cardenal y tomillo (figura 5). Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($f = 5.295$; $df = 2$; $p > 0.071$). Sin embargo, cuando se realizó la comparación entre sitios se pudo observar diferencias significativas entre ellos ($1-L$ vs $2-H = p < 0.0001$; $1-L$ vs $3-Q = p < 0.0001$ y $2-H$ vs $3-Q = p < 0.0002$).

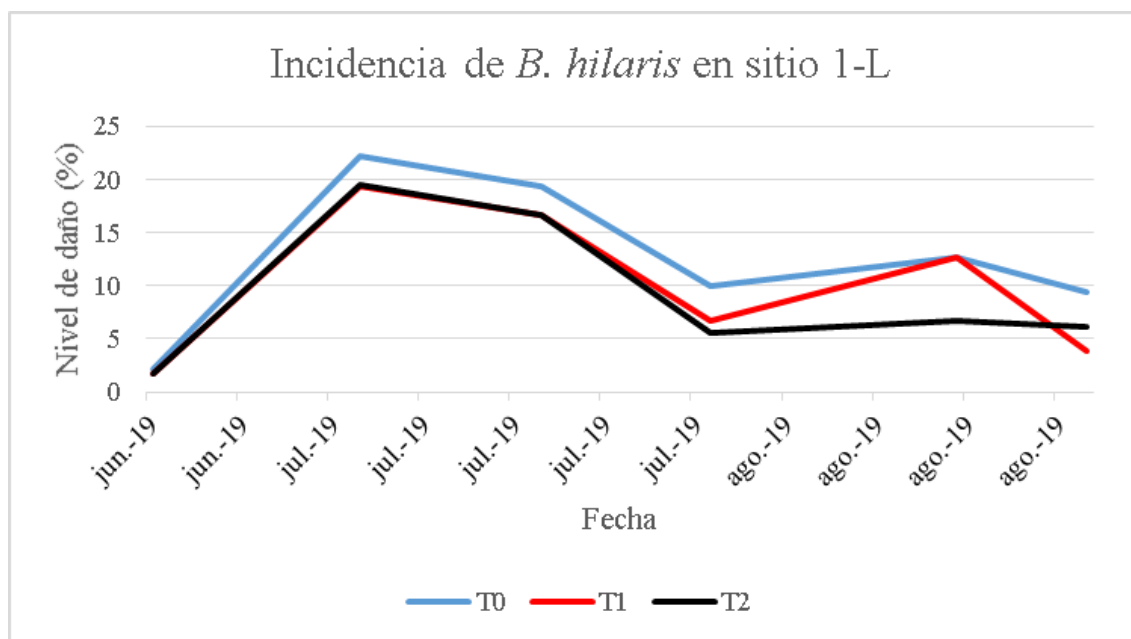


Fig. 4: Incidencia de *B. hilaris* en el sitio 1-L, desde junio a agosto 2019.

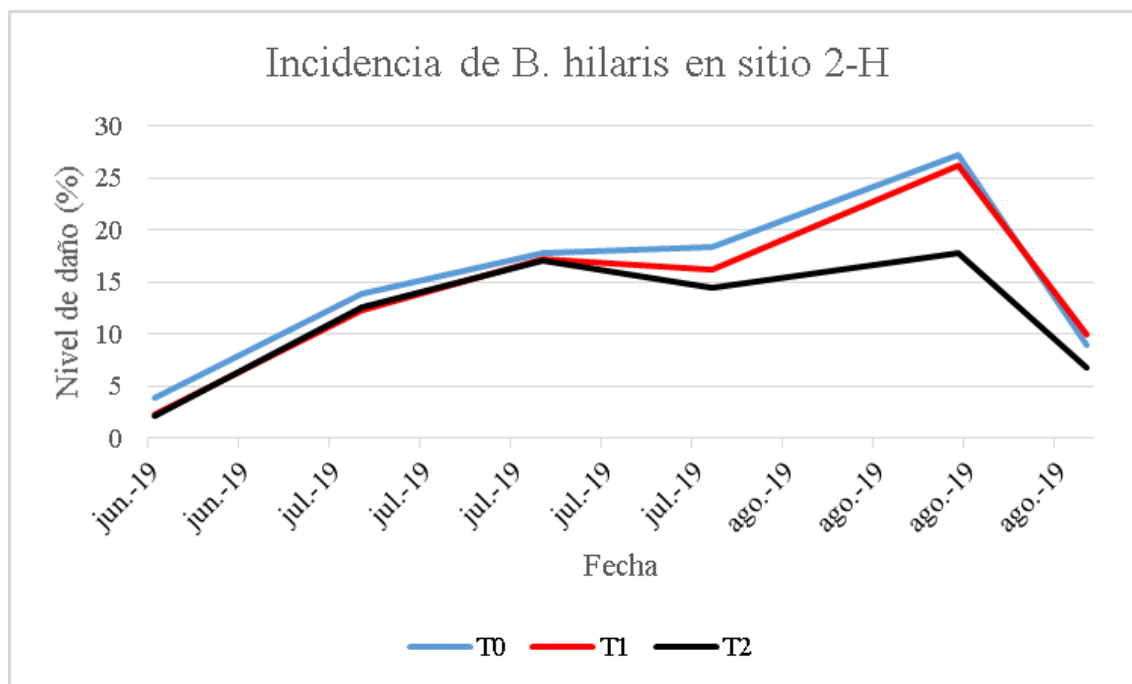


Fig. 5: Incidencia de B. hilaris en el sitio 2-H, desde junio a agosto 2019.

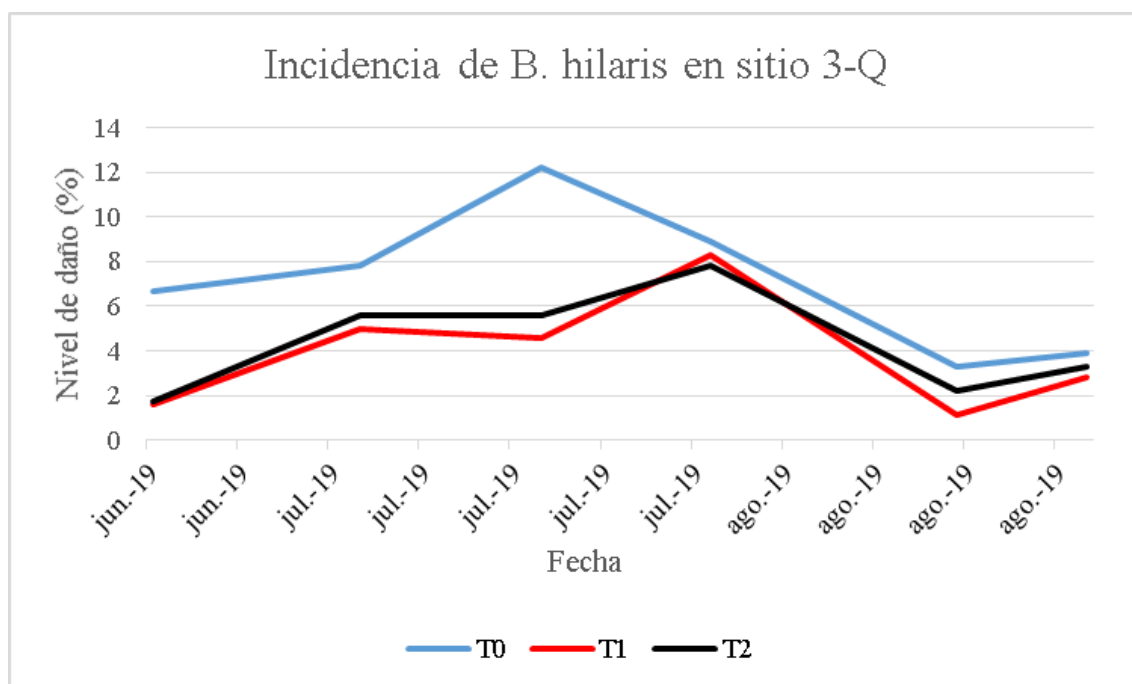


Fig. 6: Incidencia de B. hilaris en el sitio 3-Q, desde junio a agosto 2019.

Para el caso específico de Bragada hilaris, las potenciales plantas banco más investigadas por diversos autores son Brassica campestris (yuyo), Raphanus raphanistrum (rabanillo), Rapistrum rugosum (falso yuyo), Brassica rapa (mortaga), Capsella bursa-pastoris (bolsita del pastor), Brassica oleracea var. capitata (repollo), Lobularia marítima (lobularia, alysum) (Huang et al., 2014; Palumbo et al., 2016; Reed et al., 2013). Se recomienda además, mantener las plantas que aparezcan de manera involuntaria de las especies: rábano, yuyo y mostacilla en el sector en

donde esté instalada la pull, para que la plaga se mantenga alejada del cultivo, ya que las plantas jóvenes son más elegidas por el insecto para su alimentación. Esto permitirá que el insecto plaga se mantenga alimentándose fuera del cultivo. A su vez, las potenciales plantas repelentes que se han identificado son: *Pelargonium graveolens*, *Geranium hiedra*, *Allium sativa*, *Pelargonium domesticum*, *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata* (Joseph, 2017; Maia y Moore, 2010). La investigación realizada mostró que repollo, yuyo y mostacilla (*Brassica oleracea* var. capitata, *Brassica campestris* y *Hirschfeldia incana*) son las plantas que más atraen a *B. hilaris* y *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal) son las más repelentes.

En África, utilizan el método Push and Pull en cultivo de maíz, donde se han detectado que las herbáceas como *Pennisetum purpureum* y *Sorghum vulgare* actúan como cultivos trampa mientras que *Melinis minutifolia* y *Desmonium uncinatum* son buenas para repeler a las plagas del maíz (Khan et al., 2001). No existen estudios que utilicen este método para el control de *B. hilaris*, es por ello que se propone como un método para el manejo de *B. hilaris*, la asociación de plantas repelentes (Push) *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal), *Thymus vulgaris* (tomillo), *Pelargonium peltatum* (hiedra cardenal) y *Pelargonium graveolens* (malva rosa) y las especies para ser utilizadas como plantas bancos (pull) son *Hirschfeldia incana* (mostacilla), *Brassica campestris* (yuyo), *Brassica oleracea* var. capitata (repollo). Esta asociación con plantas repelentes y plantas banco permite que el cultivo esté menos expuesto a la presencia de *B. hilaris*. Tal como indica Cook et al. (2007), cada componente del método push-pull por sí solo, no es suficiente para el control de plagas, sin embargo, la sinergia entre ambos componentes sí logra la regulación eficiente de plagas.

CONCLUSIONES

Las plantas que más repelen a *B. hilaris* son *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal) y las plantas más atrayentes son *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo), *Brassica campestris* (yuyo) y *Hirschfeldia incana* (mostacilla).

Las unidades de biodiversidad funcional (UBF) diseñadas han tenido una respuesta positiva frente a las poblaciones de *B. hilaris*, manteniéndolos alejados del cultivo y los tratamientos con plantas repelentes (push) con mayor diversidad de especies (seis) fue la más exitosa.

El repollo es una de las plantas más atrayentes para *B. hilaris* por lo que puede ser utilizado como planta banco (pull), sacrificando una línea de cultivo.

El método push and pull propuesto se compone de las siguientes plantas repelentes (push): *Mentha spicata* (menta), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Pelargonium hortorum* (cardenal), *Thymus vulgaris* (tomillo), *Pelargonium peltatum* (hiedra cardenal) y *Pelargonium graveolens* (malva rosa) y las especies para ser utilizadas como plantas bancos (pull) son *Hirschfeldia incana* (mostacilla), *Brassica campestris* (yuyo), *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo).

AGRADECIMIENTOS

“ Este artículo fue financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo-ANID, proyecto Diseño y validación de estrategias para la reducción del daño económico causado por *Bagrada hilaris* en brásicas, mediante unidades de biodiversidad funcional tipo push-pull, orientadas a la pequeña horticultura de la región de Valparaíso”, código R18F10004.

BIBLIOGRAFÍA

- Bailey, A., Chandler, D., Grant, W. P., Greaves, J., Prince, G., y Tatchell, M. 2010. Biopesticides pest management and regulation, Wallingford, CABI, 232 pp. ISBN: 978-1-84593-559-7
- Choi, W. I., Lee, E. H., Choi, B. R., Park, H. M., y Ahn, Y. J. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*. 96 (5), 1479-1484 pp. doi.org/10.1093/jee/96.5.1479
- Cook, S. M., Zeyaur, R. K., y Pickett, J. A. 2007. The use of Push-Pull strategies in integrated pest management. *Annual review of entomology*. (52), 375-400. doi/10.1146/annurev.ento.52.110405.091407:
- Huang, N., Enkegaard, A., Osborne, L. S., Ramakers, P, Messelink, G., Pijnakker, J., y Murphy, G. 2011. The banker plant method in biological control. *Critical Reviews in Plant Sciences*. (30), 259–278. doi/10.1146/annurev.ento.52.110405.091407:
- Huang, T-I, Reed, D.A., Perring, T.M., y Palumbo, J.C. 2014. Host selection behavior of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial cruciferous host plants. *Crop Prot.* (59), 7–13. doi.org/10.1016/j.cropro.2014.01.007.
- Joseph, S.V. 2017. Repellent Effects of Essential Oils on Adult *Bagrada hilaris* by Using an Olfactometer. *Southwestern Entomologist*. 42 (3): 719-724. doi.org/10.3958/059.042.0310
- Khan, Z.R., Pickett, J.A., Wadhams, L.J., y Muyekho, F. 2001. Habitat mangement for the control of cereal stemborers and *Striga* in maize in Kenya. *Insect Science and Applications*. (21):375-380. doi.org/10.1017/S1742758400008481
- Khan, Z.R., Midega, C.A.O., Amudavi, D.M., Hassanali, A., y Pickett, J.A. 2008. On-farm evaluation of the 'push-pull' technology for the control of stemborers and striga weed on maize in western Kenya. *Field Crops Research*, (106): 224-233. doi.org/10.1016/j.fcr.2007.12.002.
- Khan, Z. R., y Pickett, J.A. 2008. Push-Pull Strategy for Insect Pest Management. J.L. Capinera (Ed.) *Encyclopedia of Entomology*. vol. 2, Springer, Heidelberg. 3074-3082 pp. Recuperado de: http://entnemdept.ufl.edu/capinera/eny5236/pest2/content/14/29_push_pull_strategy.pdf.
- Maia, M. F., y Moore, S. J. 2011. Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria Journal*. 10 (Suppl. 1): S11. doi/ org/10.1186/1475-2875-10-S1-S11
- McPherson J. E. 2018. Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea) Biology, Higher Systematics, Semiochemistry and Management. Taylor & Francis Group. pp 205-242. ISBN 9780367570347
- Miller, J.R., y Cowles, R.S. 1990. Stimulo-deterrent diversion: a concept and

its possible application to onion maggot control. *Journal of Chemical Ecology* (16),3197-3212. doi.org/10.1007/BF00979619.

Palumbo, J., Perring, T., Millar, J. y Reed, D. 2016. Biology, Ecology, and Management of an Invasive Stink Bug, *Bagrada hilaris*, in North America. *Annual review of entomology* (61). doi:.org/10.1146/annurev-ento-010715-023843.

Palumbo, J.C., y Natwick, E.T., 2010. The *Bagrada* bug (Hemiptera: Pentatomidae): a new invasive pest of cole crops in Arizona and California. *Plant Health Progress*. 11(1). 50-53 pp. doi: 10.1094/PHP-2010-0621-01-BR.

Parolin, P., Bresch, C., Poncet, C., Suay-Cortez, R., y Van Oudenhove L. 2015. Testing basil as banker plant in IPM greenhouse tomato crops. *International Journal of Pest Management*. (61) 235-242 Iss.3. doi.org/10.1080/09670874.2015.1042414.

Reed, D., Palumbo, J.C., Perring, T.M., y May C. 2013. “*Bagrada hilaris* (Hemiptera:Pentatomidae), an invasive stink bug attacking cole crops in the southwestern United States.” *Journal of Integrated Pest Management* (4) 1–7. doi. org/10.1603/IPM13007

Reed, D. A., Perring, T. M., Newman, J. P., Bethke, J. A., y Kabashima J. N. 2017. *Bagrada* Bug Management Guidelines--UC IPM. Pest Notes: *Bagrada* Bug UC ANR Publication 74166.University of California. Disponible en: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn74166.html> (revisado 4 de junio de 2018).

Servicio Agrícola y Ganadero. 2018. *Bagrada hilaris* o Chinche pintada. Recuperado de: <http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/bagrada-hilaris-o-chinche-pintada>.

Simpson, M., Gurr, G.M., Simmons, A.T., Wratten, S.D., James, D.G., Leeson, G., Nicol, H.I., Orre-Gordon, G.U.S. 2011. Attract and reward: combining chemical ecology and habitat manipulation to enhance biological control in field crops. *Journal of Applied Ecology*. (48), 580-590.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01946.

Togni, P., Laumann, R., Medeiros, M., Suji, i M., y Edison, R. 2010. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. (136) 164-173.doi. org/10.1111/j.1570-7458.2010.01010.

Schoonhoven LM, van Loon JJA, Dicke M. 2005 *Insect – plant biology*, 2nd edn. Oxford, UK: Oxford University Press. Oxford, New york: Oxford .University Press.421pp <https://doi.org/10.1079/9781845939564.0363>, 2010).