

Efecto del insecticida methomyl sobre la germinación, crecimiento y esporulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

Effect of the methomyl insecticide on the germination, growth and sporulation of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*

Juan Wilson-Krugg*

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

* Autor correspondiente: jwilson@unitru.edu.pe (J. Wilson)

RESUMEN

Se determinó el efecto del insecticida Methomyl a las concentraciones de 360, 675 y 1125 ppm sobre la germinación, crecimiento y esporulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Para evaluar el efecto del insecticida sobre la germinación de *B. bassiana* se agregó 2 mL de una suspensión de 105 conidias/mL a 2 mL de cada concentración del químico, dejando en incubación por 24 horas a 25 °C. El efecto sobre el crecimiento radial se evaluó según la técnica de alimento envenenado y la esporulación se evaluó tomando muestras de las colonias que crecieron en las diferentes concentraciones del químico. Como control se empleó medio de cultivo sembrado con el hongo, pero sin el insecticida. Se encontró que frente al Methomyl a las concentraciones de 360, 675 y 1125 ppm, la germinación de *B. bassiana* disminuyó significativamente hasta un 8,31; 0 y 0 % respectivamente, mientras que en relación al crecimiento este fue de 75; 60,8 y 43 % y la esporulación disminuyó hasta un 38,78; 33,58 y 6,33 %. Se concluye que al incrementarse la concentración de Methomyl disminuye la germinación, crecimiento y esporulación de *Beauveria bassiana*.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*; compatibilidad; entomopatógenos; methomyl.

ABSTRACT

It was evaluated the effect of the insecticide Methomyl at the concentrations of 360, 675 and 1125 ppm on the germination, growth and sporulation of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. To evaluate the effect of the insecticide on the germination of *B. bassiana*, it was added 2 mL of a suspension of 105 conidia / mL to 2 mL of each concentration of the chemical, leaving in incubation for 24 hours at 25 °C. The effect on radial growth was evaluated according to the poisoned food technique and sporulation was evaluated by sampling the colonies that grew in the different concentrations of the chemical. As a control, it was used culture medium seeded with the fungus, but without the insecticide. It was found that against the Methomyl at the concentrations of 360, 675 and 1125 ppm, the germination of *B. bassiana* decreased significantly to 8.31; 0 and 0% respectively, while in relation to growth this was 75; 60.8 and 43% and sporulation decreased to 38.78; 33.58 and 6.33%. It is concluded that as the concentration of Methomyl increases the germination, growth and sporulation of *Beauveria bassiana*.

Keywords: *Beauveria bassiana*; compatibility; entomopathogenic; methomyl.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las plagas son responsables de la mayor parte de las pérdidas reportadas en la agricultura mundial y con el propósito de eliminar o contrarrestar las pérdidas ocasionadas por estas se han implementado diversos programas de control; como el control químico y el control biológico, que están basados en el uso de compuestos químicos sintéticos y de enemigos naturales de los insectos plaga respectivamente (Sánchez y Sánchez, 2009).

Entre los productos químicos empleados tenemos al Methomyl, un carbamato sistémico considerado altamente peligroso, que ingresa por contacto e ingestión en el insecto y tiene un rápido efecto de choque. Al inhibir a la enzima acetilcolinesterasa, este químico interfiere con la transmisión del impulso nervioso en el sistema muscular de los insectos plagas. El Methomyl bajo distintos nombres comerciales es utilizado para el

control de plagas como *Heliothis* sp, *Spodoptera* sp, *Frankliniella* sp, *Agrotis* sp, *Aphis* sp, *Manduca sexta*, *Linomyza* sp (Mc Gregor, 2013).

Uno de los principales problemas del uso de los plaguicidas en la agricultura, es su residualidad en el campo y en los productos vegetales, así como la contaminación del medio ambiente lo que implica un impacto negativo en la flora y fauna. Por tal razón, las empresas agroexportadoras tomando en cuenta la exigencia del mercado, el cual demanda productos vegetales que cumplan las normas de sanidad, inocuidad y calidad, han adoptado como estrategia para controlar a las plagas en los cultivos y lograr una mayor sostenibilidad en las exportaciones agrícolas de cultivos, el empleo del control biológico como parte de un manejo integrado de plagas (Durán, 2012).

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno cosmopolita que al igual que otros hongos entomopatógenos, antes de causar la muerte a su hospedero le provoca ciertos síntomas característicos como son pérdida de sensibilidad, descoordinación, letargo, pérdida de apetito, parálisis y melanización (Esparza et al, 2017). Se ha encontrado que *B. bassiana* es capaz de controlar a insectos como *Hypothenemus hampei* (Mendez et al, 2014; Jaramillo et al, 2015; Gerónimo et al, 2016); *Spodoptera frugiperda* y *Rhopalosiphum maidis* (Oliveira et al, 2015), *Plutella xylostella* (Correa et al, 2014), *Bemisia tabaci* (García et al, 2013), *Phyllophaga* spp (Chavez et al, 2014), *Meccus pallidipennis* (Zumaquero et al, 2014) etc.

Sin embargo, la aplicación de pesticidas puede interferir con la actividad de los organismos empleados como controladores biológicos; por tal razón en los últimos años se han realizado diversas investigaciones sobre la compatibilidad de los plaguicidas con los hongos controladores biológicos, así tenemos que Tang et al (2019) mencionan que los insecticidas thiamethoxam, pymetrizin y buprofezin son compatibles con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de *Sogatella purpurea*, mientras que Kumar et al (2019) encontraron que *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Isaria javanica* eran compatibles con los insecticidas aceite de neem, spiromesifen, flonicamid, diafenthiuron, imidacloprid y fipronil.

Celar y Kos (2016) también demostraron que los plaguicidas isoxaflutole y clorotalonil eran compatibles con *B. bassiana*; mientras que Mendoza et al (2015) encontraron que el insecticida clorpirifos tiene un efecto inhibitorio significativo sobre los hongos controladores *Gliocadium virens* y *Trichoderma longibrachatum* y; Tkaczuk et al (2015) hallaron que el plaguicida chizalofop-p-ethyl no era compatible con *B. bassiana* e *Hirsutella nodulosa*.

El methomyl es un insecticida del grupo de los carbamatos, teniendo los plaguicidas de este grupo como principal mecanismo de acción el interferir en la actividad de la enzima neurotransmisora colinesterasa (Vela et al, 2018), enzima de la cual carece *Beauveria bassiana*; esto significaría que el Methomyl no afecta a *Beauveria bassiana* en cualquiera de sus etapas de su ciclo biológico. Sin embargo otros mecanismos de acción de los carbamatos son interferir en el ensamblaje de la tubulina en la mitosis, con el complejo III en la cadena respiratoria que es importante para la obtención de energía necesaria para el metabolismo y en la síntesis de esteroides que forman parte de la membrana citoplasmática de los hongos (FRAC, 2018).

A fin de combatir a las diversas plagas que afectan a sus sembríos los agricultores aplican en sus campos a plaguicidas como el methomyl así como a hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*; sin embargo ciertos etapas del ciclo biológico de *B. bassiana* como la germinación, crecimiento y esporulación se pueden ver afectados por este plaguicida, con lo cual no sería efectiva la acción controladora de este hongo sobre las plagas; por tal razón es que la presente investigación se planteó como objetivo determinar el efecto del insecticida methomyl a las concentraciones de 360, 675 y 1125 ppm sobre la germinación, crecimiento y esporulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

2. MATERIALES Y METODOS

Se empleó un diseño experimental de estímulo creciente

2.1. Material de estudio

- Cultivo puro de *Beauveria bassiana*
- Insecticida Methomyl con el nombre comercial de Dethomyl

2.2. Procedimiento

2.2.1. Evaluación del efecto del insecticida Methomyl sobre la germinación de esporas de *Beauveria bassiana* (Mamprim et al, 2014; Martins et al, 2016; Oliveira et al, 2016)

Resiembra de *Beauveria bassiana* y obtención de cultivos monospóricos

A partir del cultivo puro de *B. bassiana*, se resembró en frascos planos conteniendo agar papa dextrosa (PDA) inclinado y luego se incubó a 25°C durante 7 días, posteriormente se cosecharon las esporas con 10 mL de agua destilada estéril y se estandarizó a una concentración de 5×10^2 esp/mL mediante recuento en cámara cuenta células para luego sembrar por superficie en placas de Petri conteniendo Agar Sabouraud (AS) e incubarlo a 25°C por 3 días. Posteriormente a partir de una colonia desarrollada se resembró en 5 tubos conteniendo AS inclinado y se incubó a 25°C por 7 días.

Preparación del inóculo de esporas

A partir de uno de los cultivos monospóricos se sembró en frascos planos conteniendo AS inclinado y se incubó a 25°C por 7 días. El inóculo de esporas se obtuvo agregando agua destilada estéril a cada frasco plano de vidrio agitándolo moderadamente a fin de liberar las esporas del hongo. La suspensión resultante se colocó en un matraz estéril para determinar la concentración de esporas mediante recuento en cámara cuenta células, diluyéndose luego en agua estéril a fin de obtener una concentración final de 1×10^5 con/mL.

Preparación de las soluciones doble concentradas de Methomyl.

Se prepararon diferentes diluciones de Methomyl en agua destilada estéril hasta alcanzar concentraciones dobles concentradas de 720, 1350 y 2250 ppm.

Inoculación e incubación

En el caso del Methomyl se colocó 2 mL de medio líquido con las concentraciones doble concentrado (360, 675 y 2250 ppm) en frascos pequeños de boca ancha, 3 por cada concentración; a cada uno de estos frascos se les agregó 2 mL del inóculo de conidias de *B. bassiana*; obteniendo una concentración final de Methomyl de 360, 675 y 1125 ppm y de 5×10^4 conidias/mL. Posteriormente cada frasco fue incubado a una temperatura promedio de 25°C, durante 24 horas.

Lectura

Transcurrido el tiempo de incubación se realizó el recuento en hemocitometro. Con el fin de determinar el porcentaje de germinación se consideró como 100 % la germinación en el grupo control.

2.2.2. Evaluación del efecto del Methomyl sobre el crecimiento y producción de conidios de *Beauveria bassiana* (Mamprim et al, 2014, Martins et al, 2016; Oliveira et al, 2016)

Preparación del medio de cultivo

Se preparó Agar Sabouraud en cuatro matraces conteniendo 100 mL de medio cada uno. El medio de cultivo se esterilizó en autoclave y se dejó enfriar hasta una temperatura aproximada de 45 °C. A tres matraces se les adicionó Methomyl en cantidad suficiente para obtener la concentración final de 360, 675 y 1125 ppm respectivamente. Al medio contenido en el matraz restante no se le agregó ningún insecticida, para utilizarlo como control. Luego, el medio de cultivo de cada uno de los cuatro matraces se sirvió en placas de Petri estériles (cinco placas por cada concentración, incluyendo el control).

Siembra e incubación.

Se sembró por puntura en cada placa de Petri de cada concentración de methomyl preparadas en el paso anterior, además del grupo control, luego se incubó a 25°C.

Lectura del efecto del Methomyl sobre el crecimiento de *B. bassiana*

A partir del tercer día de siembra, y hasta el noveno día, se realizó la medición del radio de crecimiento (mm) de la colonia en diferentes direcciones, obteniéndose un radio promedio de crecimiento por día

Lectura del efecto del Methomyl sobre la producción de conidias de *B. bassiana*

Después de evaluar el efecto sobre el crecimiento de *Beauveria bassiana*, se cortaron dos porciones de 1 cm por lado de cada colonia en cada placa donde hubo crecimiento (tanto en Methomyl como en el control), los que fueron transferidos individualmente a tubos de vidrio estériles conteniendo 10 ml de agua destilada con 0,1% de Tween 80. Luego se agitó fuertemente para desprender las conidias y después se realizaron diluciones en serie. Finalmente, a partir de la última dilución se realizó el recuento de conidias utilizando el hemocitometro.

2.2.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron presentados en porcentajes y para determinar si existía diferencia significativa entre las concentraciones evaluadas se realizó la prueba de análisis de varianza unidireccional empleando para ello el programa estadístico SPSS v. 22, con un grado de confianza de 0,95

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación al efecto del insecticida methomyl sobre el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la Fig. 1 se observa que este plaguicida tiene un efecto inhibitorio sobre la germinación de las conidias de *B.*

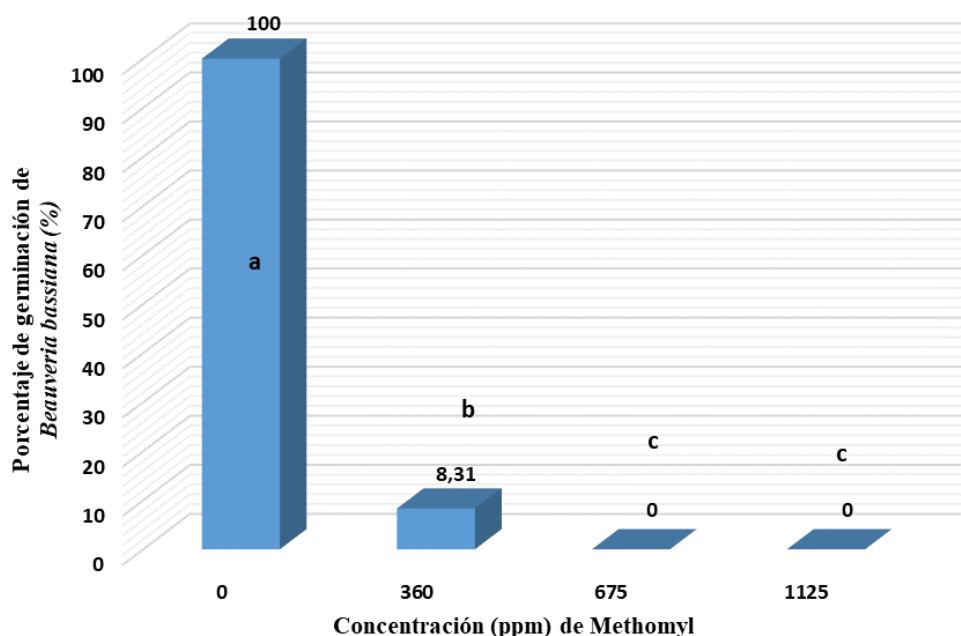
bassiana, encontrándose que a la menor concentración evaluada de methomyl que fue de 360 ppm, la germinación disminuyó hasta un 8,31 %, mientras que a las concentraciones de 675 y 1125 ppm la germinación de las conidias fue de 0 %, como se observa también en la Fig. 2.

Estos resultados coinciden con las investigaciones realizadas por Gaur y Pandey (2018) quienes encontraron que el insecticida profenophos a las concentraciones de 1, 2, y 4 % inhibía completamente la germinación de conidias de *B. bassiana*; datos similares a los observados por Alves et al (2010) con los insecticidas Cypermethrin y clorpirifos a las dosis de 15 y 25 g/20 L respectivamente.

Otros insecticidas como deltametrina, malation y fenitrothion a la concentración de 0,125 % y cipermetrina a la concentración de 1,33 % también presentaron una actividad significativamente esporicida sobre *B. bassiana* (Cazorla y Morales, 2010). Los resultados obtenidos también son similares a los reportados por Mwamburi et al (2015) quienes al evaluar al surfactante Breakthru encontraron que este inhibía notoriamente la germinación de *B. bassiana*, dependiendo este efecto de la cepa evaluada del hongo, así como de la temperatura y tiempo de incubación, variables que no se evaluaron en este estudio.

Sin embargo, no todos los pesticidas tienen efecto negativo sobre la germinación de esporas *B. bassiana*, ya que esta actividad puede variar según varios factores que se suman a los anteriormente mencionados, como el tipo de insecticida, su concentración y la especie o cepa de hongo entomopatógeno; así tenemos que el chlo-rantraniliprole a las concentraciones de 0,6; 0,3; 0,15; 0,075 y 0,0375 % no inhibía significativamente la germinación de *B. bassiana*, al igual que los insecticidas lambda cyhalothrin a la concentración de 1,2 % y novaluron al 3% (Gaur y Pandey, 2018).

A diferencia de lo que encontraron Alves et al (2010), Pérez y Sánchez (2017) observaron que el insecticida cipermetrina a la concentración de 78 mg/L si era compatible con la germinación de esporas de este hongo, ocurriendo lo mismo con los insecticidas imidacloprid, abamectina y malathion a las concentraciones de 175, 189 y 1250 mg/L respectivamente. De estos resultados se extrae que la actividad inhibitoria de un insecticida sobre la germinación de una spora va a depender de su concentración, por lo que es probable que si se disminuye la concentración del methomyl a concentraciones menores de 360 ppm (mg/L) disminuya su efecto inhibitorio sobre las esporas de *B. bassiana*.



Letras diferentes (a, b, c): $p < 0.05$, existe diferencia significativa

Letras iguales (c): $p > 0.05$, no existe diferencia significativa

Figura 1. Porcentaje de germinación de *Beauveria bassiana* a diferentes concentraciones del insecticida Methomyl

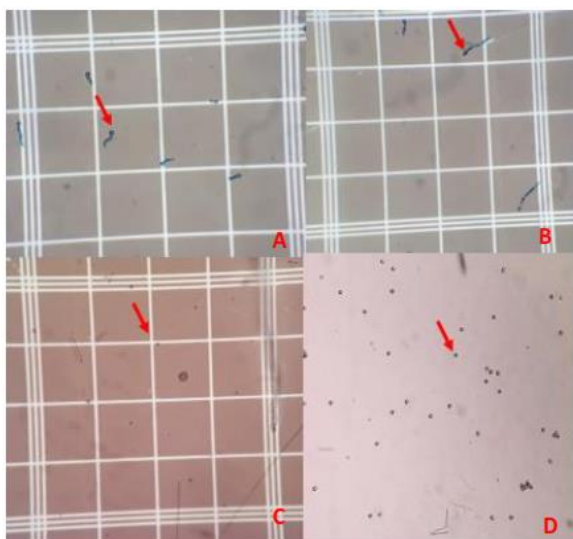
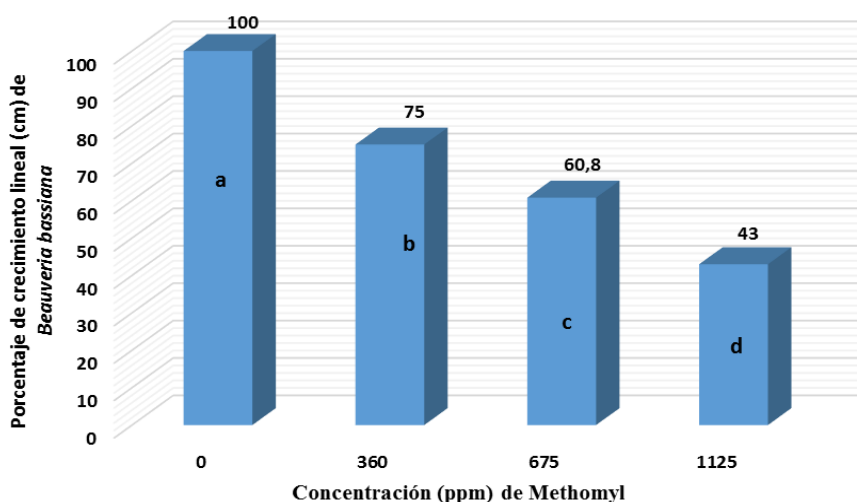


Figura 2. Germinación de conidias de *Beauveria bassiana* a diferentes concentraciones del insecticida Methomyl: A. 0 ppm (control), la flecha indica la conidia germinada; B. 360 ppm, la flecha indica la conidia germinada; C: 675 ppm, la flecha indica conidia sin germinar; D: 1125 ppm, la flecha indica conidia sin germinar.

En relación al crecimiento, en las Fig. 3 y 4 se observa que el insecticida methomyl tiene un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *B. bassiana*, encontrándose que a mayor concentración de methomyl ocurre un menor crecimiento de *B. bassiana*, existiendo diferencia estadística significativa entre el crecimiento obtenido en cada concentración. Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Gaur y Pandey (2018) con el insecticida profenophos el cual a las concentraciones de 1,2 y 4 % inhibía completamente el crecimiento de *B. bassiana*, mientras que otros insecticidas como el clorpirifos, deltametrina, imidacloprid, thiodi-carb y cipermetrina ocasionaron una disminución en el crecimiento entre el 30 al 80% (Faturohman et al, 2017); resultados similares a los encontrados por Pérez y Sánchez (2017) al evaluar con los insecticidas abamectina, cipermetrina, imidacloprid, recomendando incluso estos investigadores que estos insecticidas se pueden emplear en un programa de manejo integrado de plagas.



a, b, c, d: $p < 0.05$: Existe diferencia significativa

Figura 3. Porcentaje de crecimiento de *Beauveria bassiana* a las concentraciones de 0, 36, 675 y 1125 diferentes concentraciones del insecticida Methomyl

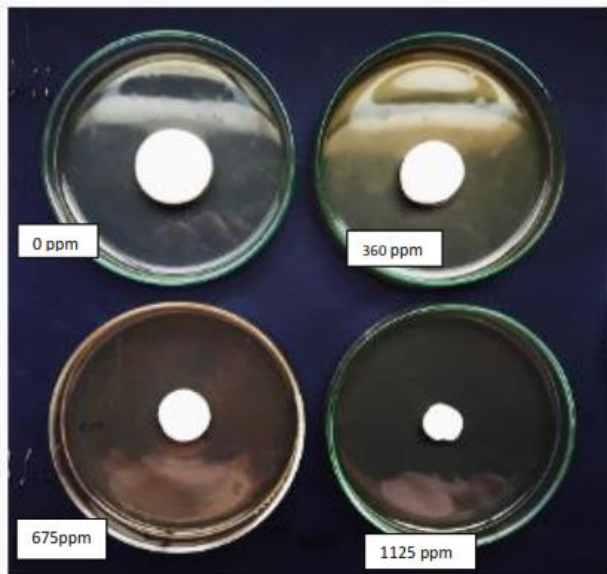


Figura 4. Crecimiento de *Beauveria bassiana* a diferentes concentraciones del insecticida Methomyl

Por otro lado Kumar et al. (2019) reportan también que insecticidas como el clorpirifos pueden ser muy tóxicos para *B. bassiana*, seguidos en toxicidad por el carbamato y pirate, mientras que a los plaguicidas flufenoxuron, lufenuron indoxacarb y benzoate se les considera pocos tóxicos al ocasionar una disminución en el crecimiento en un rango del 36 al 48,7 %, asimismo el methoxyfenozile, bifenthrin, abamectin y curacron se consideran compatibles con *B. bassiana* debido a que frente a ellos el crecimiento micelial del hongo solo disminuye en un rango de 25,2 a 36,5 % . De acuerdo a esto podemos decir que *B. bassiana* es compatible con el methomyl a las concentraciones de 360 y 675 ppm ya que frente a estas concentraciones el crecimiento del hongo fue de 75 y 60, 8% respectivamente, e incompatible con la concentración de 1125 pm de methomyl, debido a que a esta concentración el crecimiento del hongo fue menor del 50 % (43%).

Con respecto al efecto del methomyl sobre la esporulación, en la Fig. 5 se observa que al incrementarse la concentración de methomyl disminuye el porcentaje de esporulación de *B. bassiana*, resultado que está relacionado con los valores de crecimiento radial (Fig. 3 y Fig. 4), es decir a menor crecimiento radial se obtuvo una menor esporulación (Fig. 5), llegándose hasta un 6,33 % de esporulación a la concentración de 1125 ppm, considerándose que a esta concentración se inhibe significativamente la esporulación de *B. bassiana*. Asimismo, como el porcentaje de esporas producidas en las tres concentraciones evaluadas (360, 675 y 1125 ppm) es menor del 50%, se considera que la fase de esporulación de *B. bassiana* es incompatible con el methomyl a estas concentraciones: resultados que concuerdan con Faturhman et al (2017) quienes demostraron que algunos insecticidas a dosis de campo inhibían significativamente la esporulación de *B. bassiana*, entre estos plaguicidas tenemos al imidacloprid frente al cuál se obtuvo una esporulación del 46,04 %, con cipermetrina la esporulación fue del 39,43%, frente a imidacloprid del 37,67 %, thiodarb del 32,7 %, deltamethrin del 20,6% y con clorpirifos la esporulación fue del 19,88 % , siendo todos los valores menores del 50% en comparación al control.

Al comparar los resultados de germinación y crecimiento de *B. bassiana* (Fig. 1, 2, 3 y 4) observamos que la fase más inhibida fue la de germinación; esto probablemente ocurra porque la germinación es la etapa más susceptible dentro del ciclo de un hongo; al ser las esporas estructuras en estado latente tienen la condición de estar deshidratadas, a diferencia de las hifas, que no lo están. Para que una espora empiece a germinar, previamente debe ingresar a esta una gran cantidad de agua para que se hidrate y se activen las vías metabólicas relacionadas con la germinación (Maheshwari, 2012; Agrios, 2005; Kavanagh, 2005).; sin embargo, el ingreso de gran cantidad de agua implica también el ingreso de una gran cantidad del methomyl que se encuentra diluido en el agua, esto sería la probable razón por la cual la germinación de *B. bassiana* es más afectada que el crecimiento. Al ingresar el methomyl a la espora en la fase previa a la germinación interfiere con la mitosis y la formación de la membrana citoplasmática; esta interferencia no es tan pronunciada en el crecimiento (Fig. 3 y Fig. 4) posiblemente debido a que las hifas controlan mejor el paso del químico a través de la membrana y tiene un metabolismo que les permite neutralizar parcialmente la acción del methomyl. Asimismo,

debido a que no toda la hifa sería funcional por la acción del plaguicida es que se ve afectada significativamente la producción de esporas (Fig. 5), (Kavanagh, 2005)

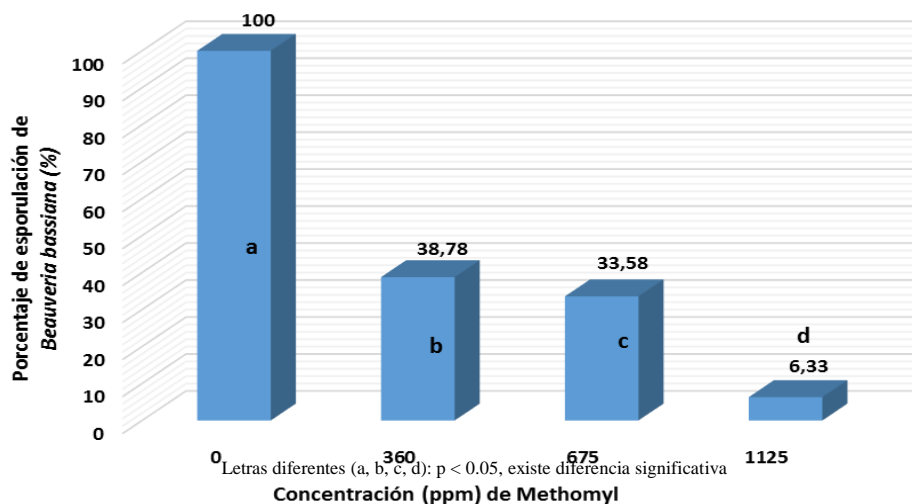


Figura 5. Porcentaje de esporulación de *Beauveria bassiana* a las concentraciones de 0, 360, 675 y 1600 ppm del insecticida Methomyl

4. CONCLUSIONES

El insecticida Methomyl tiene un efecto inhibitorio sobre la germinación, el crecimiento y la esporulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

El mayor efecto inhibitorio del insecticida Methomyl fue sobre la germinación y la esporulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press. California, USA. 948 pp
- Alves, C; Mamprim, A; Formentini, M; Martins, C; Pinti, F. 2010. Effect of disinfectants and pesticides used in poultry houses on *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill fungus. Revista Brasileira de Ciências Agrícolas. 8: 283 – 290
- Cazorla, D; Morales, P. 2010. Compatibilidad de 13 aislamientos de *Beauveria bassiana* patógenos para *Rhodnius prolyxus* (Triatoma) con insecticidas químicos: Boletín de Malariología y salud ambiental. 1 : 261-270
- Celar, F; Kos, K. 2016. Effect of selected herbicides and fungicides in growth, sporulation and conidial germination of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Pest Management Science. 72: 2110 - 2117
- Correa, J; Rodríguez, M; Sáenz, A. 2014. Susceptibility of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae; Linnaeus 1758) to *Beauveria bassiana* Bb9205, *Metarhizium anisopliae* Ma9236 and *Heterorhabditis bacteriophora* HNI0100. Universitas Scientarum. 19: 277-285.
- Chávez, E; Rodríguez, S; Sánchez, C; Hamdam, A; Barranco, J. 2014. Actividad insecticida in vitro de extracto crudo de *Beauveria bassiana* (Balsama)Vuilllemim sobre larvas de *Phyllophaga* spp. Revista Protección Vegetal. 29: 226 – 230.
- Durán, C. 2012. El Control Biológico como estrategia para apoyar las exportaciones agrícolas no tradicionales en Perú: Contabilidad y Negocios. 7: 81-100.
- Esparza, M; Conteirol, A; Fraga, M. 2017. Classification and infection mechanism of entomophthogenic fungi. Archivos Instituto Biológico. 84: 1 – 10
- Faturohman, A; Ekowati, N; Ina, N. 2017. Insecticide Compatibility to the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Scripta Biologica. 4 (4): 273 – 279
- FRAC.2018. Fungicide sorted by mode of action. FRAC. CODE LIST, Disponible en <http://www.phibase.org/images/fracCodeList.pdf>
- García, E; Pérez, R; León, B; Pliego L. 2013. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria*

- bassiana* sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6: 1129-1138.
- Gaur, J; Pandey, R. 2018. Compatibility of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* with selective pesticides. Journal of Entomology and Zoology Studies. 6: 867 - 872
- Gerónimo, J; Torres, M; Pérez, M; De la Cruz, A; Ortiz, C; Capello, S. 2016. Caracterización de aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y su patogenicidad hacia *Hypothenemus hampei*, en Tabasco, México. Revista Colombiana de Entomología. 2: 28 – 35
- Jaramillo, J; Montoya, E; Benavides, P; Góngora, C. 2015. *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de broca del café en frutos del suelo. Revista Colombiana de Entomología. 41: 95-104.
- Kavanagh, K. 2005. Fungi. Biology and Applications. Edit. John Wiley and sons. London, England. 293 pp
- Kumar, S; Monga, D; Kumar, R; Nagrale, D; Hiremani, N; Kranthi, S. 2019. Compatibility of entomopathogenic fungi with insecticide and their efficacy por IPM of *Bemisia tabaci* in cotton. Journal of Pesticide Science. 44: 97-105
- Mamprim, A; Angeli, L; Da Silva, F; Andressa, M; Castillo, C; Barbosa, R. 2014. Efecto de productos fitosanitarios sobre parámetros biológicos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae). Revista Protección Vegetal. 29: 128 - 136
- Martins, C; Alves, L; Mamprim, A. 2016. Effect of plant extracts and a desinfectant on biological parameters and pathogenicity of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Ascomycota: Cordycipitaceae). Brazilian Journal of Biology. 76: 420-427
- Maheshwari, R. 2012. Fungi. Experimental Methods in Biology. 2da ed. Indian Institute Science. Bangalore, India. 349 pp
- McGregor, R. 2013. Methomyl 90SP. Disponible en https://www.ramac.com.ni/?page_id=369
- Méndez, M; García, I; Jiménez, L; del Pozo, E. 2014. Epizootia natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. en *Hypothenemus hampei* Ferrari en Mayabeque, Cuba. Revista de Protección Vegetal. 29: 150-150.
- Mendoza, M; Rodríguez, A; Penilla, R; Vásquez, M. 2015. Compatibilidad de hongos entomopatógenos e insecticidas organofosforados para el control de *Aedes segypti* (Diptera: Culicidae). Entomología Mexicana. 2: 229 - 234
- Mwamburi, L; Laing, M; Miller, R. 2015. Effect of surfactants and temperature on germination and vegetative growth of *Beauveria bassiana*. Brazilian Journal of Microbiology. 46: 67-44.
- Oliveira, F; Toscano, L; Arantes, M; Pietrobon, V; Moreira, C; Maruyama, W. 2015. *Beauveria bassiana* em associação com milho geneticamente modificado no manejo de *Spodoptera frugiperda* e *Rhopalosiphum maidis*. Agricultural Entomology. 82:1-7.
- Oliveira, D; Cardoso, R; Mamprim, A; Angeli, L. 2016. Laboratory and Field Evaluation of a Cypermethrin Based Insecticide for the Control of *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) and its in-vitro effects on *Beauveria Bassiana* Bals. Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae). Brazilian Journal of Poultry Science. 18: 371-380.
- Pérez, O; Sánchez, R. 2017. Compatibility in vitro and in vivo of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Hirsutella citriformis* with insecticides. South Western Entomologist. 42: 707 – 718.
- Sánchez, G; Sánchez, J. 2009. Manejo Integrado del Cultivo de Espárrago en el Perú. Instituto de Espárrago y Hortalizas. Lima, Perú. 116 p.
- Tang, J; Liu, X; Ding, Y; Jiang, W; Jiaqin, X. 2019. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* for rice planthopper control and is synergy with selected insecticides. Crop Protection. 12: 132 - 138
- Tkaczuk, C; Harasimiuk, M; Beres, P. 2015. The Effect of selected pesticides on the growth of entomopathogenic fungi *Hirsutella nodulosa* and *Beauveria bassiana*. Journal of Ecological Engineering. 16: 177 - 183
- Vela, D; Romero, D; de Vicente. 2018. Analysis of β -tubulin-carbendazim interaction reveals that binding site for MBC fungicides does not include residues involved in fungicide resistance. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-25336-5>
- Zumaquero, J; López, J; Rojas, R; Sansinenea, E. 2014. Lethal effects of a Mexican. *Beauveria bassiana* (Balsamo) strains against *Meccus pallidipennis* (Stal). Brazilian Journal of Microbiology. 45: 551 – 557