

UN RUMBO POSIBLE



Para el control de la chinche pintada, cuyo brote afectó a hortalizas desde la temporada 2016, se está llevando adelante el proyecto de desarrollo de un sistema de manejo integrado con bajo impacto ambiental.

PLAGUICIDAS MICROBIANOS EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE VIDES Y HORTALIZAS. EL CAMINO DE LA AGRICULTURA SUSTENTABLE.

INIA

posee una trayectoria de más de 20 años en el trabajo de control biológico con distintos bioinsumos, desde hongos antagonistas de fitopatógenos hasta nematodos y hongos entomopatógenos (HEP) depositados en la colección chilena de recursos genéticos microbianos ubicado en el centro INIA Quilamapu, Chillán. Esta colección, depositada en el banco tipo IDA (International Depositary

Authority), otorga todas las condiciones necesarias para la mantención por décadas del patrimonio microbiano de nuestro país y depositantes del exterior.

Para desarrollar un plaguicida microbiano hemos seleccionado cepas de HEP desde el banco de acuerdo a la plaga y los diferentes estadios de desarrollo de ésta (ej., pupa, larva, adulto) que se requiere controlar, considerando además las condiciones ambientales y el nivel de eficacia que debe tener el bioinsumo. Estos antece-



DRA. FABIOLA
ALTIMIRA
PASSALACQUA



MSC. NANCY
VITTA
PALACIOS



DR. EDUARDO
TAPIA
RODRÍGUEZ

SANIDAD VEGETAL, INIA LA PLATINA
ETAPIA@INIA.CL

dentes serán preponderantes para determinar el tipo de formulación que debe desarrollar.

EL CASO DE LAS VIDES Y *L. BOTRANA*

En el caso de las vides, afectadas desde 2008 en Chile por la polilla del racimo de la vid *Lobesia botrana*, considerada una plaga cuarentenaria, presente en la actualidad desde la III Región de Atacama hasta la IX Región de la Araucanía. Esta plaga ha generado pérdidas y altas inversiones para su control a productores de vides, arándanos y ciruelos. El Estado, a través del Ministerio de Agricultura, invirtió más de nueve mil millones de pesos en 2014 para su control.

Factores medioambientales como el cambio climático, han contribuido a un mayor número de vuelos y de ciclos reproductivos de la plaga favoreciendo su propagación en Europa. En nuestro país, nos encontramos en un escenario en el que INIA, en conjunto con el Programa Nacional de *Lobesia botrana* y los sistemas de alerta del SAG, permanecen en un constante monitoreo para dar aviso oportuno a los agricultores sobre los vuelos de la polilla y el uso correcto de productos químicos para el control de la plaga. Esto, considerando la rápida capacidad de respuesta adaptativa a los cambios ambientales de los lepidópteros, lo cual provoca una pérdida de sincronización con sus predadores y parasitoides, contribuyendo a un aumento significativo de la abundancia de *L. botrana* a corto plazo. Por otra parte, la estrategia público-privada de uso de confusión sexual ha permitido manejar plaga con resultados promisorios en distintos lugares del país.

Desde la temporada del 2015-2016, en INIA La Platina, se han desarrollado plaguicidas microbianos en base a HEP para el control de *L. botrana* durante su diapausa invernal en estado de pupa. En la temporada invernal 2016, los plaguicidas microbianos contaron con una formulación básica para mejorar la viabilidad del HEP en campo e invierno de la Región Metropolitana.

Posteriormente, en el 2017 INIA apoyado por el SAG, obtuvo el financiamiento FIA para el proyecto "Desarrollo de un biopesticida en base a hongos entomopatógenos para biocontrol y/o

TABLA 1
La tabla presenta los resultados de las distintas aplicaciones calculados según lo propuesto por Henderson y Tilton (1995). Las letras corresponden al test de Tukey ($\alpha=0.05$).

Tratamientos	Resultado de eficacia (%)
1 aplicación	51a
2 aplicaciones	15b
3 aplicaciones	13b

manejo integrado de *Lobesia botrana* en vides como una alternativa sustentable en el cambio climático PYT-2017-0182” para generar plaguicidas microbianos a escala piloto con distintas formulaciones, junto con realizar sus evaluaciones en zonas productivas de vid y urbanas, en donde las primeras son foco de re-infestación por las segundas que, además, se acompañan con la entrada de enfermedades fúngicas como Botrytis, sumando costos por los manejos de enfermedades fúngicas.

La apuesta de trabajar en etapas invernales se debe a que nuestros HEP, tanto *Beauveria* como *Metarhizium*, funcionan en invierno y en vides no se realizan aplicaciones de fungicidas en esta etapa. Por lo tanto, la pupa en diapausa invernal es el momento ideal de aplicación de nuestros hongos formulados como

plaguicidas microbianos. Nuestras evaluaciones preliminares en la temporada invernal del 2016 alcanzaron un 51% de eficacia a los 21 días post aplicación (dpa) en zonas urbanas de la RM (Ver Tabla 1 y Figura 1).

Durante la temporada 2017 nos dedicamos a evaluar distintos HEPs conservados en el banco de recursos genéticos microbianos de INIA, para profundizar en su clasificación molecular, evaluar su infectividad sobre pupas junto con estimar su capacidad productiva en biorreactores con el fin de desarrollar nuestros formulados tipo polvos mojables, emulsiones inversas y encapsulados. Los ensayos in vitro de nuestras formulaciones de HEP empleado una pulverizadora estática (torre Potter) mostraron una eficacia de un 100% a los 10 días post aplicación (dpa).

En la Figura 2 se puede observar los efectos de las emulsiones inversas tanto de cepas de *Beauveria* como *Metarhizium* sobre pupas y polillas de *L. botrana*. Por otra parte, en la Figura 3 se muestran los efectos del polvo mojable de *Beauveria* y su mecanismo donde coloniza la seda, sus hifas la atraviesan hasta encontrar la pupa y generan los apresorios en su superficie para poder consumir todos los carbohidratos y proteínas del interior de la pupa.

En estos momentos, tempora-

FIGURA 1
Evaluación de plaguicida microbiano en base a *Beauveria* en temporada invernal 2016 en zonas urbanas de la Región Metropolitana. Las imágenes de pupas son representativas del promedio encontradas en cada evaluación.

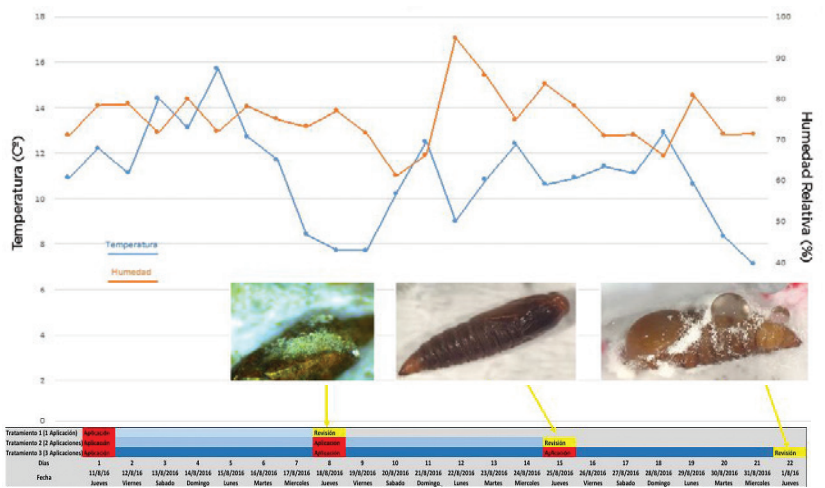


FIGURA 2

Efectos de HEPs sobre pupas y polillas de *L. botrana*. A, *Beauveria* sobre pupa. B, *Metarhizium* sobre pupa. C, *Beauveria* sobre polilla. D, *Metarhizium* sobre polilla.

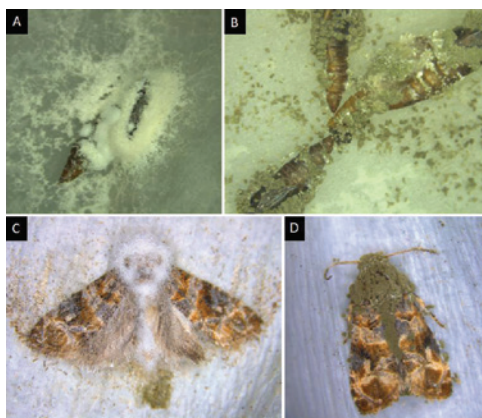


FIGURA 3

Efecto de *Beauveria* sobre pupas de *L. botrana* con seda. De izquierda a derecha, con *Beauveria*, se puede observar como el HEP coloniza la superficie de la seda, las hifas penetran ésta y alcanzan a la pupa y su interior, incluso al realizar una tinción de la pupa con azul de lactofenol, se puede apreciar como las hifas penetran la cutícula (color azul). En el mismo orden, sin *Beauveria*, se observan los estados de desarrollo sin aplicaciones de HEP.



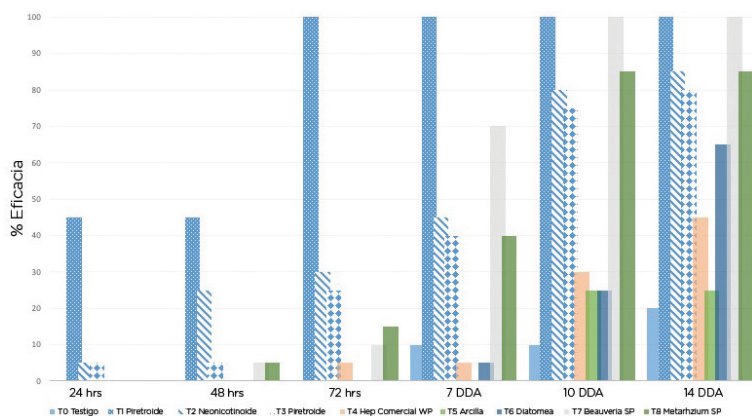
FIGURA 4

Efecto de *Metarhizium* sobre distintos estados de desarrollo de *B. hilaris*. De izquierda a derecha, con *Metarhizium*, se puede observar como el HEP infecta los tres principales estados de desarrollo, desde huevo a adulto. En el mismo orden, sin *Metarhizium*, se observan los estados de desarrollo sin aplicaciones de HEP.



FIGURA 5

La figura presenta los resultados de distintos piretroides, neonicotinoides, arcilla, polvo de diatomea, HEP comercial junto con *Beauveria* y *Metarhizium* formulados por INIA.



da invernal 2018, nos encontramos evaluando nuestros plaguicidas microbianos en distintos sectores de la Región Metropolitana y O'Higgins, donde se evalúa la viabilidad de las pupas después de las aplicaciones de los tratamientos con los HEP formulados de INIA y otras herramientas de manejo integrado. Finalmente, estos formulados y sus aplicaciones ya comenzaron su proceso de protección intelectual para su posterior licenciamiento a empresas del rubro que estén interesadas en alternativas de control amigables y sustentables con el medio ambiente, con el fin de que estos productos lleguen a nuestros campos y no queden sólo en investigación.

EL CASO DE LAS HORTALIZAS Y *B. HILARIS*

Por otra parte, desde la temporada de verano de 2016 se presentó el brote de la plaga chinche pintada, *Bagrada hilaris*, la cual afecta a hortalizas, principalmente las Brassicaceae. Esta plaga se ha extendido rápidamente abarcando desde la Región de O'Higgins hasta la Región de Coquimbo a la fecha. Nuestro trabajo en el área de control con microorganismos se encuentra en el marco del financiamiento del proyecto FIA "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 PYT-2017-08474", el cual cuenta con el apoyo del SAG y comenzó con revisar si los HEP poseen efecto sobre distintos estados de desarrollo de la plaga en cámaras de crianza (Ver Figura 4).

Posteriormente, se realizaron evaluaciones en laboratorio utilizando nuestros formulados de HEP en pulverizadora estática obteniendo

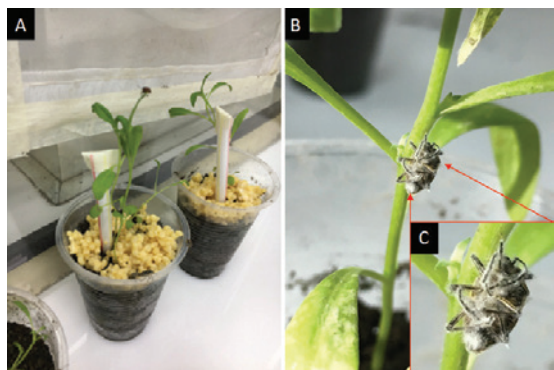
FIGURA 6

Efecto de *Beauveria* y *Metarhizium* sobre *B. hilaris*. El efecto se puede observar a tiempo 0d, 7d y 14d después de aplicados los HEP formulados.



FIGURA 7

La figura muestra un cultivo atrayente, *Alyssum* (*Lobularia maritima*), y en su base perlas encapsuladas de hongos entomopatógenos. B, en el recuadro muestra a *Bagrada hilaris* muerta y colonizada por el HEP sostenida del tallo de la planta por su aparato bucal. C, acercamiento de *B. hilaris* colonizada por *Beauveria*.



eficacias sobre un 80% a los 10 dpa en macetas. En este proyecto se plantea un manejo integrado de la plaga, en el cual los agroquímicos (ej. un piretroide) cumplan el rol de bajar drásticamente la población de chinches, para posteriormente mantener la supresión del crecimiento de la plaga con la aplicación de formulaciones de hongos entomopatógenos (Ver figura 5 y 6).

En la actualidad estamos preparando formulados de HEP encapsulados que se adicionan a cultivos atrayentes (Ver figura 7) y feromonas de agregación con mezclas de HEP para desarrollar un control invernal con el objetivo de bajar las poblaciones emergentes en los brotes de primavera y verano.

En conclusión, las potencialidades y desarrollos de los plaguicidas microbianos generados por INIA están en constante evaluación para asegurar su calidad y eficacia junto con procesos de protección intelectual, características

diferenciadoras y necesarias para ser una herramienta viable en el manejo integrado de plagas. Por lo tanto, siempre se debe recordar que los microorganismos u organismos controladores de plagas no son la solución al problema, pero sí son un aporte significativo por todos los beneficios que albergan, como su procedencia nativa, adaptabilidad a distintos ambientes, persistencia, diferentes mecanismos de acción que generan en el control de una plaga y disminuyen los riesgos de resistencia.

Además, su empleo permite disminuir los límites máximos de residuos (LMR) contribuyendo con las buenas prácticas agrícolas y con la inocuidad de los alimentos, favoreciendo de este modo, la salud de los operarios junto con la de los consumidores. Por lo tanto, el cambio cultural hacia una agricultura sustentable será una opción posible para satisfacer las necesidades alimentarias, económicas y medio ambientales que requiere nuestra sociedad.