



***Baeuveria bassiana* (Bals)Vuill y *Metarhizium anisioplae* (Metsch.) Sorokin para el control de pupas de *Prodidiplosis longifila* Gagné en el cultivo de espárrago**

***Baeuveria bassiana* (Bals)Vuill and *Metarhizium anisioplae* (Metsch.) Sorokin in the pupas control of *Prodidiplosis longifila* Gagné on asparagus crop**

Carolina Cedano^{1, *}, Pedro Cubas²

¹ Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo, Perú.

² Empresa Agrícola CAMPOSOL S.A., Carretera Panamericana Norte, km 497 Chao Virú, Perú.

Recibido 06 diciembre 2011; aceptado 31 marzo 2012

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los hongos entomopatógenos *Baeuveria bassiana* y *Metarhizium anisioplae* sobre las pupas de *Prodidiplosis longifila* para reducir la población de adultos de este insecto. Los tratamientos consistieron en la aplicación de dos concentraciones diferentes de propágulos (micelio y conidias) de cada entomopatógeno, una fue de 1×10^6 propágulos/mililitro (provenientes de 25 kilos de arroz colonizado por el entomopatógeno) y la otra de 1×10^7 propágulos/mililitro (provenientes de 40 kilos de arroz colonizado por el entomopatógeno) más un testigo sin aplicación. La aplicación se realizó a través del sistema de riego y se inició 15 días después del desaporque (término de cosecha), repitiéndose cada 5 días durante un mes coincidiendo con la etapa de mayor caída de pupas al suelo. El tratamiento de *Baeuveria bassiana* a la concentración de 1×10^7 propágulos/mililitro presentó el 53.4 % de las pupas en el suelo con micelio del hongo. Estos resultados permiten indicar a *B. bassiana* como un biocontrolador promisorio de esta plaga.

Palabras clave: *Prodidiplosis longifila*, pupas, hongos entomopatógenos.

Abstract

The objective of the present work was to evaluate the effect of the entomopathogen fungi *Baeuveria bassiana* and *Metarhizium anisioplae* of the *Prodidiplosis longifila* pupas, in order to reduce the adult population of this insect. The treatments consisted on the application of two different propagel concentrations (mycel and conidia) of each entomopathogen. One of these concentration was 1×10^6 propagels/ml (obtained from the total amount of conidia collected of 25 kg of rice colonized by the entomopathogen); and the other one, was 1×10^7 propagels/ml (obtained from the total amount of conidia collected of 40 kg of rice colonized by the entomopathogen). As a check a non application treatment was considered. The applications were trough the irrigation system and started 15 days after the end of harvest and were repeated each five days during a month, coincident with the period of most falls of pupas of the soil. As a result *Baeuveria bassiana* at 1×10^7 propagels/ml shown 53.4 % of the total pupas colonized by the entomopathogen, which allows indicating *B. bassiana* as a promissory biocontrol of this specie.

Keywords: *Prodidiplosis longifila*, pupae, entomopathogen fungi.

1. Introducción

El espárrago constituye uno de los principales productos de agro-exportación, que ha logrado un importante crecimiento

a través de los años lo que ha permitido ubicar al Perú en el primer lugar de producción de espárragos frescos y en el primer exportador de espárragos del mundo. Este cultivo permite el desarrollo

* Autor para correspondencia
Email: caescsa1@yahoo.com (C. Cedano)

de una industria sostenida con notable impacto en la economía, genera empleo y divisas (IPEH, 2009).

Las principales zonas de producción se ubican en la costa, en La Libertad, Ica, Lima y Ancash. La mayor extensión sembrada (60 %) se encuentra en la región de La Libertad con aproximadamente 8 200 hectáreas ubicadas en los valles de Chao, Virú y Moche en la irrigación del proyecto especial CHAVIMOCHIC (BCRP, 2011). La Libertad, cuenta con las condiciones edáficas y climáticas ideales para la producción de espárragos, lo cual permite obtener hasta 2.3 cosechas al año, y los mayores rendimientos en este cultivo a nivel mundial (12.2 t/ha).

Durante las primeras etapas del desarrollo fenológico como brotamiento, rameado y apertura, el cultivo se ve amenazado por la alta incidencia de *Prodiplosis longifila* Gagné conocida como “mosquilla de los brotes” cuyas larvas raspan el tejido epidérmico provocando la distorsión y deformación de los brotes (Figuras 1 y 2), y tratándose de espárrago verde los turiones pierden valor comercial (Sánchez y Apaza, 2000; Castillo, 2006).



Figura 1. Larvas de *P. longifila* Gagné.



Figura 2. Daño en brotes tiernos.

La exigencia cada vez mayor del uso racional y selectivo de pesticidas por parte de los mercados internacionales ha impulsado el desarrollo de un programa de manejo integrado en el que se emplea prácticas agronómicas y etológicas en la regulación de esta plaga. Es en este contexto, que el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de los hongos entomopatógenos *Baeuveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae* como alternativa de control biológico de *P. longifila* Gagné.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló en un campo comercial de espárrago del cultivar UC157-F1 de 5 años de producción, ubicado en el fundo Mar Verde de la empresa agroindustrial Camposol S.A. en Virú, La Libertad - Perú.

Para la distribución de los tratamientos se empleó un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones (Tabla 1). Cada parcela o unidad experimental contó con un área de 270 m² constituida por 6 surcos con distanciamientos de siembra de 1.8 m entre surcos y 0.20 m entre plantas.

Tabla 1

Tratamientos en estudio.

Clave	Descripción	Concentración (Propágulos/mL)	Arroz (Sustrato) (kg)
T1	Testigo (Sin Aplicación)	0	0
T2	<i>Baeuveria bassiana</i>	1x10 ⁶	25
T3	<i>Baeuveria bassiana</i>	1x10 ⁷	40
T4	<i>Metarhizium anisoplae</i>	1x10 ⁶	25
T5	<i>Metarhizium anisoplae</i>	1x10 ⁷	40

Para la producción masiva de los entomopatógenos se utilizaron bolsas de polipropileno en las cuales se agregó 800 gramos de arroz más 140 mililitros de

agua destilada, se sellaron y se autoclavizaron a 121°C por 40 minutos; posteriormente, este sustrato fue inoculado con los hongos entomopatógenos adicionando a cada bolsa 30 ml de una suspensión de propágulos (micelio más conidias) proveniente de un cultivo de 6 días de desarrollo en caldo papa dextrosa. Las bolsas sembradas con cada entomopatógeno fueron mantenidas con luz a temperatura ambiente durante 25 días.

Para la preparación de la suspensión de propágulos se empleó agua libre de carbonatos con pH 7; para la extracción de los propágulos del sustrato se agregó 100 mL de aceite vegetal de uso agrícola por bolsa, se homogenizó para impregnar todos los granos de arroz, posteriormente se adicionó agua, se frotó y lavó hasta el total desprendimiento de las conidias y micelio, finalmente se filtro; este procedimiento se siguió con cada una de las bolsas de acuerdo al tratamiento correspondiente, y se llevo a un volumen de 600 litros, y se estandarizó hasta la concentración correspondiente según el tratamiento.

La aplicación de la suspensión de propágulos (pr) en el área experimental se realizó mediante inyección al sistema de riego por goteo haciendo uso de una bomba de inyección de diafragma tipo T.M.B.

La aplicación de los tratamientos se inicio 15 días después de realizado el desaporque, repitiéndose cada 5 días durante un mes en la época de floración que es la etapa de desarrollo del cultivo que presenta la mayor caída de pupas al suelo.

El efecto de los hongos entomopatógenos se evaluó en relación al número de adultos emergidos por tratamiento y al porcentaje de pupas afectadas para lo cual se contabilizó las pupas con y sin desarrollo micelial obtenidas con los diferentes entomopatógenos en estudio. Las pupas que no emergieron y no mostraron desarrollo micelial fueron sembradas en

placas con medio papa-dextrosa-agar (PDA) para comprobar si habían sido afectadas por los entomopatógenos.

3. Resultados y discusión

Los resultados del número promedio de la caída de pupas y del número promedio de adultos emergidos con su correspondiente porcentaje de emergencia por metro lineal en cada tratamiento se reportan en la Tabla 1, donde podemos apreciar que en todos los tratamientos el porcentaje de emergencia fue menor en comparación a lo obtenido en el tratamiento testigo que fue de 57.87%.

Tabla 1

Datos promedio de la caída de pupas y de adultos emergidos de *Prodiplosis longifila* Gagné.

Tratamientos	Caída de pupas	Adultos emergidos	Porcentaje de emergencia (%)
T1	259.83±83.00	150.4±50.19	57.87±1.13
T2	519.39±125.21	147.3±5.25	28.36±1.33
T3	461.66± 47.60	81.3±15.50	17.61±3.96
T4	406.52± 33.25	138.3±12.22	34.02±14.03
T5	361.67± 32.12	137.4±13.60	37.99±11.31

Después de la transformación de los datos de porcentaje a valores angulares, el análisis de varianza - ANVA (Tabla 2) mostró diferencias significativas entre los tratamientos, lo que significa que los tratamientos tienen efecto diferente por tratarse de concentraciones diferentes. Así mismo, la prueba de comparación de medias de Duncan (Tabla 3) refiere que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Destacan los tratamientos T1 (Testigo) y T5 que alcanzan los porcentajes más altos de emergencia de adultos de *P. longifila* (49.5 y 36.9 respectivamente) y el tratamiento T3 con el menor porcentaje de emergencia (24.7). Los dos tratamientos restantes (T2 y T4) comparten características similares sin diferencia estadística entre ellos.

Tabla 2ANVA de la emergencia de adultos de *P. longifila* Gagné.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F _{CALCULADO}	valor-p	F _{TABLA}	Sign.
Tratamiento	4	977.03	244.26	8.18	0.006	3.84	*
Bloque	2	0.06	0.03	0.001	0.999	4.46	NS
Error	8	238.92	29.86				
Total	14	1216.01					

*Significación estadística a nivel 0.05.

Tabla 3Comparativo de medias de la prueba de Duncan del número de adultos emergidos de *Prodiplosis longifila* Gagné.

Tratamientos	Media	Grupo homogéneo*		
		1	2	3
3	24.71±3.06	a		
2	32.16±0.86	a	b	
4	35.41±8.39	a	b	
5	36.98±6.21		b	
1	49.51±0.65			c

*Promedios en la misma columna con letras distintas indican diferencia significativa.

Los datos del porcentaje de pupas colonizadas y/o afectadas por los hongos entomopatógenos en estudio se presentan en el Tabla 4. El análisis de varianza (Tabla 5) de estos datos mostró que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

En la prueba de comparación de medias de Duncan destacó el tratamiento T3 (*B.bassiana* 1×10^7 pr/ml) con el mayor porcentaje de pupas de *P. longifila* G. colonizadas y/o afectadas (Tabla 6) mientras que los tratamientos T2, T4 y T5 en los que también se aplicó entomopatógenos conformaron un grupo aparte sin diferencia estadística entre ellos, presentando en promedio 31.9, 30.9 y 27.7% de las pupas afectadas por metro

lineal. No se encontró pupas afectadas en el tratamiento testigo.

Tabla 4Pupas de *Prodiplosis longifila* Gagné afectadas y/o colonizadas por los entomopatógenos.

Tratamientos	PNE	PA	PP
T1	109.5± 33.26	0±0.00	0±0.00
T2	218.8± 63.31	61.8±19.17	28.3±10.95
T3	194.5± 39.65	103.9±14.81	53.4±1.65
T4	171.3± 39.65	45.4±12.06	26.5±4.79
T5	152.4± 15.42	33.1±7.08	21.7±5.33

PNE: Pupas no emergidas/m lineal

PA: Pupas afectadas

PP: Porcentaje de parasitismo / m lineal

Las pupas fueron colonizadas por el entomopatógeno mediante degradación enzimática y por la presión mecánica que ejerce el tubo germinativo de la conidia; *B. bassiana* atraviesa la cutícula del insecto para lo cual segrega gran cantidad de enzimas lipasas, proteasas y quitinasas, que dan como resultado la degradación enzimática de la cutícula; después de la invasión las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula del insecto se ablandan. Una vez dentro del hemocele el hongo produce cantidades considerables de toxinas, las que sumadas a la destrucción de los tejidos y las deficiencias nutricionales llevan a la muerte del insecto (Cañedo y Ames, 2004; Gómez *et al.*, 2007).

Tabla 5ANVA Pupas de *P. longifila* colonizadas y/o afectadas por los hongos entomopatógenos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F _{CALCULADO}	Valor-p	F _{TABLA}	Sign.
Tratamiento	4	3492.45	873.11	79.50	1.78	3.84	*
Bloque	2	54.17	27.09	2.47	0.15	4.46	NS
Error	8	87.86	10.98				
Total	14	3634.48					

*Significación estadística a nivel 0.05

Tabla 6

Comparativo de medias de la prueba de Duncan del porcentaje de pupas de *Prodiplosis longifila* Gagné afectadas por los entomopatógenos.

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos*		
		1	2	3
1	0.10±0.00	a		
5	27.75±3.66		b	
4	30.97±3.19		b	
2	31.96±6.82		b	
3	47.03±0.95			c

* Promedios en la misma columna con letras distintas indican diferencia significativa.

En el tratamiento T3 aproximadamente el 36.6 % de las pupas que no emergieron presentaron micelio externamente lo que indica el desarrollo de la fase saprofítica que se inicia con la muerte del insecto (finaliza la fase parasítica) y el hongo emerge al exterior por las áreas menos esclerotizadas de la cutícula fundamentalmente por las regiones intersegmentales o por las aberturas naturales boca, ano y espiráculos (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Micelio de *B. bassiana* emergiendo a través de aberturas naturales de la pupa de *P. longifila*.

Las pupas que no mostraron externamente desarrollo de micelio fueron colocadas en placa Petri con medio de cultivo papa-dextrosa - agar (PDA) donde al cabo de 5 a 7 días se pudo observar el

desarrollo de colonias de *B. bassiana* (Figura 5) comprobándose así que habían sido afectadas por el entomopatógeno. Este trabajo demuestra la susceptibilidad de las pupas de *P. longifila* a *B. bassiana* (Reategui *et al.*, 2009) y confirma el carácter polífago de este entomopatógeno (Lucero *et al.*, 2004; Gonzales *et al.*, 1993; Rodriguez y Bravo, 1992).

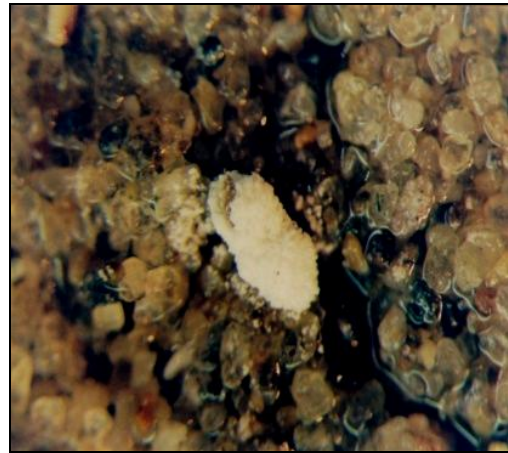


Figura 4. Pupa de *P. longifila* completamente colonizada por *B. bassiana*.

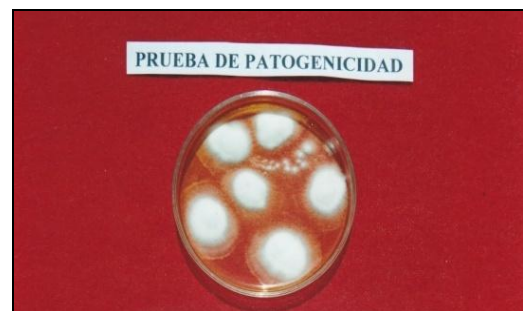


Figura 5. *B. bassiana* reislada de pupas de *P. longifila*.

4. Conclusiones

El hongo *Baeuveria bassiana* presentó mayor actividad biocontroladora sobre las pupas de *Prodiplosis longifila* Gagné. En el tratamiento T3 (1×10^7 propágulos/mL de *B. bassiana*), el 53.4 % de las pupas que no emergieron fueron colonizadas por el entomopatógeno.

Con estos resultados *B. bassiana* se constituye en un agente de control biológico importante a considerar como componente del manejo integrado de esta plaga.

Referencias bibliográficas

- BCRP - Banco Central de Reserva del Perú. 2011. La Libertad: Síntesis de la Actividad Económica – Abril 2011. Departamento de Estudios Económicos. Sucursal Trujillo. Disponible en <http://www.bcrp.gob.pe/docs/.../Presentacion Libertad-04-2011.pdf>
- Cañedo, V.; Ames, T. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima - Perú.
- Castillo, J. 2006. *Prodiplosis longifila* Gagné en la Irrigación CHAVIMOCHIC La Libertad. ARENAGRO. Asociación de Agricultores Agroexportadores Propietarios de Terrenos de Chavimochic (APTCH). Año 2 N° 2 p.10-19.
- Gómez, H.; Zapata, A.; Torres, E.; Soberanis, W. 2007. Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. Laboratorio de entomopatógenos SDCB – SENASA. Lima – Perú.
- Gonzales, M.; Posada, F.; Bustillo, A. 1993. Bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Baeuveria bassiana* (Bals) Vuill. sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista Colombiana de Entomología 19(4): 123-130.
- IPEH - Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas. 2009. Productos: Espárragos. Disponible en <http://www.ipeh.org.pe/esparrago.asp>.
- Lucero, A.; Peña, L.; Bacca, T. 2004. Evaluación de la actividad biocontroladora de *Baeuveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae* sobre larvas de *Ancognatha scarabaeiodes* (Coleóptera: Scarabaeidae). Revista CORPOICA.5 (1):43-48.
- Reátegui, F.; Krugg, J.W.; Ayquipa, G.; Neyra, S. 2009. Actividad entomopatógena de cuatro especies de hongos sobre *Prodiplosis longifila* (Díptera: Cecidomyiidae) REBIOL 29(1): 21-26.
- Rodríguez, S.; Bravo, M. 1992. Biología y Morfotaxonomía de la “caracha” (Diptera: Cecidomyidae) en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill) Cv. Río Grande. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Sánchez, V.; Apaza, W. 2000. Plagas y Enfermedades del espárrago en el Perú. Instituto Peruano del Espárrago. Primera Edición.