



**V CONGRESO MUNDIAL**  
**II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GRANOS ANDINOS**



**Libro de resúmenes**

**27.28.29.30**  
**MAYO/2015**  
Jujuy/Argentina



**V CONGRESO MUNDIAL**  
**II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GRANOS ANDINOS**  
**JUJUY, ARGENTINA**

27, 28,29 Y 30 de Mayo de 2015  
"Complejo Educativo Jose Hernández"  
San Salvador de Jujuy, Argentina.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY  
JUJUY- ARGENTINA  
2015

Prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta publicación por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, sin permiso expreso del Editor.

Quinoa : V Congreso Mundial, II Simposio Internacional de Granos Andinos : libro de resúmenes / Damian Lisandro Alcoba ... [et.al.]. - 1a ed. - San Salvador de Jujuy : Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy - EDIUNJU, 2015.  
246 p. ; 29x21 cm.

ISBN 978-950-721-500-1

1. Agricultura. 2. Congreso. 3. Resúmenes. I. Alcoba, Damian Lisandro  
CDD 630

Fecha de catalogación: 18/05/2015



© 2015 Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy  
Avda. Bolivia 1685 - CP 4600  
San Salvador de Jujuy - Pcia. de Jujuy - Argentina  
Tel. (0388) 4221511- e-mail: [ediunju@gmail.com](mailto:ediunju@gmail.com)

2015 Ira Edición

Queda hecho el depósito que previene la Ley 11.723  
Impreso en Argentina - Printed in Argentina

## **EVALUACIÓN DE TRES MICROORGANISMOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE LA MOSCA DE LA SEMILLA (*Delia platura* Meigen) EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet), EN ECUADOR.**

## **EVALUATION OF THREE ENTOMOPATHOGENIC MICROORGANISMS FOR THE CONTROL OF THE BEAN SEED FLY (*Delia platura* Meigen) IN THE CHOCHO CROP (*Lupinus mutabilis* Sweet), IN ECUADOR**

Samaniego S.; Guerra P.; Peralta, E.; Báez, F.; Mazón, N.

Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Mejía, Pichincha, Ecuador. miguel.peralta@iniap.gob.ec, nelson.mazon@iniap.gob.ec

### Resumen

En Ecuador, el chocho o lupino forma parte de los sistemas de producción de la región Sierra y desde el punto de vista nutricional, es importante por su contenido de proteína, grasa, carbohidratos minerales y fibra. El rendimiento por hectárea es de 250 kg, cuya baja productividad se debe a la incidencia de enfermedades, falta de semillas de calidad y al ataque de insectos plaga. Desde el año 2009, la mosca de la semilla se ha convertido en una nueva plaga importante para este cultivo, cuyas pérdidas alcanzan el 56% de plántulas en emergencia. La mosca de la semilla es un insecto polífago y es considerada como una plaga de cultivos en estado de germinación. El Thiodicarb presenta un 100% de control en laboratorio y 75% en condiciones de campo; sin embargo, debido a los efectos negativos para la salud humana y para el medio ambiente, es importante explorar otras alternativas para el manejo de la plaga. El objetivo de la investigación fue evaluar en laboratorio y en campo la mortalidad de larvas de *D. platura* causada por productos comerciales de microorganismos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lillacinus* y *Metarhizium anisopliae*). La investigación se realizó en dos fases: en los laboratorios de la Estación Santa Catalina del INIAP y en los predios de la hacienda Santa Isabel, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador. En laboratorio se trabajó con cuatro productos comerciales (Beauveb - *Beauveria bassiana*; Suelo-Fix - *B. bassiana*; Metaceb - *Metarhizium anisopliae*; y Econematil - *Paecilomyces lillacinus*), con dos concentraciones ( $3,85 \times 10^5$  y  $3,85 \times 10^6$  esporas viables/g de suelo), en un diseño completamente al azar con seis repeticiones, evaluando la mortalidad de las larvas (después de 21 días), cuyos datos fueron analizados y corregidos con la fórmula Abbott. En campo se trabajó con un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos (*Beauveria bassiana* de Suelo-Fix y Beauveb en una concentración de  $3,85 \times 10^6$  esporas viables/g de suelo, aplicados en drench a la semilla antes de ser tapada, un testigo químico y un testigo absoluto) y cuatro repeticiones. El cultivo se mantuvo durante 45 días y se tomaron datos del porcentaje de emergencia, altura de planta y diámetro de la base del tallo. Los resultados de las pruebas de laboratorio mostraron a los tratamientos en dosis alta de *Beauveria bassiana* de las marcas Suelo-Fix y Ecuabiológica (dosis alta) como los más eficientes para controlar mosca de la semilla del chocho, con un promedio de mortalidad de 67,3 y 63,5 respectivamente. En campo, los resultados para el porcentaje de emergencia muestran al tratamiento con Thiodicarb con el mayor porcentaje (63,6%) y a los tratamientos con *Beauveria* (44,8 y 42,6%) en un segundo rango, pero que difieren estadísticamente del testigo absoluto (21,4%). Para las variables altura de planta, y diámetro del tallo, el testigo se diferencia estadísticamente de los tratamientos; en altura de planta presenta el menor promedio (17,3 cm) y el mayor promedio para el diámetro del tallo (0,47 cm), lo cual se debe a la mayor competencia entre plantas en los tratamientos por su mayor densidad de plantas. Estos resultados podrían sugerir el uso de este hongo como agente de control en un programa de Manejo Integrado, ya que siendo los carbamatos (Thiodicarb) la única herramienta actual de gestión para controlar esta plaga, la resistencia generalizada también puede convertirse en un problema creciente en un futuro cercano.

Palabras clave: chocho o lupino, entomopatógenos, mosca de la semilla, control biológico.

## Abstract

In Ecuador, Chocho or Andean Lupin makes up a part of the Highland region's production system, and from a nutritional standpoint is very important due to its high protein, fat, carbohydrate, mineral, and fiber content. Its average yield per hectare is 250 kg. Such low productivity can be explained by the incidence of diseases, lack of quality seeds, and the attack by insect plagues. Since 2009, the bean seed fly, *Delia Platura* M., has become a significant pest for this crop, with losses reaching 56% among emerging seedlings. The seed fly is a polyphagous insect and is considered a to be a pest for many crops at emergence. Thiodicarb shows 100% of control in the laboratory and 75% in the field. However, due to its negative effects on human health and on the environment, it is important to explore other alternatives for pest management. The objective of this research was to evaluate, both in the laboratory and in the field, the mortality of *D. platura* larvae due to commercial products of entomopathogenic microorganisms (*Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lillacinus* y *Metarhizium anisopliae*). The research was carried out in two phases: in the INIAP Santa Catalina laboratories and on the fields of Hacienda Santa Isabel, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador. Four commercial products were worked with in the laboratory (Beauveb – *Beauveria bassiana*; Suelo-Fix – *B. bassiana*; Metaceb – *Metarhizium anisopliae*; y Econematil – *Paecilomyces lillacinus*), in two concentrations ( $3.85 \times 10^5$  y  $3.85 \times 10^6$  viable spores /g of soil). The design was completely random with six repetitions, evaluating larvae mortality (after 21 days). The data was then analyzed and corrected using the Abbott Formula. In the field, a completely randomized block design was utilized with four treatments (*Beauveria bassiana* de Suelo-Fix y Beauveb in a concentration of  $3.85 \times 10^6$  viable spores/g of soil; applied as drench to the seed before being covered; a chemical control; and absolute control) with four repetitions. 45 days after onset, data was taken with respect to the percentage of emergence, plant height, and the stem diameter at the base. The results of the laboratory tests revealed that a high dose treatment of the Suelo-Fix and Ecuabiológica brands' *Beauveria bassiana* was the most efficient for controlling the seed fly in the chocho, with an average mortality of 67.3% and 63.5%, respectively. In the field, the emergence percentage with Thiodicarbon was the highest, 63.6%. Emergence with *Beauveria* ranges between 44.8% and 42.6%, but they statistically differed from the absolute control (21.4%). For the variables, plant height and stem diameter, the control respectively showed the lower average, 17.3 cm and the highest average 0,47 cm, which could be explained due to the greater competition between plants in the treatments due to greater plant density. These results could suggest the use of this fungus as a control agent in an Integrated Management System, as the use of carbamates as the only current management tool against this pest could cause a problem for generalized resistance in the near future.

Key Words: *chocho or lupin, entomopathogens, bean seed fly, biological control*

## Introducción

En Ecuador, el chocho o lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) forma parte de los sistemas de producción de la región Sierra; cultivado en asociación, en monocultivo y en rotación con cultivos como el maíz, haba, quinua, arveja, melloco, papa (Peralta et al, 2012). Desde el punto de vista nutricional, es importante por su contenido de proteína (47,8 % en grano seco), grasa, carbohidratos minerales y fibra (Peralta et al, 2009). De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario, en el Ecuador se cultivaron 5 974 ha de chocho y solo se cosecharon 3 921 ha, con un rendimiento de 250 kg/ha (INEC, 2002). Este bajo rendimiento se aduce al incremento de la incidencia de enfermedades, falta de semillas de calidad y al ataque de insectos plaga (INIAP, 2011).

Rivera y Gallegos (2001) y Peralta et al (2009a), en base a estudios realizados en las provincias Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo reportan que al cultivo de chocho le afectan plagas del suelo, plagas aéreas y plagas de grano almacenado, pero no se

mencionan a plagas que ataquen a la semilla, cotiledones o eje embrionario. Lomas y colaboradores (2012), reportan que desde el año 2009, la mosca de la semilla (*Delia platura* Meigen) se ha convertido en una nueva plaga importante para el cultivo de chocho en Ecuador, principalmente en la provincia de Cotopaxi y que está relacionada con el cultivo extensivo e intensivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Las pérdidas alcanzan el 56% de plántulas en emergencia, lo cual significa una reducción de hasta 1.100,00 dólares por hectárea de cultivo de chocho.

La mosca de la semilla (*Delia platura* Meigen, Diptera: Anthomyiidae), también conocida como la mosca de los sembrados (Valenciano y Casquero, 2001), es un insecto polífago (Trotus et al, 1996) y es considerada como una plaga de cultivos en estado de germinación. Podría considerarse que el primer estadio larval es el más dañino ya que penetra en las semillas en germinación o en las plántulas, realizando galerías en los cotiledones, en tallos y/o en las raíces jóvenes, destruyéndolas. Se considera que la formación de galerías da lugar a la entrada de hongos patógenos (Valenciano y Casquero, 2001). El rango de hospederos de este insecto es muy amplio, con más de 40 especies hospederas (Valenciano y Casquero, 2001), incluyendo al fréjol, garbanzo, maíz, zapallo, melón, sandía, papa cortada, girasol y pimiento (Duguetti, citado por Lomas et al, 2012).

En el año 2010 (INIAP, 2011) se realizaron pruebas en laboratorio y campo para cuantificar el daño de la mosca de la semilla e identificar insecticidas que sean eficientes en su control. Se encontró que uno de los productos más eficientes es el Thiodicarb, con un 100% de control en las pruebas de laboratorio y 75% en condiciones de campo. El estudio estableció que la mosca de la semilla causa una pérdida de alrededor del 63% en la emergencia del chocho; mientras que en las parcelas con semilla protegida con Thiodicarb, las pérdidas de plántulas está alrededor del 25%. En base a estos resultados, el INIAP recomienda utilizar Thiodicarb en dosis de 20 cc/kg de semilla (Peralta et al, 2012); sin embargo, debido a los efectos negativos para la salud humana y para el medio ambiente que acarrea el uso de los plaguicidas, es importante explorar otras alternativas para el manejo de las plagas del chocho, con menos riesgos para las personas y para el ambiente.

Entre las alternativas están los microorganismos entomopatógenos, los cuales están siendo estudiados y utilizados en todo el mundo. Algunos de ellos han mostrado eficiencia para matar insectos plaga, permanencia por largo tiempo en el campo después de su aplicación, interacción específica con el insecto plaga y ser menos riesgosos para el medio ambiente y para la salud humana (Chávez et al, 2011). Con estos antecedentes la presente investigación evaluó la eficiencia de los microorganismos entomopatógenos para controlar larvas de *Delia platura* Meigen.

Los objetivos del estudio fueron: evaluar en laboratorio el porcentaje de mortalidad de larvas de *Delia platura* Meigen causada por los microorganismos entomopatógenos (*Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*); y, evaluar en campo el porcentaje de control que presentan lo(s) microorganismos entomopatógenos más eficientes según las pruebas de laboratorio, para controlar la mosca de la semilla (*Delia platura* Meigen) en el cultivo de chocho.

## **Metodología**

La investigación se realizó en dos fases: la primera fase tuvo lugar en los laboratorios del PRONALEG-GA y del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La segunda fase se realizó en los predios de la hacienda "Santa Isabel", Latacunga, provincia Cotopaxi, Ecuador.

## Bioensayo

La investigación inició con la crianza masal de *Delia platura* Meigen para obtener alrededor de mil oviposturas.

Paralelamente se verificó que las esporas de los hongos entomopatógenos (productos comerciales) se encuentren viables. Para la prueba se tomó un gramo de producto comercial y se le adicionó 50 ml de PDA, se mantuvo en agitación rotatoria durante 6 horas a 300 rpm. Al finalizar el tiempo de incubación se realizó observaciones directas a los cultivos en la cámara de Neubauer y se contó 100 esporas (tanto germinadas como no germinadas) determinado así su viabilidad (Quintero, 1998).

Una vez determinada la viabilidad de esporas de cada uno de los productos entomopatógenos se procedió a trabajar con dos concentraciones. La concentración mínima se basa en las tasas económicas de aplicación de hongos entomopatógenos en campo para controlar plagas en el suelo que ataquen a la raíz y semilla (Jaronski datos no publicados, citado por Bruck et al, 2005). Una aplicación directa de  $5 \times 10^{14}$  esporas viables/ha puede resultar en una concentración aproximada de  $3.85 \times 10^5$  esporas viables/g de suelo seco (asumiendo que las esporas penetran 1 cm de suelo). La concentración máxima fue 10 veces más que la concentración mínima ( $3.85 \times 10^6$  esporas viables/g de suelo seco). El hematocímetro se utilizó para ajustar las concentraciones de esporas. Se colocaron gotas de cada una de las concentraciones (máxima y mínima) en recipientes plásticos de 237 ml junto con 20 g de suelo esterilizado seco y se homogenizó. Luego se colocó los 20 g de suelo en recipientes plásticos de 30 ml junto con diez oviposturas de *Delia platura* y dos semillas de chocho. Las semillas de chocho (que es el alimento) se colocaron el día del bioensayo en la parte inferior del recipiente y se cubrió con malla de organza.

Los recipientes plásticos fueron colocados dentro de una funda plástica zip lock de 3.76 litros la cual contiene papel húmedo; los recipientes fueron llevados a un cuarto oscuro a 16° C por 21 días. Después de los 21 días se evaluó la mortalidad de las larvas.

En el bioensayo se utilizaron cuatro productos entomopatógenos con 3 dosis cada uno, dando un total de 12 tratamientos con 6 repeticiones, con un diseño completamente al azar.

En esta Fase se evaluó el porcentaje de mortalidad: La eficiencia de los productos entomopatógenos está dada en base al número de larvas vivas y muertas (Quintero, 2003) registradas 21 días después de iniciado el bioensayo; previamente se inspeccionaron que las oviposturas hayan eclosionado a los 5 y 8 días después de iniciada la prueba. Los datos de mortalidad fueron analizados y corregidos con formula Abbott (Finney, 1948).

## Fase de campo

La fase de campo se trabajó con dos productos entomopatógenos, un testigo químico y un testigo absoluto; es decir, 4 tratamientos. El ensayo se manejó en un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, en parcelas con un área de 32 m<sup>2</sup> (parcela bruta). Se utilizó semilla de la variedad INIAP 450 Andino y se sembró con una densidad de 50 kg/ha.

En el momento de la siembra, se aplicó en drensh a la semilla antes de ser tapada, los mejores tratamientos y la mejor dosificación obtenida en el bioensayo:  $3.85 \times 10^6$  esporas viables de *Beauveria bassiana* (Suelo-Fix y Beauveb). El cultivo se mantuvo durante 45 días, periodo en el cual se evaluó el ensayo.

Se evaluaron las siguientes variables:

Porcentaje de emergencia: Se contabilizó el número de plantas emergidas en la parcela neta, a los 15 y 30 días después de la siembra y se expresó en porcentaje (Rivadeneira, 1999).

Altura de planta: Media de diez plantas tomadas al azar (marcadas) en cada tratamiento a los 45 días después de la siembra, expresada en centímetros.

Diámetro de la base del tallo: Media de diez plantas tomadas al azar (marcadas) en cada tratamiento a los 45 días después de la siembra, expresada en milímetros.

## Resultados

### En laboratorio

Se realizó un control de calidad a siete productos comerciales de los cuales solo se pudo utilizar cinco. Dentro de los parámetros de control de calidad los más importantes son la concentración y la viabilidad de esporas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Viabilidad y concentración de esporas de cada producto comercial.

Producto comercial	Casa comercial	Entomopatógeno	Concentración (esporas/g de producto)	UFC/g producto	Viabilidad (%)
BEAUVEB	Ecuabiologica	<i>Beauveria bassiana</i>	9.03x10 <sup>9</sup>	4x10 <sup>9</sup>	44
MYCEB	Ecuabiologica	<i>Paecilomyces lillacinus</i>	3.04x10 <sup>8</sup>		
METACEB	Ecuabiologica	<i>Metarhizium anisopliae</i>	9.07x10 <sup>8</sup>	2.2x10 <sup>9</sup>	41
SUELO-FIX	Suelo-Fix	<i>Beauveria bassiana</i>	1.46x10 <sup>9</sup>	1.2x10 <sup>9</sup>	82
ESPOCH	ESPOCH	<i>Beauveria bassiana</i>	9.1x10 <sup>7</sup>		
ESPOCH	ESPOCH	<i>Metarhizium anisopliae</i>	2.2x10 <sup>8</sup>		
ECOBASS	Ecoalternativas	<i>Beauveria bassiana</i>	1.1x10 <sup>7</sup>	1.8x10 <sup>6</sup>	61
ECONEMATIL	Ecoalternativas	<i>Paecilomyces lillacinus</i>	1.1x10 <sup>7</sup>	7.7x10 <sup>7</sup>	70

Una vez aplicadas las tres concentraciones y corregidas las mortalidades con la fórmula de Abbott (Finney, 1948) se determinó mediante la prueba estadística de Análisis de Varianza de dos vías, que existe diferencias significativas entre los tratamientos y entre las dosis. Según la prueba de Tukey (5%), los tratamientos en dosis alta de *Beauveria bassiana* de las marcas Suelo-Fix y Ecuabiológica son los más eficientes para controlar mosca de la semilla del chocho (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de mortalidad de larvas de la mosca de la semilla del chocho causada por entomopatógenos. Laboratorio del Departamento de Protección Vegetal, INIAP, 2013.

Tratamiento	Porcentaje promedio de mortalidad	Rango
<i>Beauveria bassiana</i> - SF/Da.	67,28	A
<i>Beauveria bassiana</i> -Ec/Da.	63,45	A
<i>Metarhizium anisopliae</i> - Ec/Da.	49,98	A B
<i>Paecilomyces lillacinus</i> -Ea/Da.	48,07	A B C
<i>Beauveria bassiana</i> - SF/Db.	32,7	B C
<i>Metarhizium anisopliae</i> - Ec/Db.	30,78	B C
<i>Paecilomyces lillacinus</i> -Ea/Db.	28,85	B C
<i>Beauveria bassiana</i> -Ec/Db.	26,92	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Da: Dosis alta, Db: Dosis baja, SF: Suelo-Fix, Ec: Ecuabiológica, Ea: Ecoalternativas.

Estos resultados de mortalidad mejoran a los obtenidos por Bruck et al (2005), quienes alcanzaron una mortalidad del 46 y 10% con una alta y baja dosis de *Beauveria bassiana* para controlar larvas de *Delia radicum* en laboratorio; y son muy parecidos a los resultados de Meadow et al (2000), quienes realizaron estudios con *Beauveria bassiana* para el control



de larvas de segundo estadio de *Delia radicum* con una eficacia del 65% en condiciones de laboratorio.

En campo

En el ensayo de campo, se evaluó el porcentaje de emergencia a los 15 y 30 días después de la siembra; y a los 45 días después de la siembra se registró la altura y diámetro de la planta.

Para el porcentaje de emergencia (a los 15 y 30 días), el análisis de varianza muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento con Thiodicarb el que presenta un mayor porcentaje de emergencia, tal como mencionan Lomas et al (2012) en su estudio de “Cuantificación del daño y alternativas para el control de las mosca de la semilla *Delia platura* Meigen en el cultivo de chocho, en Ecuador”. Los tratamientos con *Beauveria* se ubican en un segundo rango, pero difieren estadísticamente del testigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de emergencia a los 15 y 30 días de la prueba en campo de entomopatógenos para el control de la mosca de la semilla del chocho. Hacienda “Santa Isabel”, Saquisilí, Cotopaxi, 2013.

Tratamiento	% emergencia a los 15 días		% emergencia a los 30 días	
	Media	Rango	Media	Rango
Thiodicarb	60,7	A	63,6	A
<i>Beauveria bassiana</i> -Ec	39,3	B	42,6	B
<i>Beauveria bassiana</i> -SF	35,6	B	44,8	B
Testigo (semilla sin tratar)	10,4	C	21,4	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

La menor eficiencia de *Beauveria bassiana* en el control de larvas de *Delia platura* Meigen (en comparación con Thiodicarb), puede deberse a factores como el comportamiento de la plaga, al equipo de aplicación, número de aplicaciones y condiciones climáticas en el momento de la aplicación.

Con respecto al comportamiento de la plaga, se puede inferir, que los tratamientos biológicos fueron significativamente diferentes al químico, debido a que los adultos permanecen mayor tiempo en plantas hospederas y que la ovoposición se estimula o está influenciada al tener contacto con materia orgánica (Gil et al, 2007), por la acción de microorganismos involucrados en procesos de descomposición y con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Gounguené y Standler, 2006; Goldstein y Bassler, 1988). Esta situación determinó que las esporas de los hongos permanecieran en el suelo y no logran crecer ni multiplicarse por falta de hospedero. Contreras et al (1997) señalan que en la medida que transcurre el tiempo las esporas que quedan sobre el suelo pierden viabilidad. Por lo tanto, el éxito de la aplicación dependerá del número de larvas que se encuentren en contacto directo con el hongo (Monzón, 2001).

La solución de los tratamientos biológicos presentó muchas esporas flotando. Al respecto Orozco et al (2000) y Herrera, Carballo y Shannon (1999) señalan que para aplicaciones de esporas dirigidas al suelo o follaje se debe utilizar una bomba motorizada para generar turbulencias en la solución que facilite la distribución homogénea de las esporas y así, evitar la sedimentación de las mismas en la solución. Si bien el equipo utilizado no correspondió a una bomba motorizada, la solución se mantenía agitada constantemente en forma manual, pero no es comparable con lo propuesto por el autor.

Se realizó una sola aplicación de los tratamientos biológicos; esta situación disminuye la probabilidad de contacto del insecto con esporas viables y virulentas, tampoco permitió el

aumento de la cantidad de inóculo sobre el suelo. En cambio, aplicaciones periódicas y repetitivas sobre las misma área lograrían crear un ambiente con una alta presencia de hongos entomopatógenos (Herrera, Carballo y Shannon, 1999). Ferron (1978) señala que en invernadero es necesario renovar las aplicaciones de entomopatógenos cada 10 a 14 días puesto que la población de la plaga va en aumento gracias a la continua ovipostura en el tiempo.

Adicionalmente se debe acotar que una limitante en la utilización de hongos entomopatógenos como agentes de control es el efecto nocivo que sobre estos tienen factores ambientales como la humedad relativa baja, alta temperatura hacia el mediodía y radiación UV (Revelles, 1990); características que se presentan en el campo.

Con relación a la altura de planta, se encontró diferencias estadísticas con el testigo, pero no entre los tratamientos (Cuadro 4). La diferencia entre los tratamientos y el testigo se debe a las diferentes densidades finales en cada tratamiento.

Cuadro 4. Prueba de Tukey al 5% del promedio de la altura de planta a los 45 días en la prueba en campo de entomopatógenos para el control de la mosca de la semilla del chocho. Hacienda "Santa Isabel", Saquisilí, Cotopaxi, 2013.

Tratamiento	Promedio y rango de altura de planta (cm)
<i>Beauveria bassiana</i> -SF	24.98 A
<i>Beauveria bassiana</i> -Ec	24.58 A
Thiodicarb	22.6 A
Testigo (semilla sin tratar)	17.33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Este comportamiento que presentan las plantas de tener mayor altura en las densidades altas es originado por el mayor grado de competencia intraespecífica que se establecen al tener mayor número de plantas por tratamiento (Aguilar, 1988). Nuestros resultados están de acuerdo con lo dicho por Álvarez (1991), de que la altura de planta tiende a aumentar conforme se incrementa la densidad poblacional.

Al igual que para la altura de planta, el diámetro del tallo también muestra diferencias estadísticas significativas entre el testigo y los tratamientos; pero en esta caso el primer rango es para el testigo (Cuadro 5). Este resultado nos refleja que existe una relación inversamente proporcional entre el diámetro del tallo y la densidad de plantas, ya que el comportamiento del diámetro tiende a disminuir a medida que se tiene mayor densidad de plantas. Resultados similares obtenidos por Cuadra (2000) quien explica que, el diámetro del tallo se ve afectado por las altas densidades de plantas lo que provoca una elongación de los tallos y una disminución en el grosor de los mismos.

Cuadro 5. Prueba de Tukey al 5% del promedio del diámetro del tallo a los 45 días en la prueba en campo de entomopatógenos para el control de la mosca de la semilla del chocho. Hacienda "Santa Isabel", Saquisilí, Cotopaxi, 2013.

Tratamiento	Promedio y rango de diámetro del tallo (cm)
Testigo (semilla sin tratar)	0.47 A
<i>Beauveria bassiana</i> -Ec	0.29 B
Thiodicarb	0.26 B
<i>Beauveria bassiana</i> -SF	0.24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

## Conclusiones y recomendaciones

Finalmente, aunque *Beauveria bassiana* presentó patogenicidad no demostró tener una efectividad superior al 50% de porcentaje de germinación. Estos resultados podrían sugerir el uso de este hongo como agente de control en un programa de Manejo Integrado de Plagas, ya que estas prácticas al combinarse tienen un efecto final más contundente sobre la disminución de la población de una plaga. En este sentido se podría combinar el uso de este hongo junto con el uso de insecticidas, como sugiere Astudillo (1993) en estudios realizados con *B. bassiana* en combinación con formulaciones comerciales con fungicidas e insecticidas.

Esta podría ser una alternativa para el control de *Delia platura* Meigen; ya que siendo los carbamatos (Thiodicarb) la única herramienta actual de gestión predominante para controlar esta plaga, la resistencia generalizada también puede convertirse en un problema creciente en el futuro cercano.

Stark (1992) señala que *Delia radicum* presenta resistencia a controles químicos por más de una década. En el año 2003, larvas de *Delia radicum* del suroeste de la Columbia Británica fueron probados en el laboratorio y se encontró que tenían un aumento de 10 veces en la resistencia a clorpirifos en comparación con una colonia de larvas de laboratorio sin historial de exposición a clorpirifos (Zimmerman, datos no publicados; citado por Bruck et al, 2005).

Además de continuar con los estudios con *B. bassiana*, se recomienda realizar trabajos con nematodos entomopatógenos, con la finalidad de contar con más alternativas para el manejo de esta importante plaga del cultivo de chocho en Ecuador.

Los autores dejamos constancia de nuestra gratitud a la Comunidad de Práctica de los Andes de la Fundación McKnight y a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT) del Ecuador por el apoyo técnico y financiero del presente trabajo.

## Bibliografía

- Astudillo, M. 1993. Estudio sobre la compatibilidad del hongo *Bauveria bassiana* con formulaciones comerciales con fungicidas e insecticidas. *Revista colombiana de entomología*, 19(4), 255-260.
- Bruck, J.; Snelling, D.; Dreves, E.; Jaronski, S. 2005. Laboratory bioassays of entomopathogenic fungi for control of *Delia radicum* (L.) larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, (89). p. 179-183.
- Contreras, T.; Caballo, M.; Hidalgo, E.; Bustamante, E. 1997. Evaluación de trampas de pseudotallo y formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals.) en el combate del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* en costa rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 46, 44-49.
- Chávez, K.; Rodríguez, S.; Cervantes, J.; Barranco, J. 2011. Enzimas y toxinas de hongos entomopatógenos, su aplicación potencial como insecticidas y fungicidas. Departamento de Producción Agrícola y Animal. México. p. 144-160.
- Ferron, P. (1978). Biological control of insect pest by entomogenous fungi. *Anual Review Entomology*, 23, 490-442.
- Finney, D.; Stevens, J. 1948. "Una tabla para el cálculo de probits de trabajo y pesos en el análisis Probit" *Biometrika*. 35 (1-2). p. 191-201.
- Gil, C.; Carrillo, Q.; Jiménez, G. (2007). Determinación de las principales plagas de la espinaca (*Spinacia oleracea* L). *Revista Colombiana Entomología*, 33, 124-128

- Goldstein, H.; Bassler, M. (1988). Effects of bacteria on oviposition by seedcorn maggots (Diptera: Anthomyiidae). *Environmental Entomology*, 17, 7-12.
- Gouinguéné, S.; Städler, E. (2006). Oviposition in *Delia platura* (Diptera: Anthomyiidae): The role of volatile and contact cues of bean. *Journal of Chemical Ecology*, 32, 1399-1413.
- Herrera, F.; Caballo, M.; P., S. (1999). Eficacia de cepas nativas de hongos entomopatógenos sobre *Bemisia tabaci*, en laboratorio. *Manejo integrado de plagas*, 54, 44-52.
- INEC (Instituto Nacional De Estadísticas y Censos, EC). 2002. Resultados del III Censo Nacional Agropecuario. Quito, Ecuador. Vol. 1. Tabla 20.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2011. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual 2010. Quito, Ecuador. p. 9-16.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2012. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual 2011. Quito, Ecuador. pp. 8-11.
- Lomas, L.; Mazón, N.; Rivera, M.; Peralta, E. 2012. Cuantificación del daño y alternativas para el control de la mosca de la semilla (*Delia platura* Meigen) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), en el Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. INIAP. Paute, Ecuador. p. 2- 27.
- Meadow, R.; Vandenberg, J.; Shelton, A. (2000). Exchange of Inoculum of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hyphomycetes) Between Adult Flies of the Cabbage Maggot *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae). *Department of Entomology*, 480.
- Mozón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas*, 63, 95-103.
- Orozco, M.; Farías, J.; López, J.; Ramírez, N. 2000. Uso de *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia argentifolii* en melón. *Manejo integrado de plagas*, 56, 45-51.
- Peralta, E.; N. Mazón; A. Murillo; E. Villacrés; M. Rivera; C. Subía. 2009. Catálogo de Variedades Mejoradas de Granos Andinos: Chocho, Quinoa y Amaranto, para la Sierra de Ecuador. Publicación Miscelánea No. 151. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 24 p.
- Peralta, E.; Mazón, N.; Murillo, A.; Rivera, M. 2009a. Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Manual No. 69. Segunda Impresión. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. p. 14-18.
- Peralta, E.; Mazón, N.; Murillo, A.; Rivera, M. 2012. Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Manual No. 69. Tercera impresión. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. p. 11-15.
- Quintero, M. 1998. Comparación en laboratorio de la patogenicidad de tres especies nativas de nematodos entomopatógenos (Rhabditida) sobre larvas de tercer instar de *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard) (Coleóptera: Scarabaeidae). Tesis, Bióloga. Cali, Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Programa Académico de Biología. 27 p.
- Revelles, P. (1990). Hongos entomopatógenos. *Ingeniería Agropecuaria*(167), 5-20.
- Rivadeneira, J. 1999. Determinación de los niveles óptimos de fertilización química en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en tres localidades de la Sierra ecuatoriana. Tesis Ingeniero Agrónomo. Quito, Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 152 p.

Rivera, M.; Gallegos, P. 2001. El cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet): fitonutrición, enfermedades y plagas, en el Ecuador. Boletín técnico no. 103. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. p. 31-33.

Stark, J. (1992). Combatting Cabbage Maggot Insecticide Resistance. *Pacific Farmer-Stockman News*, 7-8.

Trotus, E.; Guizdavu, I. 1996. Cercetari privind avalutia speciei *Delia platura* Meig. (Diptera: Anthomyiidae) in conditiile din silvostepa moldovei. Probleme de Protectia Plantelor, 24 (1). p. 13-18.

Valenciano, J.; Casquero, B. 2001. Evaluation of the occurrence of root rots on bean plants (*Phaseolus vulgaris*) using different sowing methods and with different techniques of pesticide application. New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science, 34. p. 291-298.